جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي
KHALIFA INTERNATIONAL AWARD FOR DATE PALM
AND AGRICULTURAL INNOVATION

الزراعة العضوية

استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات

2023

تأليف أ.د. مجدي محمد قناوي
استشاري أول وقاية النباتات (سابقاً)
الحدائق والمزارع السلطانية / سلطنة عُمان

إشراف أ.د. عبد الوهاب زايد
أمين عام جائزة خليفة الدولية
لنخيل التمر والابتكار الزراعي

جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي
KHALIFA INTERNATIONAL AWARD FOR DATE PALM
AND AGRICULTURAL INNOVATION

الزراعة العضوية

استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات

تأليف أ.د. مجدي محمد قناوي
استشاري أول وقاية النباتات (سابقاً)
الحدائق والمزارع السلطانية / سلطنة عُمان

إشراف أ.د. عبد الوهاب زايد
أمين عام جائزة خليفة الدولية
لنخيل التمر والابتكار الزراعي

2023

الزراعة العضوية
استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات

تأليف أ.د. مجدي محمد قناوي
استشاري أول وقاية النباتات (سابقاً)
الحدائق والمزارع السلطانية / سلطنة عُمان

إشراف أ.د. عبد الوهاب زايد
أمين عام جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي

رقم التصنيف الدولي / نسخة مطبوعة
978 - 9948 - 791 - 28 - 7

رقم التصنيف الدولي / نسخة إلكترونية
978 - 9948 - 791 - 27 - 0

رقم إذن الطباعة من مكتب تنظيم الإعلام
بوزارة الثقافة والشباب بالإمارات العربية المتحدة
MC-03-01-4497464

تصميم المركز الإعلامي بالجائزة
بإشراف الأمانة العامة للجائزة

حقوق الطبع محفوظة
جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي

صندوق بريد 3614 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة

هاتف : 99 99 304 2 971+

www.kiaai.ae sg@kiaai.ae

جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي
KHALIFA INTERNATIONAL AWARD FOR DATE PALM
AND AGRICULTURAL INNOVATION

الزراعة العضوية

استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات

2023

المحتويات

الباب الأول

تاريخ الزراعة العضوية History of Organic Agriculture

أولاً: الأنظمة الزراعية المختلفة The Different Agricultural Systems 21

1. الزراعة التقليدية Conventional Agriculture 21
2. الزراعة الطبيعية Natural Agriculture 21
3. الزراعة التصنيعية Industrial Agriculture 21
4. الزراعة العضوية Organic Agriculture 22
5. الزراعة البيوديناميكية Biodynamic Agriculture 23
6. الزراعة الدائمة Permaculture 23
7. الزراعة المستدامة Sustainable Agriculture 24

ثانياً: الفروق بين النظم الزراعية والزراعة العضوية
Differences between Agricultural Systems & Organic Agriculture 24

ثالثاً: الفروق الجوهرية بين الزراعة العضوية والزراعة التقليدية
Fundamental Differences Between Organic & Conventional Agriculture 28

رابعاً: تاريخ الزراعة العضوية History of Organic Agriculture 29

الباب الثاني

أساسيات الزراعة العضوية Basics of Organic Agriculture

أولاً: تعريف الزراعة العضوية (الحيوية) Defining Organic Agriculture 35

ثانياً: المنتج العضوي Organic Product 36

ثالثاً: أهداف الزراعة العضوية Objectives of Organic Agriculture 38

رابعاً: مبادئ الزراعة العضوية Principles of Organic Agriculture 38

1. مبدأ الصحة The Principle of Health 39
2. مبدأ البيئة The Principle of Ecology 39
3. مبدأ العدالة The Principle of Fairness 40
4. مبدأ العناية والمسؤولية The Principle of Care 40

خامساً: التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية
Conversion from Conventional Agriculture to Organic Agriculture 41

1. فترة التحول Conversion period 42
2. مراحل التحول إلى الزراعة العضوية Conversion phases 42
3. معوقات التحول إلى الزراعة العضوية Obstacles to Conversion to Organic Agriculture 46

سادساً: الفوائد البيئية للزراعة العضوية
Evironmental Benefits of Organic Agriculture 46

1. الزراعة العضوية والتغير المناخي Organic Agriculture and Climate Change 46
2. الزراعة العضوية والتنوع البيولوجي (الحيوي) Organic Agriculture and Biodiversity 47
3. الزراعة العضوية والكائنات المحورة وراثيا Organic Agriculture and GMOs 48
4. الزراعة العضوية وتلوث المياه Organic Agriculture and Water Contamination 49

سابعاً: القواعد أو المعايير المنظمة للزراعة العضوية
Regulations or Standards of Organic Agriculture 49

1. القواعد الأوروبية للزراعة العضوية European Organic Regulations 50
2. برنامج الزراعة العضوية الوطني الأمريكي (NOP) National Organic Program 51
3. معيار الزراعة العضوية اليابانية (JAS) Japanese Agricultural Standard 51

ثامناً: الشهادات العضوية للمنتجات الزراعية العضوية
Organic Certificates of Organic Agriculture Products 52

الباب الثالث

نمو الزراعة العضوية ومنتجاتها حول العالم

Growth of Organic Agriculture and its Products Worldwide

أولاً: توزيع الأراضي الزراعية العضوية حول العالم
Distribution of Organic Agricultural Land Worldwide 55

ثانياً: المنتجين العضويين حول العالم
Organic Producers Worldwide 60

ثالثاً: الزرعة العضوية في قارات العالم
Organic Agriculture in the Continents 62

1. قارة أوقيانوسيا Oceania 62
2. قارة أوروبا Europe 62
3. قارة آسيا Asia 63
4. قارة أمريكا الجنوبية Southern America 63
5. أمريكا الشمالية Northern America 64
6. قارة إفريقيا Africa 65

رابعاً: نمو الأراضي الزراعية العضوية حول العالم
Growth of Organic Agricultural Land Worldwide 65

خامساً: أهم أسواق المنتجات العضوية حول العالم
The Global Market for Organic Products Worldwide 67

سادساً: الحصر العام للأراضي الزراعية العضوية والمحاصيل العضوية حول العالم
General Survey of Organic Agricultural Land and Organic Crops Worldwide 67

1. أهم مجاميع المحاصيل الحولية العضوية Organic Arable Crops 72
2. أهم مجاميع المحاصيل العضوية المستديمة Organic Permanent Crops 76

سابعاً: الزراعة العضوية في العالم العربي
Organic Agriculture in the Arab World 84

الباب الرابع

استراتيجيات التسميد في الزراعة العضوية

Fertilization Strategies in Organic Agriculture

الفصل الأول: خصوبة التربة في الزراعة العضوية

Soil Fertility in Organic Agriculture

أولاً: أهمية المادة العضوية (الدبال) Humus 90

1. حمض الفولفيك Fulvic Acid 91
2. حمض الهيوميك Humic Acid 91
3. الهيومين Humin 91

ثانياً: التربة كمصدر للعناصر الغذائية 91

1. العناصر الأساسية الكبرى Macronutrients 91

2. العناصر الأساسية الصغرى أو الدقيقة Micronutrients 96

ثالثاً: الأضرار الناتجة عن استخدام الأسمدة الكيميائية في الزراعة التقليدية 99

1. سماد اليوريا Urea 99

2. سماد نترات الأمونيوم - كبريتات الأمونيوم Ammonium nitrate – Ammonium Sulphate 100

3 . الأسمدة الكبريتية Sulfur Fertilizers 101

4. الأسمدة الفوسفاتية Phosphate Fertilizers 101

5. العناصر الثقيلة Heavy Metals 101

الفصل الثاني: استراتيجيات التسميد في الزراعة العضوية

Fertilization Strategies in Organic Agriculture

أولاً: الأسمدة العضوية التقليدية 103

1. سماد المزرعة Farm Yard Manure 103

2. سماد الدواجن Poultry Manure 104

ثانياً: الأسمدة العضوية غير التقليدية 105

1. سماد الدم المجفف Blood Meal 105

2. مسحوق العظام Crushed Bones 105

3. مخلفات الأسماك Fish Remnants 106

ثالثاً: الأسمدة الخضراء ومحاصيل التغطية 106

1. الأسمدة الخضراء Green Manures 106

2. محاصيل التغطية Cover Crops 106

3. أهم خصائص محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء المستخدمة في الزراعة العضوية
The Most Important Characteristics of Cover Crops and Green Manures used in Organic Agriculture 107

4. أهم فوائد الأسمدة الخضراء ومحاصيل التغطية في الزراعة العضوية
The Most Important Benefits of Cover Crops and Green Manures in Organic Agriculture 107

رابعاً: سماد الكمبوست Compost 111

1. المواد الأولية المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست Raw Materials Used in Compost Production 111

2. المعدات المستخدمة لبناء كومة سماد الكمبوست Equipment Used to Build a Compost Pile 115
3. مراحل نضج سماد الكمبوست Phases of Maturity Compost 117
4. العوامل المؤثرة على سرعة تحلل المخلفات في سماد الكمبوست
Factors Affecting the Rate of Decomposition of Wastes in Compost 118
5. معايير التأكد من نضج سماد الكمبوست Criteria for Ensuring the Maturity of Compost 122
6. مراقبة الجودة لسماد الكمبوست Quality Control of Compost 123
7. تخزين سماد الكمبوست الناضج Storage of Mature Compost 128
8. تعديل نسبة النيتروجين في سماد الكمبوست Amendment of Nitrogen in the Compost 128
9. معدلات استخدام سماد الكمبوست Compost Usage Rates 128
10. الإضافات المعدنية المسموح باستخدامها مع سماد الكمبوست في الزراعة العضوية
Minerals Additives Allowed to be Used with Compost 128
11. المعادن الثقيلة في سماد الكمبوست Heavy Metals in Compost 131
12. الأضرار التي قد يسببها سماد الكمبوست للنباتات
Damages that Compost May Cause to Plants 133

خامساً: شاي الكمبوست Compost Tea 134

1. طريقة تحضير شاي الكمبوست How to Prepare Compost Tea 135
2. العوامل المؤثرة على إنتاج وجودة شاي الكمبوست
Factors Affecting the Production and Quality of Compost Tea 136
3. ملاحظات هامة عند استخدام شاي الكمبوست Important Notes About Compost Tea 137
4. فوائد استخدام شاي الكمبوست في الزراعة العضوية
Benefits of Using Compost Tea in Organic Agriculture 138

سادساً: استخدام سماد باتينكالي المحبب في الزراعة العضوية
Use of Patentkali Fertilizer in Organic Agriculture 138

سابعاً: سماد السمك Fish Manure 138

ثامناً: أسمدة الأحماض العضوية (الدبالية) Humic Acids Fertilizers 139

1. فوائد استخدام أسمدة الأحماض العضوية في الزراعة العضوية
Benefits of using Organic Acids fertilizers in Organic Agriculture 139
2. أمثلة لأسمدة الأحماض العضوية المنتجة تجارياً والمستخدمة في الزراعات العضوية
Examples of Commercially Produced Organic Acid Fertilizers Used in Organic Agriculture 140

تاسعاً: الأسمدة الورقية والتسميد من خلال نظم الري الحديثة في الزراعة العضوية
Foliar Nutrients and Fertigation in Organic Agriculture 143

عاشراً: سماد الكمبوست الدودي (الفيرمي كمبوست) Vermicompost 146

1. فوائد استخدام سماد الكمبوست الدودي في الزراعة العضوية
Benefits of Using Vermicompost in Organic Agriculture 147
2. دور سماد الكمبوست الدودي في قمع ومقاومة الآفات المختلفة
The Role of Vermicompost in Suppression and Control of Various Pests 148
3. الصفات المرغوبة في الديدان المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست الدودي
Desirable Characteristics in Worms Used in Vermicompost Production 149
4. أنواع ديدان الأرض المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست الدودي
Species of Worms Used in Vermicompost Production 149
5. عملية إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicomposting 150
6. الاحتياجات والمتطلبات الأساسية لإنتاج سماد الكمبوست الدودي
Basic Needs and Requirements for Vermicompost Production 151

الحادي عشر: الأسمدة الحيوية Biofertilizers 152

1. أسمدة حيوية لمعدنة المادة العضوية Biofertilizers for Mineralization of Organic Matter 153
2. أسمدة حيوية لإمداد النبات بالنيتروجين Nitrogen Fixing Biofertilizers 153
3. أسمدة حيوية لمعدنة الفوسفور العضوي Biofertilizers for Organic Phosphorus Mineralization 156
4. أسمدة حيوية لإذابة الفوسفات المعدني Biofertilizers for Phosphate Solubilizing 156
5. أسمدة حيوية لإذابة الكبريت Biofertilizers for Sulfur Solubilizing 158
6. أسمدة حيوية لاستخلاص البوتاسيوم من معادن الطين
Biofertilizers for Extracting Potassium from Clay Minerals 159
7. أسمدة حيوية لإذابة بعض العناصر الصغرى Biofertilizers for Micronutrients Solubilizing 159
8. أسمدة حيوية للتخلص من بعض ملوثات التربة Biofertilizers to Get Rid of Some Soil Pollutants 159

الثاني عشر: البيت موس Peat Moss 160

الثالث عشر: مستخلصات الأعشاب البحرية Seaweed 160

1. أهمية استخدام مستخلصات الأعشاب البحرية والطحالب في الزراعة العضوية
Importance of Using Seaweed and Algae Extracts in Organic Agriculture 162
2. أمثلة لبعض المنتجات التجارية لمستخلصات الأعشاب البحرية المستخدمة في الزراعة العضوية
Examples of Commercial Products of Seaweed Extracts Used in Organic Agriculture 163

الباب الخامس

استراتيجيات مكافحة الآفات في الزراعة العضوية

Pest Control Strategies in Organic Agriculture

الفصل الأول: المبيدات الحيوية Biopesticides

أولاً: المبيدات الحيوية الميكروبية Microbial Biopesticides 168

1. البكتيريا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Bacteria 169
2. الفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi 171
3. النيماتودا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Nematodes 173
4. الفيروسات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Virus 174
5. المبيدات الفطرية الحيوية Bio-Fungicides 175
6. المبيدات النيماتودية الحيوية Bio-Nematicides 179
7. مبيدات الحشائش الحيوية Bio-Herbicides 179
8. مبيدات مضادة للفيروس Anti-viral 180

ثانياً: المبيدات الكيميائية الحيوية Biochemical Pesticides 180

1. منتجات ثانوية لعمليات التخمر Fermentation products 181
2. مبيدات مستخلصة من النباتات Botanical Pesticides 183
3. الزيوت النباتية Plant Oils 186
4. مستخلصات نباتية أخرى يمكن استخدامها لمكافحة الآفات في الزراعة العضوية 188

ثالثاً: ناقلات الرسائل الكيميائية Semiochemicals 190

1. الفرمونات الحشرية Insect Pheromones 190
2. الأليلوكيميائيات (الكيميائيات الأليلية) Allelochemicals 193

الفصل الثاني: مركبات كيميائية لمكافحة الآفات في الزراعة العضوية

Chemical Compounds for Peast Control in Organic Agriculture

أولاً: استخدام مركبات الكبريت Sulfur في الزراعة العضوية 195

1. كيفية تأثير الكبريت على الفطريات How sulfur affect fungi 195
2. كيفية تأثير الكبريت على الأكاروسات النباتية How sulfur affect plant mites 195

ثانياً: استخدام مركبات النحاس Copper في الزراعة العضوية 196

1. مزيج بوردو Bordeaux Mixture 196

2. عجينة بوردو Bordeaux Paste 196

ثالثاً: استخدام مركبات السيليكون (Silicon (Si في الزراعة العضوية 196

رابعاً: استخدام طين الكاؤلين (Kaolin clay) في الزراعة العضوية 198

1. أهم فوائد استخدام مركب Surround WP في الزراعة العضوية 198

2. طريقة تحضير محلول الرش من مركب Surround WP (طين الكاؤلين) 200

الفصل الثالث: المكافحة الميكانيكية للآفات في الزراعة العضوية

Mechanical Pest Control in Organic Agriculture

أولاً: استخدام المصائد الضوئية لمكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية 202

ثانياً: استخدام المصائد اللاصقة الملونة لمكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية 203

ثالثاً: استخدام الفرمونات في مكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية 204

1. الصيد المكثف Mass Trapping 204

2. إرباك التزاوج Mating Disruption 206

3. الجذب للطعوم الشراكية والقتل Lure and Kill 208

رابعاً: تكييس ثمار الفاكهة Fruit Bagging 208

خامساً: استخدام المحاصيل الصائدة Trap Cropping 209

الفصل الرابع: المكافحة الحيوية للآفات في الزراعة العضوية

Biological Pest Control in Organic Agriculture

أولاً: المكافحة الحيوية الكلاسيكية (التقليدية) Classical Biological Control 212

ثانياً: حفظ وزيادة تعداد الأعداء الحيوية Conservation and Augmentation 216

ثالثاً: إطلاق الأعداء الحيوية Inundative and Inoculative Releases 218

رابعاً: استخدام طفيليات البيض Egg parasitoids في الزراعة العضوية 218

1. تعريف بطفيليات البيض من جنس الترايكوجراما *Trichogramma* spp. 218
2. أهم مميزات الأنواع المختلفة لطفيل البيض من جنس التريكوجراما
The Most Important Characteristics of Different Species of Genus Trichogramma 220
3. الإنتاج الكمي لطفيل البيض من جنس التريكوجراما
Mass Production of the egg parasitoids *Trichogramma* spp. 220
4. استخدامات طفيليات البيض من جنس التريكوجراما في الزراعة العضوية
Uses of Egg Parasitoids *Trichogramma* spp. in Organic Agriculture 220
5. استخدام طفيل البيض *Pseudoligosita babylonica* لمكافحة حشرة دوباس النخيل 223

خامساً: المكافحة الحيوية لآفات البيوت المحمية في الزراعات العضوية 223

1. أهم الطفيليات المستخدمة لمكافحة الآفات في البيوت المحمية
The Most Important Parasites Used to Control Greenhouses Pests 224
2. أهم المفترسات المستخدمة لمكافحة الآفات في البيوت المحمية
The Most Important Predators Used to Control Greenhouses Pests 225

الفصل الخامس: الدورة الزراعية في الزراعة العضوية
Crop Rotation in Organic Agriculture

أولاً: أهمية الدورة الزراعية في الزراعة العضوية 231

ثانياً: المبادئ العامة التي يجب اتباعها عند تصميم الدورة الزراعية 233

ثالثاً: الدورة الزراعية ودورها في مكافحة الآفات 233

الفصل السادس: تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية
Vegetables Grafting in Organic Agriculture

أولاً: الأهداف من استخدام تقنية تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية 234

ثانياً: أهم فوائد عملية تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية 236

ثالثاً: أهم طرق التطعيم لمحاصيل الخضر 237

1. التطعيم بالشق Cleft Grafting 237
2. التطعيم اللساني Tongue Grafting 237
3. التطعيم باللصق Splice Grafting 238

رابعاً: أهم المشاكل التي يمكن أن تعيق عملية تطعيم الخضر 239
خامساً: العوامل التي تعتمد عليها عملية نجاح تطعيم محاصيل الخضر 240
سادساً: أمثلة لبعض الأصول المستخدمة للتطعيم في العائلة القرعية 241
سابعاً: أمثلة لبعض الأصول المستخدمة للتطعيم في العائلة الباذنجانية 241

الباب السادس

استراتيجيات مكافحة الحشائش في الزراعة العضوية

Weed Control Strategies in Organic Agriculture

أولاً: تغطية سطح التربة Mulching 245
1. التغطية بأحد بقايا النباتات غير الحية (الجافة) Organic Mulches 246
2. التغطية باستخدام الأغطية البلاستيكية Plastic Mulshes 247
3. التغطية باستخدام الأغطية الورقية Paper Mulshes 248
ثانياً: تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي Soil Solarization 248
1. نوعية البلاستيك المستخدم في عملية التعقيم الشمسي
Types of Plastic used in Soil Solarization in Organic Agriculture 250
2. خطوات إجراء عملية التعقيم الشمسي Steps to Perform Soil Solarization 251
3. تأثير التعقيم الشمسي على الكائنات الحية بالتربة
Effect of Soil Solarization on Soil Microorganisms 253
4. تأثير التعقيم الشمسي على المسببات المرضية المتواجدة بالتربة
Effect of Soil Solarization on Pathogens in the Soil 253
5. تأثير التعقيم الشمسي على الكائنات الحية النافعة بالتربة
Effect of Soil Solarization on Beneficial Microorganisms in the Soil 253
6. تأثير التعقيم الشمسي على خواص التربة ونمو النباتات
Effect of Soil Solarization on Soil Properties and Plant Growth 256
ثالثاً: استخدام المبيد العضوي Dazitol لتعقيم التربة 257
المراجع العربية 259
المراجع الإنجليزية 260

كلمة الجائزة

سعت الأمانة العامة لجائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي منذ تأسيسها في العام 2007 العمل لتحقيق الأهداف التي قامت من أجلها وفق خطة استراتيجية واضحة، وترجمة رؤية القيادة بدولة الإمارات العربية المتحدة، لتنمية وتطوير قطاع زراعة النخيل وإنتاج التمور وتعزيز الابتكار الزراعي ونشر المعرفة العلمية المتخصصة على المستوى الوطني والاقليمي والدولي.

هذا النجاح الذي حققته دولة الإمارات العربية المتحدة، والمصداقية العالية التي حققتها الجائزة خلال ستة عشر عاماً، يأتي بفضل توجيهات القيادة الرشيدة لصاحب السمو الشيخ محمد بن زايد آل نهيان رئيس الدولة، "حفظه الله"، ودعم سمو الشيخ منصور بن زايد آل نهيان، نائب رئيس الدولة، نائب رئيس مجلس الوزراء، وزير ديوان الرئاسة، ومتابعة معالي الشيخ نهيان مبارك آل نهيان، وزير التسامح والتعايش، رئيس مجلس أمناء الجائزة. وهذا يؤكد من جديد على الأهمية الاستراتيجية التي يمثلها قطاع زراعة النخيل وإنتاج التمور من أجل تعزيز الأمن الغذائي ودعم الاقتصاد الوطني لتحقيق التنمية المستدامة.

وتثميناً لهذا الدور تسعى الأمانة العامة للجائزة بشكل دوري إلى نشر المعرفة وتمكين الفئات المستهدفة، عبر إصدار الكتب العلمية المتخصصة في مختلف الموضوعات المتعلقة بهذا القطاع. ويأتي كتاب "الزراعة العضوية، استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات" ضمن هذا السياق، لما في ذلك من أهمية في تنمية وتطوير هذا القطاع.

أ.د. عبد الوهاب زايد

أمين عام جائزة خليفة الدولية
لنخيل التمر والابتكار الزراعية

المقدمة

يعتبر نظام الزراعة العضوية «نظام قديم واكتشاف حديث»، وبالطبع فإن هذا القول لا يعني العودة لما مارسه الإنسان منذ القدم في الزراعة أي الزراعة الطبيعية أو الزراعة التقليدية القديمة. إنه نظام قديم لأن الإنسان منذ قديم الزمان عرف الزراعة المنظمة وكان يعتمد على استخدام المكونات الطبيعية أي العضوية فقط في عمليات الإنتاج الزراعي، ولم يستخدم أي مواد مخلقة أو غير طبيعية خلال عملية الإنتاج. لقد كان الإنسان يعتمد على الطبيعة في إمداده بجميع مستلزمات الإنتاج الزراعي بالإضافة إلى اعتماده على مشاهداته وملاحظاته في التكيف مع العوائق التي تعيق الإنتاج الزراعي مثل: الأمراض النباتية والآفات الحشرية وذلك باتباع أساليب بسيطة وغير معقدة في السيطرة عليها. وأمثلة ذلك اتباع الدورة الزراعية وزراعة المحاصيل في أوقات لا تتعاظم فيها مشاكل الأمراض أو تتواجد فيها الآفات بأعداد كبيرة فتسبب مشاكل للإنتاج الزراعي. أما القول بأن الزراعة العضوية هي اكتشاف حديث، فذلك يعود إلى أن الإنسان قد قام بتطوير الأساليب القديمة أو البدائية المستخدمة في الزراعة قديماً مع قيامه بوضع تفاسير ومصطلحات علمية لكل الخطوات والعمليات المستخدمة خلال عملية الإنتاج الزراعي.

قد يفهم البعض عند ذكر مصطلح الزراعة العضوية بأنه نظام زراعي يقوم على أساس تدوير المخلفات الزراعية وعدم استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية وبالتالي سوف يحد ذلك من زيادة التلوث البيئي، أي أنه نظام حيوي مأخوذ من الطبيعة لا يعتمد على أي مدخلات كيميائية، وذلك بالطبع مفهوم صحيح وهو المتبع في الزراعة العضوية ولكننا لابد أن نوضح بأن المفهوم الحقيقي للزراعة العضوية لا يقتصر على هذه النظرة أو التطبيقات العملية في المزارع العضوية، حيث إن مصطلح الزراعة العضوية يتضمن أيضاً العديد من القواعد كما يتضمن مفهوم فلسفي عن كيفية المحافظة على البيئة بمفهومها العام.

لقد حدث نمو وانتشار سريع للزراعة العضوية حول العالم، ففي أوائل السبعينات كانت المساحة المزروعة بنظام الزراعة العضوية متواضعة حيث قدرت بحوالي 1.15 مليون هكتار، ثم زادت هذه المساحة إلى حوالي 15 مليون هكتار في عام 2000م ومنذ ذلك العام أخذت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الزيادة بصورة ملحوظة. وبناءً على الإحصاء الذي تم نشره في عام 2023م وصلت مساحة الأراضي الزراعية العضوية إلى حوالي 76.4 مليون هكتار في نهاية عام 2021م أي تضاعفت أكثر من خمسة أضعاف في 21 سنة. وفي الوطن العربي تطورت الزراعة العضوية بشكل ملحوظ، حيث يتم مزاولة الزراعة العضوية في 15 دولة عربية من خلال زراعة أكثر من نصف مليون هكتار حتى نهاية عام 2021م.

12 مارس 2023م

المؤلف

أ.د. مجدي محمد قناوي

استشاري أول وقاية النباتات (سابقاً)
الحدائق والمزارع السلطانية / سلطنة عُمان

الباب الأول

تاريخ الزراعة العضوية

History of Organic Agriculture

أولاً: الأنظمة الزراعية المختلفة
The Different Agricultural Systems

1. الزراعة التقليدية Conventional Agriculture

الزراعة التقليدية أو الزراعة الحديثة Modern farming هي طرق الزراعة العادية المستخدمة بكثرة حالياً، وتشتمل على العديد من المدخلات ومستلزمات الإنتاج الزراعي بما فيها من أسمدة ومبيدات كيميائية مصنعة وذلك لتحقيق أكبر عائد ممكن من الإنتاج، دون الاهتمام بالجودة أو القيمة الغذائية. وقد ظهرت مشكلات عديدة خلال السنوات الماضية نتيجة الاعتماد على أسلوب الزراعة الحديثة والتوسع في استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية المصنعة، والبذور المحسنة وتلك المعدلة جينياً، والهرمونات الضارة. وجدير بالذكر أن جميع هذه المدخلات السابق ذكرها تضر بالتربة الزراعية والنبات والحيوان والإنسان، حيث إنها تهتم فقط بشكل وكمية المنتج وليس بطعمه وقيمته الغذائية. وبالرغم من أن منتجات الزراعة الحديثة تقوم بتلبية حاجة السوق من الكميات الهائلة من الأغذية، إلا أن تحقيق هذه الغاية يتم عن طريق وسائل تضر بالتربة والإنسان، بل ويصل التأثير السيئ للزراعة الحديثة إلى جوانب اجتماعية وبيئية وزراعية في حياتنا.

2. الزراعة الطبيعية Natural Agriculture

تعتبر الزراعة الطبيعية أقدم النظم الزراعية التي عرفها الإنسان منذ القدم، حيث تعتمد على الطبيعة فقط في الحصول على مستلزمات الإنتاج الزراعي. والزراعة الطبيعية هي الزراعة التي كان يستخدمها أجدادنا حيث كانوا يهتمون بالأرض والنبات من خلال الاعتماد على الموارد الطبيعية المتوفرة لديهم في البيئة، وهذا بالطبع أحد أهم أهداف الزراعة العضوية. وهنا قد يتبادر إلى ذهن البعض بأن الحديث عن الزراعة العضوية يعني العودة إلى الزراعة البدائية وما كان يقوم به الأجداد كفعل مجرد، ولكن الحقيقة هي أنه يجب علينا الاستفادة من تجربتهم وطريقتهم بالاهتمام بخصوبة التربة وكثرة الإنتاج ووضع ذلك في القالب والمفاهيم الحالية للزراعة العضوية التي تستطيع أن تضمن لنا جودة المنتجات الزراعية في ظل الإنتاج الغزير.

3. الزراعة التصنيعية Industrial Agriculture

الزراعة التصنيعية أو زراعة الثورة الخضراء Green Revolution Agriculture وقد يطلق عليها أيضاً الزراعة الكثيفة Intensive Agriculture هي أحد النظم الزراعية التي ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية، وهي بذلك لا تختلف كثيراً عن الزراعة التقليدية، وفيها يتم زراعة الأصناف عالية الجودة كما تعتمد في الإنتاج على استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية المصنعة، وكذلك الاعتماد على استخدام الميكنة الزراعية في جميع مراحل الإنتاج الزراعي. ويمكن القول بأن الزراعة التصنيعية عبارة عن مشروع اقتصادي يهدف إلى الربح على المدى القصير عن طريق الاستخدام المكثف للتكنولوجيا الحديثة ومستلزمات الإنتاج المصنعة.

4. الزراعة العضوية Organic Agriculture

يعتبر نظام الزراعة العضوية Organic Agriculture «نظام قديم واكتشاف حديث»، وبالطبع فإن هذا القول لا يعني العودة لما مارسه الإنسان منذ القدم في الزراعة أي الزراعة الطبيعية أو الزراعة التقليدية القديمة. أنه نظام قديم لأن الإنسان منذ قديم الزمان عرف الزراعة المنظمة وكان يعتمد على استخدام المكونات الطبيعية أي العضوية فقط في عمليات الإنتاج الزراعي، ولم يستخدم أي مواد مخلقة أو غير طبيعية خلال عملية الإنتاج. لقد كان الإنسان يعتمد على الطبيعة في إمداده بجميع مستلزمات الإنتاج الزراعي بالإضافة إلى اعتماده على مشاهداته وملاحظاته في التكيف مع العوائق التي تعيق الإنتاج الزراعي مثل: الأمراض النباتية والآفات الحشرية وذلك بإتباع أساليب بسيطة وغير معقدة في السيطرة عليها. وأمثلة ذلك اتباع الدورة الزراعية وزراعة المحاصيل في أوقات لا تتعاظم فيها مشاكل الأمراض أو تتواجد فيها الآفات بأعداد كبيرة فتسبب مشاكل للإنتاج الزراعي. أما القول بأن الزراعة العضوية هي اكتشاف حديث، فذلك يعود إلى أن الإنسان قد قام بتطوير الأساليب القديمة أو البدائية المستخدمة في الزراعة قديماً مع قيامه بوضع تفاسير ومصطلحات علمية لكل الخطوات والعمليات المستخدمة خلال عملية الإنتاج الزراعي.

تعتمد الزراعة العضوية على استخدام الأساليب والاستراتيجيات التي تحافظ على البيئة، حيث لا يتم استخدام أي من مستلزمات الإنتاج الزراعي غير الطبيعية مثل: الأسمدة والمبيدات الكيميائية. وتُعرف الزراعة العضوية أيضاً باسم الزراعة الحيوية Biological Agriculture أو الزراعة الإيكولوجية Ecological Agriculture، وهي تعتبر منهج يتخذ للوصول إلى نظام متكامل قائم على مجموعة من العمليات تؤدي في النهاية إلى تحقيق نظام إيكولوجي مستدام مع توفير غذاء آمن وتغذية سليمة للإنسان مع تحقيق العدالة الاجتماعية بالإضافة إلى رعاية الثروة الحيوانية.

وبناء على ذلك فإن الإنتاج العضوي يعتبر أكثر من مجرد نظام يتضمن أو يستبعد بعض المدخلات، ومن هذا المنطلق يمكننا القول بأن الزراعة العضوية هي فلسفة، وعليه فلابد من أن يؤمن ويقتنع جميع العاملين في مجال الزراعة العضوية بها لكي يتحقق لهم النجاح في تطبيق هذه الفلسفة بجميع مقوماتها.

وفي السنوات الأخيرة بدأ هذا العلم في التطور والنمو والانتشار وذلك مع نمو المعرفة وزيادة الوعي وحاجة الإنسان للحصول على غذاء صحي خالي من متبقيات المواد الكيميائية (الأسمدة والمبيدات الكيميائية) التي ثبت أنها أحد الأسباب في انتشار التلوث البيئي وكذلك لتأثيراتها المباشرة على صحة الإنسان. ومن هنا فإن أول ما يتبادر إلى الذهن عندما نذكر مصطلح الزراعة العضوية بأنه نظام زراعي يقوم على أساس عدم استخدام مدخلات كيميائية في الإنتاج الزراعي، وهذا بالطبع مفهوم صحيح وهو المتبع في المزارع العضوية ولكن المفهوم الحقيقي لمصطلح الزراعة العضوية يعتبر أعمق من ذلك، حيث تعتبر الزراعة العضوية إحدى صور الزراعة المستدامة Sustainable Agriculture وبذلك فهي أكثر من مجرد نظام إنتاج يتضمن أو يستبعد بعض المدخلات وهو ما سيتضح لنا لاحقاً. وعموماً يمكن القول بأن الزراعة العضوية عبارة عن نظام متكامل لإنتاج وإعداد وتجهيز وتداول وتسويق المنتجات الزراعية بالأساليب الحديثة وذلك تنظمه قواعد ومعايير محلية أو دولية.

5. الزراعة البيوديناميكية Biodynamic Agriculture

الزراعة البيوديناميكية Biodynamic Agriculture هي في الأساس زراعة عضوية ولابد أن تتبع كل الوسائل والقواعد والقوانين المتبعة في الزراعة العضوية، فهي تهتم بالإبقاء على النظام الحي وتقويته في التربة والطبيعة بصفة عامة مع الأخذ في الاعتبار تأثيرات الطاقة الكونية القادمة من الشمس والقمر والكواكب والنجوم على النظام الزراعي. وبناء عليه، يمكننا القول بأن الزراعة البيوديناميكية هي زراعة عضوية والعكس ليس صحيح، فليس كل الزراعة العضوية زراعة بيوديناميكية.

والزراعة البيوديناميكية هي أحد النظم الزراعية الشهيرة جداً في ألمانيا وامتدت منها إلى مناطق أخرى عديدة، التي يتم فيها الالتزام التام بكل الشروط والمعايير المتبعة في الزراعة العضوية، إلا أنه في الزراعة البيوديناميكية يتم استخدام ما يعرف بالمستحضرات البيوديناميكية Biodynamic Preparations (BD).

6. الزراعة الدائمة Permaculture

لقد اشتقت كلمة Permaculture في اللغة الإنجليزية من كلمتي permanent أي دائم، agriculture أي زراعة، وهذه الكلمة في العربية يمكن أن تترجم إلى الزراعة الدائمة أو الزراعة الأصيلة. وهذه الكلمة ابتكرها في أستراليا بيل موليسون وديفيد هولمغرين (Bill Mollison and David Holmgren) في منتصف السبعينيات من القرن العشرين والزراعة الدائمة Permaculture كانت تركز في البداية على الإنتاج المستدام للغذاء، إلا أن فلسفتها توسعت مع الوقت لتشمل الأنظمة الاقتصادية والاجتماعية.

لقد قام بيل موليسون وهو عالم بيئة أسترالي وأستاذ في جامعة تسمانيا وتلميذه ديفيد هولمغرين بنشر بعض الكتب التي توضح هذه الأفكار (Mollison and Holmgren (1990، وفي الثمانينات قام بنشر مبادئ التصميم التي وضعها وبدأ بتدريس الزراعة الدائمة أو الأصيلة في دورات تدريبية لينشر فكرته في جميع أنحاء العالم. وبحلول التسعينات كان الزراعة الدائمة Permaculture قد حققت

انتشاراً في الولايات المتحدة وأصبحت معروفة في العديد من دول العالم، وإلى الآن ما تزال الزراعة الأصيلة تتوسع كحركة عالمية شعبية، ويتم تعليمها بصورة أساسية ضمن دورات وورشات عمل تحت عنوان «تصميم الزراعة الدائمة» والتي تتم غالباً خارج الإطار الأكاديمي. ولقد تم توضيح أن الزراعة الدائمة Permaculture هي منهج علمي وأخلاقي يهدف إلى نشر ثقافة مستدامة تساعد الإنسان على تلبية احتياجاته من الغذاء والمأوى وغيرها بطريقة تفيد البيئة ولا تضرها وتفيد كافة مكونات البيئة الحية وغير الحية من تربة وأشجار وهواء وحيوانات وغيرها.

وفي الحقيقة لا يوجد تعريف واضح ومحدد للزراعة الدائمة وذلك لكونها مفهوماً عاماً يتوسع باستمرار باعتبارها نظام ديناميكي شامل حيث من الممكن ممارستها بطرق مختلفة وعلى عدة مستويات، ولكن يمكن القول إن الزراعة الدائمة أو الأصيلة تؤدي إلى تطبيق بعض طرق الاستدامة، حيث إنها أداة فعالة تستخدم لتصميم أنظمة مستدامة عالية الإنتاجية تتمتع بالاكتفاء الذاتي وتحاكي الأنظمة الطبيعية في تنوعها واستقرارها وقدرتها على التكيف. ويختصر بيل موليسون فلسفة الزراعة الدائمة Permaculture قائلاً: إنها فلسفة العمل مع الطبيعة لا ضدها، إنها التصميم المتأني الدقيق والواعي بدلاً من الكدح المضنى بدون تفكير، وهي في جوهرها فلسفة أخلاقية فهي تعتبر أن الأخلاق يجب أن تكون الأساس في تعاملنا مع البيئة والأرض والمجتمع وهي تحدد ثلاثة أخلاق رئيسية يجب على كل ممارس للزراعة الدائمة Permaculture الالتزام بها وهي: رعاية الأرض بكل مكوناتها الحية وغير الحية، ورعاية الإنسان وتلبية كافة احتياجاته المادية والمعنوية، والحد من الاستهلاك المفرط للموارد الطبيعية. وتتميز الزراعة الدائمة بما يلي:

- الاستغناء عن الأسمدة الكيميائية والمبيدات الكيميائية.
- الحصول على منتج حيوي طبيعي ذا مميزات صحية كبيرة.
- مجهود أقل في العناية بالمزرعة نظرا لانعدام العزيق والتسميد الكيميائي.
- جو أكثر نقاءً في المزرعة وأفضل صحياً لخلوه من الكيماويات المصنعة وتناغم الطبيعة بداخله ما بين النباتات المختلفة والطيور والكائنات الأخرى النافعة.
- الترشيد الكبير في استخدام المياه عن طريق تخزينها بطرق مبتكرة وترشيد استخدامها من خلال تقليل البخر عن طريق تغطية سطح التربة باستخدام الملش Mulch.

7. الزراعة المستدامة Sustainable Agriculture

قامت منظمة الأغذية والزراعة FAO منذ أكثر من 40 عاماً بتعريف الزراعة المستدامة بأنها نظام يضمن المحافظة على البيئة والمصادر الطبيعية ومنع تدهورها مع المحافظة على استدامة الإنتاج، بل وزيادته، وذلك عن طريق الاستفادة من تطور الوسائل التكنولوجية والصناعية واستخدامها لتحقيق احتياجات الإنسان الحالية وكذلك الأجيال القادمة من الغذاء والألياف. وفي الزراعة المستدامة يتم الحفاظ على التربة من خلال عدم حرثها، ويزداد الاعتراف بالأثر السلبي الذي يمكن لحراثة التربة أن تحدثه على العمليات البيولوجية للتربة، وبالتالي على الإنتاج الزراعي. والزراعة المستدامة لا تختلف كثيراً عن الزراعة الدائمة Permaculture. وفي الحقيقة فإن الزراعة مع عدم حرث التربة تتوافق مع الزراعة العضوية في المحافظة على التنوع البيولوجي، إلا أنها خلافاً عن الزراعة العضوية يمكنها أن تتغاضى عن استعمال بعض المدخلات الصناعية في الإنتاج الزراعي وكذلك استخدام المحاصيل المعدلة وراثياً. ولقد أوضح العربي (2007) التشريعات والمعايير المنظمة للزراعة المستدامة في المنطقة العربية. وقد أوضحت منظمة الأغذية والزراعة بأن أسلوب التنمية المستدامة في الزراعة يجب أن تتوفر فيه أربعة شروط هي:

- الحفاظ على البيئة وعدم تدهورها.
- إمكانية التطبيق من الناحية الفنية.
- أن يكون ذا جدوى اقتصادية.
- يجب أن يكون أسلوب الزراعة المستدامة مقبول من الناحية الاجتماعية.

ثانياً: الفروق بين النظم الزراعية والزراعة العضوية

Differences between Agricultural Systems & Organic Agriculture

هناك العديد من النظم الزراعية وسوف نوضح فيما يلي أهم هذه النظم المتعارف عليها من قبل المتخصصين، ويوضح جدول رقم (1) الفروق الأساسية بين النظم الزراعية المختلفة ونظام الزراعة العضوية.

جدول (1): الفروق الأساسية بين النظم الزراعية المختلفة ونظام الزراعة العضوية.

النظم الزراعية	علاقتها بالزراعة العضوية
الزراعة التقليدية **Conventional Agriculture**	**1.** تعتمد الزراعة التقليدية في الإنتاج على استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية المصنعة، أما الزراعة العضوية فتعتمد فقط على استخدام المواد الطبيعية غير الضارة بالبيئة. **2.** نتيجة للمدخلات غير الطبيعية في الزراعة التقليدية فإنها تضر بعناصر البيئة المختلفة، أما الزراعة العضوية فتحافظ على البيئة والتربة والحيوان والإنسان. **3.** تهتم الزراعة التقليدية بكمية الإنتاج وشكل المنتج فقط، أما الزراعة العضوية فتهتم بنوعية وطعم وقيمة المنتج الغذائية. **4.** تختلف أساليب الزراعة التقليدية من بلد أو من إقليم لأخر وأحياناً تختلف من منطقة لأخرى، أما الزراعة العضوية فلها قوانين وقواعد وأهداف أساسية ثابتة ومحددة. **5.** لا توجد رقابة أو قوانين ملزمة تحدد طرق الإنتاج في الزراعة التقليدية، أما في الزراعة العضوية فهناك قوانين وقواعد محددة وملزمة لطرق الإنتاج، حيث يتم مراقبة منتجاتها من قبل جهات متخصصة تهتم بقيمة وجودة المنتج وتمنح شهادات للمنتجات العضوية. **6.** الهدف الأساسي للزراعة التقليدية هو زيادة الإنتاج لتحقيق أكبر عائد من الأرباح، أما الزراعة العضوية فهدفها الأساسي هو الحفاظ على البيئة والصحة العامة وغيرها وكذلك إرضاء المستهلك. **7.** تؤدي الزراعة التقليدية إلى الإخلال بالتوازن البيئي، أما الزراعة العضوية فتحافظ على التوازن البيئي الطبيعي.
الزراعة الطبيعية **Natural Agriculture**	**1.** في الزراعة الطبيعية لا يتم استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية المصنعة، أما الزراعة العضوية فعبارة عن نظام زراعي متكامل لا يعتمد فقط على الاستغناء عن المواد الكيميائية المصنعة ولكن يتم هنا استخدام موارد الأرض الطبيعية في توفير مستلزمات الإنتاج الزراعي ومن ثم الحصول على منتجات طبيعية يتم توثيقها من قبل جهات متخصصة تثبت بأنها منتجات عضوية. **2.** تعتمد الزراعة الطبيعية على الموارد الطبيعية المتوفرة في البيئة وما يضمن هذه المنتجات هو الثقة في المزارع الذي يقدم هذه المنتجات الطبيعية، أما الزراعة العضوية فتتم من خلال تطبيق المزارعين لقوانين وقواعد الزراعة العضوية وخضوع مزارعهم العضوية للتفتيش من قبل مفتشين معتمدين من مراكز أو هيئات متخصصة في إعطاء الشهادات العضوية لمنتجاتهم. **3.** تهتم الزراعة الطبيعية بالنواحي البيئية فقط، أما الزراعة العضوية فتهتم بالنواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية كما سيتضح لاحقاً.
الزراعة التصنيعية **Industrial Agriculture**	**1.** تعتمد الزراعة التصنيعية على الاستخدام المكثف لمستلزمات الإنتاج المصنعة مثل: الأسمدة والمبيدات الكيميائية، وذلك عكس الزراعة العضوية تماماً حيث إنه غير مسموح فيها باستخدام مثل هذه المواد. **2.** في الزراعة التصنيعية من الواضح أن التنوع البيولوجي Biodiversity يتضارب اقتصادياً مع فعالية هذا النظام، وهنا يكون إنتاج المحصول الواحد Mono-crop هو القاعدة، أما في الزراعة العضوية يعتبر الحفاظ على التنوع البيولوجي أحد الأهداف الرئيسية التي تعمل الزراعة العضوية على تشجيعها. **3.** تعتمد الزراعة التصنيعية على الربح السريع غير مهتمة بالمحافظة على البيئة أو التربة الزراعية، أما الزراعة العضوية فإن المحافظة على البيئة والتربة الزراعية بل وتنميتها من الأهداف الأساسية التي تعمل عليها.

النظم الزراعية	علاقتها بالزراعة العضوية
الزراعة البيوديناميكية **Biodynamic Agriculture**	**1.** كل الزراعات البيوديناميكية هي زراعات عضوية ولكن ليس العكس، والمزارعين الذين يتبعون طرق الزراعة البيوديناميكية لا يمكن أن يخالفوا أي بند من بنود الزراعة العضوية. **2.** يتم استخدام المستحضرات البيوديناميكية (BD) Biodynamic Preparations في الزراعة البيوديناميكية، وذلك لا يتعارض مع قوانين وقواعد الزراعة العضوية، لذلك فإن الجهات المسؤولة عن الزراعة العضوية لم تعترض وتسمح باستخدام المستحضرات البيوديناميكية. **3.** المستحضرات البيوديناميكية (BD) عبارة عن ستة من المستحضرات النباتية تضاف إلى سماد الكمبوست والسماد العضوي بالمزرعة، ويتم تحضيرها من بعض الأعشاب الطبية، ويرمز لهذه المستحضرات بالرموز التالية: (BD-502) - (BD-503) - (BD-504) - (BD-505) - (BD-506) - (BD-507) **4.** بالإضافة إلى مستحضرين أحدهم يضاف إلى التربة الزراعية قبل الزراعة وهو مستحضر القرون (BD-500) والآخر يتم رشه على المجموع الخضري للنباتات أثناء النمو وخاصة في فترة التزهير وهو مستحضر سماد الكوارتز (BD-501). **5.** في الزراعة البيوديناميكية غير مسموح باستخدام مركبات النحاس، على الرغم من أنه مسموح بذلك في الزراعة العضوية. **6.** في ألمانيا تعتبر الزراعة البيوديناميكية علامة تجارية مميزة حيث تحتكر هذه العلامة التجارية رابطة أو هيئة ديميتر Demeter Bund وتضم هذه الرابطة شبكة عالمية بها 19 جهة تسجيل ورقابة في كل من إفريقيا وأستراليا وأوروبا وأمريكا الشمالية ويعمل معها 3500 مشارك في 35 دولة تغطى حوالي مليون هكتار من الزراعات البيوديناميكية، وبالطبع فإن رابطة ديميتر أكثر شهرة في موطنها الأصلي في ألمانيا. **7.** رابطة ديميتر مسؤولة عن وضع نظم وقواعد الزراعة البيوديناميكية المتفق عليها عالمياً مع مراعاة الظروف المحلية لبعض الدول، ولكنها في النهاية تتفق تماماً مع القواعد العالمية للزراعة العضوية.
الزراعة الدائمة **Permaculture**	**1.** نظام الزراعة الدائمة Permaculture وضع قبل تداول فكرة الاستدامة كما وضعت بواسطة الأمم المتحدة بعد ذلك. **2.** النظام مسؤول عن المخلفات الناتجة من الزراعة وبالتالي لا يهدف إلى تلويث البيئة المحيطة، بمعنى أنه لا يتسبب في زيادة نسبة النيتروجين في المياه الجوفية أو نشر بذور الأعشاب الضارة في البيئة الطبيعية. **3.** يهدف هذا النظام إلى تقليد الطبيعة، وهذا هو الفرق الأكثر وضوحا بين الزراعة العضوية والزراعة الدائمة، ونادرًا ما تكون هناك تربة عارية، والحفاظ على التربة والمياه له أولوية قصوى في هذا النظام، كما يتم إنتاج البذور من المزرعة، وتستخدم الزراعات البينية لمكافحة الآفات. **4.** يهدف نظام الزراعة الدائمة إلى حصاد المياه والشمس وغيرها من الطاقات الطبيعية وتعظيمها (مثل الرياح والغبار والأوراق وفضلات الطيور). **5.** يهدف نظام الزراعة الدائمة إلى توفير الغذاء المغذي والمأوى للأشخاص والحيوانات والطيور المحلية.

النظم الزراعية	علاقتها بالزراعة العضوية
الزراعة المستدامة **Sustainable Agriculture**	**1.** تعتمد الزراعة المستدامة على حد أدني من الإخلال بالتربة بعدم حرثها وزرع المحاصيل مباشرة عبر غطاء التربة، وذلك سيساعد في تخفيض الفقد الجوي للعناصر الغذائية، بالإضافة إلى توفير استدامة قوام التربة، مع المحافظة على العلاقات البيئية وبذلك فهي تتوافق مع الزراعة العضوية في المحافظة على التنوع البيولوجي. **2.** تختلف الزراعة المستدامة عن الزراعة العضوية كونها يمكن أن تتغاضى عن استعمال بعض المدخلات الصناعية في الإنتاج الزراعي وكذلك استخدام المحاصيل المعدلة وراثياً وذلك غير مسموح به في الزراعة العضوية. **3.** تعتمد الزراعة المستدامة على حماية التربة من الانجراف بفعل الأمطار، وذلك عن طريق المحافظة على غطاء دائم من المادة النباتية الحية أو اليابسة، مما يحول أيضاً دون نمو الحشائش الضارة، وذلك لا يتعارض مع أهداف الزراعة العضوية. **4.** تعتمد الزراعة المستدامة على استخدام دورة زراعية مناسبة مثل الزراعة العضوية، عن طريق زراعة محاصيل مختلفة عبر عدة مواسم، تفادياً لتكاثر الآفات الحشرية وزيادة أعدادها وانتشار الأمراض النباتية، بالإضافة إلى تعظيم أثر استعمال المغذيات النباتية.

ثالثاً: الفروق الجوهرية بين الزراعة العضوية والزراعة التقليدية
Fundamental Differences Between Organic & Conventional Agriculture

مما سبق يتضح أن هناك فروق عديدة بين الزراعة العضوية والزراعة التقليدية ويوضح جدول (2) أهم الفروق بين الزراعة العضوية والزراعة التقليدية.

جدول (2): أهم الفروق الجوهرية بين الزراعة العضوية والزراعة التقليدية.

الزراعة العضوية Organic Agriculture	الزراعة التقليدية Conventional Agriculture
لابد من تسجيل المزرعة بمكتب أو هيئة معتمدة لمنح الشهادات العضوية Certification body	لا يتم أي تسجيل للمزرعة.
يوجد إشراف دائم من مكتب التفتيش على كل المدخلات مع ضرورة تسجيل كل ما يتم في الزراعة ومكان التجهيز ووجود المستندات الخاصة بجميع العمليات الزراعية.	ليس عليها أي إشراف وليس من الضروري وجود مستندات خاصة بالعمليات الزراعية.
لا يتم استخدام المبيدات المخلقة على النباتات أو في التربة.	يمكن استخدام المبيدات بأشكالها المختلفة.
لا يمكن استخدام العناصر الكبرى NPK في صورة أملاح كيماوية سريعة الذوبان.	تستخدم جميع الأسمدة الكيميائية سريعة الذوبان.
يتم إصدار شهادات معتمدة دولياً للمنتجات الزراعية من المزارع المسجلة لدي مكتب منح الشهادات العضوية Certification body	لا يتم إصدار شهادات للمنتجات الزراعية.
تهتم بالحفاظ على البيئة والتنوع البيولوجي.	لا تهتم بالمحافظة على البيئة والتنوع البيولوجي، بل أنها أحد أسباب تلوث البيئة.
المنتجات تباع بأسعار مميزة.	المنتجات تباع بأسعار عادية.
لا تستخدم الكائنات المعدلة وراثياً Genetically Modified Organisms (GMOs)	مسموح باستخدامها.
لا تستخدم منظمات النمو.	مسموح باستخدامها.
لا تعامل البذور عند الزراعة بالكيماويات.	تعامل البذور عند الزراعة بالكيماويات.

رابعاً: تاريخ الزراعة العضوية
History of Organic Agriculture

خلال نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين حدث تطور سريع للزراعة، ويعود ذلك بالطبع إلى التقدم العلمي والاختراعات التكنولوجية في مجال المعدات الزراعية خاصة الجرارات ومعدات حرث التربة وتقليبها، حيث أدى ذلك إلى حدوث تغيرات جوهرية في أساليب الزراعة التقليدية. وبعد تلك الفترة أدت البحوث الخاصة بتربية النباتات إلى إنتاج البذور المهجنة التي تعمل في الأساس على زيادة الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً.

ومع استخدام كل هذه الأساليب الحديثة فقد زادت مساحة الحقول الزراعية بشكل واضح وأصبحت كل مساحة كبيرة من الأرض متخصصة في إنتاج محصول معين وذلك للاستفادة القصوى من الميكنة الزراعية والحصول على إنتاج وفير من المحصول وهنا بدأ عصر ما يعرف بالثورة الخضراء Green Revolution وقد تبلور هذا المفهوم في النصف الثاني من القرن العشرين، حيث بدأ الاهتمام بتوفير كميات كبيرة من الغذاء والعمل على زيادة الإنتاج الزراعي بصورة دراماتيكية، وذلك عن طريق استخدام العديد من التقنيات والأساليب الزراعية الحديثة التي من بينها استخدام الأسمدة المعدنية ومبيدات الآفات المختلفة مثل: المبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات الحشائش والمبيدات النيماتودية إلى جانب استخدام البذور المهجنة في زراعة العديد من المحاصيل التي تتطلب إضافة للأسمدة الكيميائية بكميات كبيرة للحصول على إنتاج وفير من المحاصيل الزراعية، ولا شك كان لاستخدام التكنولوجيا الحديثة دور ملحوظ في زيادة الإنتاج الزراعي إلا أنه كانت هناك جوانب سلبية لذلك وبخاصة عندما لا تستخدم هذه التكنولوجيا بالطرق الصحيحة.

وبالرغم من أن بعض المجتمعات كانت تعيش على الفطرة منذ قرون، وتقوم بالزراعة الطبيعية وبدون استخدام التكنولوجيا الحديثة أو أي مُدخل صناعي إلا أن فكرة ما يعرف بالزراعة العضوية بدأت تتضح معالمها وتتكشف وتنمو في كل من وسط أوروبا والهند مع بداية القرن العشرين.

وفي الحقيقة فإن حركة الزراعة العضوية قد بدأت كرد فعل من بعض الأشخاص المهتمين بالشؤون الزراعية ضد ما يعرف بتصنيع

رودولف شتاينر

الزراعة. وقد ظلت هذه الحركة منحصرة في مناطق محددة ومرتبطة بوعي المستهلكين للإنتاج الزراعي، وبسبب التباين بين الزراعة العضوية ونمو الزراعة التقليدية الجديدة بدأ يزيد الوعي العام بالزراعة العضوية عاماً بعد عام وبالتالي ظهور سوق بارز للمنتجات العضوية.

وكانت البداية في عام 1923م حيث قامت مجموعة من المزارعين في ألمانيا بسؤال الفيلسوف والعالم رودولف شتاينر Rudolf Steiner (1861 – 1925)م والذي ولد في كرواتيا Croatia ولكنه يحمل الجنسية النمساوية Austrian، لكي يضع تصوره عن الزراعة وتوازنها مع الطبيعة. ولقد سبق وأن قام رودولف شتاينر بتطوير أفكار جيدة عن التعليم والصحة.

وفي عام 1924م قام رودولف شتاينر بنشر سلسلة من المحاضرات عن الأسس الروحانية لأجل تطوير وتجديد الأساليب الزراعية، وهذه أصبحت فيما بعد هي القواعد الأساسية فيما سيعرف بالزراعة البيوديناميكية Biodynamic Agriculture والتي تعتبر إحدى أوائل

نظم الزراعة العضوية Organic Agriculture وكذلك من أوائل حركات الزراعة المستدامة Sustainable Agriculture. وفي عام 2007م أنشئ في كرواتيا بمدينة Donji Kraljevec مركز رودولف شتاينر للزراعة البيوديناميكية.

لقد اعتمدت رؤية رودولف شتاينر على فلسفة معينة تعتمد على «فهم شامل للعمليات الزراعية»، وفي رؤية شتاينر فإن المزرعة تعتبر «كائن حي» وبالتالي فإن جميع الأعضاء ومكونات المزرعة مثل: التربة والإنسان والحيوان والنبات والطبيعة يجب أن يحدث بينهم توافق وتناغم. ومن هذا المنطلق فإن الزراعة البيوديناميكية تعتبر أن الأمراض النباتية تحدث كنتيجة لمنع التوافق بين عناصر البيئة عند استخدام المبيدات الكيميائية المصنعة، وذلك بالطبع لا يحفز ويقوي جهاز المناعة أو بمعنى آخر «القوى الداخلية» في النبات لمقاومة الأمراض.

بالإضافة إلى ما سبق فقد أوضح رودولف شتاينر بأننا يجب أن نحفز ونُنشط انطلاق العناصر الغذائية من المادة العضوية بالتربة، ونعتمد عليها أكثر من اعتمادنا على استخدام الأسمدة الكيميائية المصنعة.

وبالرغم من أن أفكار شتاينر التي نشرت في صورة محاضرات كان يتبعها ويؤمن بها عدد قليل في البداية إلا أن هذه الأعداد بدأت تزداد سنة بعد أخرى، كما أنه في العديد من الدول الأخرى كانت هناك أفكار مشابهة تتبنى فكرة الزراعة العضوية.

وفي عام 1931م بدأت أفكار وفلسفة عالم النبات البريطاني سير/ ألبرت هوارد Sir Albert Howard عن الزراعة العضوية تتضح عند عودته إلى إنجلترا، حيث إنه مكث في الهند لمدة 26 سنة (1905 – 1931م) ويطلق على ألبرت هوارد في بريطانيا الأب الروحي للزراعة العضوية الحديثة. وفي عام 1940م قام بنشر كتابه المعروف باسم ميثاق أو وصية الزراعة "An Agricultural Testament" ومن خلال دراسته لممارسات الزراعة التقليدية في كل من الهند والبنغال توصل إلى قناعة بأن مثل هذه الممارسات تعتبر متفوقة على الزراعة العلمية الحديثة، كما أنه تحدث عن الدور العظيم الذي تلعبه الأسمدة العضوية عند استخدامها في النظم الزراعية في المناطق الاستوائية. كما وصف هوارد في كتابه أفكاره ومفاهيمه عن الزراعة العضوية، حيث أوضح أهمية تحويل المواد الفاقدة بالمزرعة إلى مواد نافعة لبناء

وصيانة خصوبة التربة ومكوناتها من المواد الدبالية Humus وقد أوضح الارتباط بين خصوبة التربة وصحة النبات والحيوان. وبناء على ما سماه ألبرت هوارد بقانون العودة The Law of Return فقد كان يؤيد بقوة إعادة تدوير Recycling لكل المواد العضوية المستهلكة أو المبددة بما فيها الرواسب الطينية بمياه البلاعات Sewage water لكي تعود مرة أخرى إلى التربة الزراعية، وقد أصبحت أفكاره هذه هي الأساس فيما عرف بالزراعة العضوية Organic farming.

وفي عام 1939م تأثرت الليدي/ إيفا بالفور Lady / Eve Balfour في بريطانيا بأفكار سير/ ألبرت هوارد ومن ثم قامت بطرح أولي المقارنات بين كل من الزراعة العضوية والزراعة التقليدية، وقد نشرت تجاربها على المحاصيل المنتجة عضوياً في كتابها الذي نشر عام 1943م تحت مسمى التربة الحية "The Living Soil". وبعد ذلك بثلاث سنوات أي في عام 1946م أنشأت أول منظمة للزراعة العضوية في بريطانيا وأطلق عليها جمعية التربة Soil Association وهذه تعتبر مرجعية هامة للجماعات المؤيدة للزراعة العضوية في العالم. وجدير بالذكر بأن أول مرة يستخدم فيها مصطلح الزراعة العضوية Organic Farming ينسب إلى اللورد/ نورثبورن Lord Northbourne في كتابه بعنوان «أنظر إلى الأرض» "Look to the Land" الذي نشر في عام 1940م وقام فيه بوصف العلاقة الوثيقة بين التوازن البيئي والزراعة.

وقد أدى التطور التكنولوجي أثناء الحرب العالمية الثانية إلى ابتكارات عديدة بعد هذه الحرب، أي في النصف الثاني من القرن العشرين، بما في ذلك تطور الأساليب الزراعية مثل: إمكانية ري مساحات كبيرة من الحقول بسهولة عن طريق استخدام أساليب الري المعتمدة على التكنولوجيا الحديثة وأيضاً استخدام الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات المختلفة. وقد كانت نترات الأمونيوم، تستخدم في الذخائر أثناء الحرب، وبعد ذلك أصبحت أحد مصادر عنصر النيتروجين المتوفرة والرخيصة. كما أن مبيد DDT الذي تم تطويره في الأصل بواسطة علماء الشؤون العسكرية وذلك لمكافحة الحشرات الناقلة للأمراض والمنتشرة بين الجنود في الوحدات العسكرية، فقد بدأ استخدامه بكثافة على المحاصيل الزراعية المختلفة ومن هنا بدأ عصر الاستخدام المكثف لمبيدات الآفات المختلفة لمكافحة الآفات الزراعية.

وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية قام أتباع فلسفة رودولف شتاينر في ألمانيا بتأسيس جمعية أو رابطة الديميتر Demeter Bund لمساعدة المزارعين ومراقبة طرق الإنتاج الزراعي وتشجيع منتجات الزراعة البيوديناميكية. وبما أن الزراعة البيوديناميكية قد قامت على أساس أفكار فلسفية من الصعب فهمها من قبل المزارعين العاديين، فقد كان هناك احتياج لوضع رؤية أو صيغة أو شكل للزراعة العضوية يعتمد أكثر على الأسس العلمية العامة والمقبولة، أو بمعنى آخر الأسس السهلة الفهم لدي الغالبية العظمي من المزارعين.

وخلال عقد الخمسينات من القرن العشرين أصبح مصطلح Sustainable Agriculture أي ما يعرف «بالزراعة المستدامة» أحد الاهتمامات العلمية على الرغم من أن البحوث المختلفة في مجال تطوير الزراعة كانت تركز على تطوير استخدام الابتكارات والاكتشافات الحديثة للمواد الكيميائية.

وفي حقبة الستينات من القرن العشرين، قام كل من العالمين مولر Maria Müller وروش Hans-Peter Rusch بإنشاء المزارع العضوية (الحيوية) Biological – Organic Farming وبعد ذلك تم تجميع هذه المزارع العضوية في منظمة البيولاند Bioland Organization التي أنشئت عام 1971م في ألمانيا.

وفي السبعينات من القرن العشرين اهتمت الحركات والمنظمات العالمية المعنية بالحفاظ على البيئة بالزراعة العضوية، ومع وضوح الفرق والاختلاف بين الغذاء المنتج عضوياً وذلك المنتج بطريقة

تقليدية أصبح أحد أهداف حركات الزراعة العضوية هو تشجيع المستهلكين على استهلاك المحاصيل الزراعية العضوية، والتي كان يتم التسويق لها بعبارات مثل:

اعرف مُزارعك تعرف غذاءك "Know your farmer، know your food"

وفي 5 نوفمبر من عام 1972م تأسست بمدينة فيرساي Versailles بفرنسا ما يعرف:

«بالاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية» والمعروف باسم (IFOAM):

International **F**ederation of **O**rganic **A**griculture **M**ovements

الذي أصبح مسؤول عن نشر المعلومات عن مبادئ وممارسات ومعايير وقواعد الزراعة العضوية.

وقد ذكر Geier (1998) أنه في عام 1975م كان عدد أعضاء IFOAM 50 عضو يمثلون 17 دولة وبحلول عام 1984م أصبح عدد أعضاء IFOAM 100 عضو يمثلون 50 دولة. وكانت السنوات الخمس التالية فترة توسع دراماتيكي مع نمو عضوية IFOAM إلى 500 عضو يمثلون 75 دولة. وهذا التوسع السريع في عدد الأعضاء يعود أولاً لرواج نظام الزراعة العضوية وقبول الاتحاد العديد من المزارعين والتجار الجدد، وثانياً من عام 1986م فصاعداً أصبح هناك تدفق واضح لأعضاء جدد من العالم الثالث. ولقد استمر نمو عضوية الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM حيث أصبح عدد أعضاء الاتحاد أكثر من 800 عضو من المنظمات والشركات وهؤلاء يمثلون 120 دولة.

وفي عام 1981م تأسست في سويسرا منظمة "Bio-Suisse" باعتبارها اتحاداً للمزارعين العضويين السويسريين، وهي المنظمة الرئيسية للزراعة العضوية في سويسرا وتضم هذه المنظمة 32 جمعية للمزارعين العضويين بين أعضائها بالإضافة إلى معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا FiBL وتدير بشكل خاص المبادئ التوجيهية للعلامة العضوية "Bio-Suisse" كونها اتحادًا للمزارعين العضويين السويسريين، وتمثل اهتمام حوالي 7100 شركة زراعية وهذه يتم تفتيشها بانتظام من قبل هيئات مستقلة ويتم توزيع التسمية العضوية "Bio-Suisse" على نطاق واسع في سويسرا.

وجدير بالذكر أنه في حقبة الثمانينيات من القرن العشرين، أصبحت المنتجات العضوية أكثر انتشاراً على مستوى العالم وخاصة في الدول الأوروبية، وعلى الرغم من ذلك فلم تكن هناك أي تشريعات أو قواعد تنظم أو تحدد طبيعة المنتجات الزراعية التي يمكن أن تباع تحت مسمى «منتج عضوي» "Organic product"، وبناءً على ذلك فإن المنتجات الزراعية المنتجة بالطرق التقليدية كانت تباع تحت مسمى عضوي Organic أو بيولوجي أو حيوي Biological. وقد كان الجدال أو المناقشات لتبرير ذلك هو أن أي منتج زراعي غذائي يعتبر منتجاً بيولوجياً ويتكون من مواد عضوية. وبالطبع فقد أدى ذلك إلى صعوبة التفرقة بين المنتجات التي تنتج على أساس قواعد وقوانين الزراعة العضوية وتلك التي تنتج بالطرق التقليدية وباستخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية المصنعة.

وخلال حقبة التسعينات من القرن العشرين، بدأ العديد من المزارعين ومجموعات من المستهلكين على مستوى العالم في الضغط لأجل وضع لوائح وقواعد وقوانين حكومية للمنتجات الزراعية العضوية. وقد أدى ذلك في النهاية إلى وضع القوانين أو بالأصح القواعد التي على أساسها تمنح شهادات للمنتجات العضوية، حيث شرعت هذه القواعد وبدأ تنفيذها، وبذلك بدأت أسواق بيع المنتجات العضوية للمستهلكين في الزيادة والتطور بصورة اقتصادية وبدأ نمو هذه الأسواق يزداد بمعدل 20-30 % سنوياً مع زيادة الطلب من خلال المستهلكين لهذه المنتجات الزراعية المنتجة عضوياً.

وبناء على ذلك فقد قامت دول السوق الأوروبية المشتركة في عام 1991م، بالموافقة على وضع القواعد والمعايير المنظمة للإنتاج العضوي في دول مجلس التعاون الاقتصادي للدول الأوروبية وقد وضعت هذه القواعد تحت رقم (91/ 2092 EEC Regulation) وتشتمل هذه القواعد والمعايير بتعريف الطرق والوسائل التي يجب اتباعها لإنتاج المنتجات التي تباع تحت مسمى: «عضوي/حيوي» (Organic). وفي سنة 2007م تم تحديث القواعد الأوروبية للزراعة العضوية وتم إصدارها تحت مسمى Regulation (EC) No. 834/2007 ولائحته التنفيذية تحت مسمى Regulation (EC) No. 889/2008. وفي عام 2018م تم إصدار القواعد الأوروبية الجديدة Regulation (EU) No. 848/2018. والتي دخلت حيز التنفيذ ابتداءً من2021م.

وبناء على ما سبق، تم وضع القواعد العامة التي يجب اتباعها في الزراعة العضوية، مثل: المدة اللازمة للتحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية التي حددت في القانون بما لا يقل عن سنتين في حالة زراعات الخضر والمحاصيل الحقلية وما لا يقل عن ثلاث سنوات في الزراعات المستديمة كأشجار الفاكهة، وكذلك زيادة خصوبة التربة والنشاط الحيوي بها عن طريق استخدام السماد العضوي المحضر بمواصفات خاصة «الكمبوست Compost» وكذلك زراعة المحاصيل البقولية والأسمدة الخضراء أو زراعة النباتات ذات الجذور العميقة من خلال دورة زراعية. كما تتناول هذه القواعد الأساسيات التي يجب اتباعها في مقاومة الآفات والأمراض والحشائش وذلك من خلال اختيار الأنواع والأصناف الملائمة واتباع دورة زراعية مناسبة واستخدام الأساليب أو الطرق الميكانيكية في مكافحة الآفات مع الأخذ في الاعتبار حماية الأعداء الطبيعية للآفات وتوفير الظروف الملائمة لتكاثرها طبيعياً. كما تتضمن هذه القواعد حصر لمستلزمات الإنتاج الزراعي المسموح باستخدامها في الزراعة العضوية، كما أوضحت هذه القواعد بأنه غير مسموح في الزراعة العضوية استخدام الكائنات المعدلة أو المنتجات المتحصل عليها من كائنات معدلة وراثياً، ويجب أن تكون البذور أو الشتلات أو عقل التكاثر الخضري المستخدمة هنا منتجة بطرق عضوية فقط، وسوف نتطرق لذلك لاحقاً.

وإذا كان هناك من ينتقد بعض المزارعين بأنهم يقومون بتسويق منتجاتهم على أنها منتجات عضوية بدون تطبيق الأساليب والمفاهيم الصحيحة للزراعة العضوية بغرض خداع المستهلكين فإن العيب ليس في الزراعة العضوية، وهنا يجب تنبيهه المستهلكين بأن أي منتج زراعي لا يعتبر منتج عضوي بدون الحصول على الشهادات العضوية سواء من المكاتب الإقليمية أو العالمية المعتمدة من قبل الدولة والتي لها الحق في منح الشهادات العضوية والتي تعتمد على استخدام خبراء ومتخصصين يقوموا بالبحث والتحقيق والسيطرة النوعية على حقول الزراعة العضوية أو تلك التي في سبيلها للتحول إلى الزراعة العضوية.

ولقد ذكر عبد المعطي (2003) معايير الجودة في الزراعة العضوية. وفي الحقيقة أنه لا يوجد نظام من أنظمة الزراعة المختلفة له قواعد ومعايير وتقنيات محددة تنظم عمليات الإنتاج الزراعي كنظام الزراعة العضوية. ففي الزراعة العضوية يتم اتباع نظم وقواعد محددة في الإنتاج، بالإضافة إلى وجود نظام للإشراف والتفتيش على المزارع العضوية وكذلك منح الشهادات للمنتجات العضوية مما يعطي الضمان والثقة للمستهلك في المنتجات العضوية.

الباب الثاني

أساسيات الزراعة العضوية

Basics of Organic Agriculture

أولاً: تعريف الزراعة العضوية (الحيوية)
Defining Organic Agriculture

قد يفهم البعض عند ذكر مصطلح الزراعة العضوية Organic Agriculture بأنه نظام زراعي يقوم على أساس تدوير المخلفات الزراعية وعدم استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية وبالتالي سوف يحد ذلك من زيادة التلوث البيئي، أي أنه نظام حيوي مأخوذ من الطبيعة لا يعتمد على أي مدخلات كيميائية، وذلك بالطبع مفهوم صحيح وهو المتبع في الزراعة العضوية ولكننا لابد أن نوضح بأن المفهوم الحقيقي للزراعة العضوية لا يقتصر على هذه النظرة أو التطبيقات العملية في المزارع العضوية، حيث إن مصطلح الزراعة العضوية يتضمن أيضاً العديد من القواعد كما يتضمن مفهوم فلسفي وذلك ما سوف يتضح لاحقاً.

وفي الحقيقة فإن مصطلح الزراعة العضوية أو الزراعة الحيوية أو الزراعة الإيكولوجية يعتبر منهج يتخذ للوصول إلى نظام متكامل قائم على مجموعة من القواعد التي تؤدي في النهاية إلى تحقيق

نظام إيكولوجي مستدام مع توفير غذاء آمن وتغذية سليمة ورعاية للثروة الحيوانية بالإضافة إلى تحقيق العدالة الاجتماعية، ومن ثم فإن الزراعة العضوية تعتبر أكثر من مجرد نظام يتضمن أو يستبعد بعض المدخلات. وعموماً يمكن تعريف الزراعة العضوية بأنها: **نظام زراعي لإنتاج الغذاء والألياف مع الأخذ في الاعتبار المحافظة على البيئة بجانب الاهتمام بالظروف الاقتصادية ومتطلبات المجتمع.**

وفي عام 2007م قام الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM بوضع التعريف التالي للزراعة العضوية:

> «الزراعة العضوية (الحيوية) هي نظام إنتاج يحافظ ويعزز الأنظمة البيئية وخصوبة التربة وصحة الإنسان، ويعتمد على استخدام العمليات البيئية والتنوع البيولوجي (الحيوي) والدورات الزراعية التي تناسب الظروف المحلية، بدلاً من استخدام المدخلات ذات التأثيرات السلبية. وتجمع الزراعة العضوية بين مراعاة التقاليد والمعرفة العلمية الحديثة بما يعود بالنفع على البيئة ويدعم نشوء علاقات عادلة وتحسين نوعية الحياة لكل من له علاقة بالزراعة العضوية»

ومن هذا المنطلق فإن الزراعة العضوية تستحدث نظاماً بيئياً زراعياً قابل للحياة والنمو ومستدام وذلك من خلال التفاعل والتناغم مع أنظمة الحياة ودورتها الطبيعية. ونود أن نوضح بأن نظام الزراعة العضوية يختص بنظم الإنتاج الزراعي وليس بالمنتج نفسه، ولكننا عندما نتحدث عن تسويق هذا المنتج أو تصديره فإن هذا المنتج العضوي تنظمه شروط وقواعد محلية أو دولية وعلى هذا الأساس فإن المنتج العضوي (أو الحيوي) هو المنتج الذي يتم إنتاجه وإعداده وتجهيزه وتداوله على أساس الشروط والنظم والقواعد أو القوانين الخاصة بالإنتاج العضوي.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن قواعد ونظم وتقنيات الزراعة العضوية تختلف من دولة إلى أخرى، ولكن هذه القواعد والنظم مبنية أساساً على القواعد العامة للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM. وكما ذكرنا سابقاً فقد تأسس هذا الاتحاد في عام 1972م بفرنسا بمدينة فيرساي من عدد 6 منظمات وبعد 15 عام من إنشائه أي في عام 1987 زاد عدد أعضائه إلى 100 عضو في عدد 25 دولة، وفي عام 2002 بلغ عدد المنظمات التي يضمها الاتحاد 750 منظمة تعمل في 104 دولة حول العالم. وفي نهاية عام 2016م أصبح عدد الأعضاء والمنظمات التي يضمها الاتحاد حوالي 800 منظمة تعمل في 115 دولة، وأصبح هذا الاتحاد هو المسئول عن نشر المعلومات الخاصة بمبادئ وقواعد وممارسات الزراعة العضوية. وقد قام الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية بوضع المعايير الأساسية والمقاييس العالمية للتحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية.

والمهمة الرئيسية للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM هي تنسيق شبكة الحركة العضوية حول العالم، والاتحاد منظمة ديموقراطية وهو يهدف إلى خدمة المجتمعات الأهلية ويتم تنفيذ الأنشطة الرئيسية داخل الاتحاد من قبل مجلسه الدولي ومختلف لجانه ومجموعاته العاملة وفرقه المنتدبة لمهمات معينة والأهداف والأنشطة الرئيسية لهذا الاتحاد يمكن تلخيصها فيما يلي:

- تبادل المعرفة والخبرة بين أعضائه وإعطاء الجمهور معلومات عن الزراعة العضوية/الحيوية.
- تمثيل الحركة العضوية على الصعيد العالمي في المنتديات البرلمانية والإدارية ومنتديات صنع القرار وللاتحاد على سبيل المثال وضع استشاري لدي منظمة الأمم المتحدة ومنظمة الأغذية والزراعة FAO.
- وضع المعايير والقواعد الأساسية للزراعة العضوية وتصنيع الأغذية العضوية التي يصدرها الاتحاد على الصعيد العالمي، مع تنقيح وتعديل هذه القواعد بانتظام، وهذه القواعد والمعايير الأساسية للزراعة العضوية والصادرة عن الاتحاد تترجم إلى 19 لغة. وجدير بالذكر أنه نظراً لعدم تجانس الظروف البيئية للدول والمناطق المختلفة، فإن المنظمات الإقليمية في كل دولة يمكن أن تقوم بوضع الضوابط المناسبة بكل إقليم أو دولة التي ستكون أحياناً أكثر تشدداً مقارنة بالمعايير الأساسية لمنظمة IFOAM التي تعتبر الحدود الدنيا لمتطلبات نظم الزراعة العضوية.
- جعل الضمانة الدولية لجودة المنتجات العضوية حقيقة من خلال برنامج الاعتماد Accreditation في الاتحاد لضمان تكافؤ برامج منح الشهادات في أنحاء العالم، وذلك من خلال هيئة أو شركة تسمى «الخدمة الدولية للاعتماد العضوي» International Organic Accreditation Service Ltd (IOAS).

ولقد تأسست شركة أو هيئة IOAS (الخدمة الدولية للاعتماد العضوي) من قبل الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM في عام 1997م حيث كان هناك حاجة إلى آليه لبناء الثقة وتسهيل التجارة وكان هناك حاجة إلى الإشراف على الجهات أو المكاتب المانحة للشهادات في الزراعة العضوية Certification Bodies (CBs) في مختلف البلدان وبهذه الطريقة يكون الاعتماد Accreditation هو أعلى مستوى من هرم التصديق وتقييم المطابقة لنظم الزراعة العضوية. وتعتبر IOAS «الخدمة الدولية للاعتماد العضوي» شركة أو هيئة غير ربحية مسؤولة عن اعتماد Accreditation المكاتب التي تمنح شهادات الزراعة العضوية (CBs) على نطاق العالم، ولبناء الثقة بين الجهات المانحة للشهادات في الزراعة العضوية (CBs) والسوق في جميع أنحاء العالم، بحيث يمكن للمنتجين العمل في بيئة عادلة ويمكن للمستهلكين الوثوق في المنتجات التي تحمل ملصقات تدل على أن هذه المنتجات قد تم إنتاجها تحت نظم الزراعية العضوية.

ثانياً: المنتج العضوي Organic Product

كما سبق القول بأن نظام الزراعة العضوية تختص بنظم الإنتاج الزراعي وليس المنتج نفسه، والمنتج هنا يسمي منتج عضوي Organic product أو منتج حيوي Bio-product، وهذا المنتج العضوي يجب أن يكون ناتج من مزرعة تقع تحت الإشراف والتفتيش الدوري المباشر لإحدى الهيئات أو المكاتب الدولية أو المحلية وهي الجهة المانحة للشهادة العضوية Certification Body وهذه الجهة يجب أن تكون معتمدة ومرخص لها بذلك من قبل Accreditation Body. وبالطبع تكون للجهة المانحة للشهادات العضوية الحق في إعطاء شهادات موثقة تثبت بأن هذا المنتج المحدد من هذه المزرعة المحددة

بمساحة معينة هو منتج عضوي تم إنتاجه من هذه المزرعة العضوية التي تدار تبعاً للقوانين والقواعد الواردة بمعايير الزراعة العضوية التي سنتحدث عنها تفصيلياً فيما بعد.

وكما أوضحنا سابقاً فإنه يطلق على الجهة المانحة للشهادة العضوية Certification Body وهذه الشهادة تثبت بأن هذا المنتج المحدد هو منتج عضوي (حيوي) وبالطبع فإن ذلك يميز هذه الجهة (المكتب أو الهيئة) عن تلك الجهات الواضعة للمعايير والقواعد الخاصة بالزراعة العضوية وأيضاً تلك التي تقوم بعمليات فحص لهذا المنتج. كما أن شركة أو هيئة IOAS هي المسؤولة عن اعتماد (Accreditation) المكاتب أو الهيئات التي تمنح شهادات الزراعة العضوية Certification Bodies (CBs) على مستوى العالم. وفي المقابل فإن المنتجات الزراعية المنتجة من أي مزرعة غير خاضعة للإشراف والتفتيش من قبل أي من الجهات المعتمدة دولياً أو إقليمياً لا يمكن الادعاء بأنها منتجات عضوية، ولا يمكن أن تحمل هذه المنتجات أي علامة أو عبارة تشير إلى أنها منتجات عضوية/حيوية.

والمنتج العضوي يطلق عليه في اللغة العربية «منتج عضوي أو حيوي». والمنتج الذي ستتم إجازته كمنتج عضوي/حيوي يجب أن يكون قد تمت إجازته بدولة المنشأ كمنتج عضوي طبقاً لطريقة إنتاجه الموضحة بالملصق الذي يوضح للمشتري أن هذا المنتج أو مكوناته تم الحصول عليها طبقاً لقواعد ومعايير الإنتاج العضوي. ويشترط في أي منتج يسوق تحت اسم منتج «عضوي/حيوي» أن يكون ناتجاً من مزرعة تقع تحت الإشراف والتفتيش المباشر لأحد المكاتب أو الهيئات الإقليمية أو الدولية Certification Body وأن تتطابق مواصفات هذا المنتج مع المواصفات والمعايير الأساسية لنظام الزراعة العضوية وسوف يضمن هذا النظام التفتيش الدوري على المزارع والذي بناءً عليه تمنح شهادات صلاحية هذه المنتجات كمنتجات عضوية/حيوية، بجانب الإشراف على عمليات تجهيز المنتج وتسويقه. وهذه المكاتب أو الهيئات الإقليمية أو الدولية يجب أن تكون حاصلة على شهادة اعتماد Accreditation من شركة أو هيئة IOAS (الخدمة الدولية للاعتماد العضوي). وبالتالي فإن المنتجين الزراعيين غير الخاضعين لإشراف وتفتيش لأي من هذه المكاتب أو الهيئات الإقليمية أو الدولية لا يمكنهم الادعاء بأن مواصفات منتجاتهم تتطابق مع المواصفات والمعايير الأساسية التي وضعتها الجهة المختصة. وبالتالي لا يمكن لهذه المنتجات أن تحمل أي علامة أو عبارة تشير إلى إنه منتج عضوي/حيوي. ويوضح جدول (3) تسمية المنتج العضوي في اللغات المختلفة.

جدول (3): تسمية المنتج العضوي في اللغات المختلفة.

اللغة	المنتج العضوي	اللغة	المنتج العضوي
الإنجليزية	Organic	**الألمانية**	Ökologisch
الفرنسية	Biologique	**الدانماركية**	Økologisk
الإيطالية	Biologico	**الإسبانية**	Ecologico
البرتغالية	Biologico	**السويدية**	Ekologisk
الهولندية	Biologisch	**الفنلندية**	Luonnonnukainen
العربية	عضوي/حيوي		

ثالثاً: أهداف الزراعة العضوية
Objectives of Organic Agriculture

تهتم الزراعة العضوية وتشجع على اتباع النظم والوسائل التي تحافظ على البيئة مع تقليل وتقنين المدخلات الخارجية في عمليات الإنتاج الزراعي، بالإضافة إلى اهتمامها بالنواحي الاقتصادية والاجتماعية خلال عمليات الإنتاج. ويقوم الإنتاج والتصنيع العضوي على عدد من الأهداف الأساسية التي تم وضعها بواسطة الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM والتي تتمثل فيما يلي:

- إنتاج غذاء صحي ذو جودة عالية وكذلك الألياف وغيرها من المنتجات وبكميات كافية.
- التعامل بشكل يتماشى ودورات الحياة الطبيعية والأنظمة الحية من خلال التربة والنباتات والحيوانات داخل نظام الإنتاج.
- مراعاة البعد الاجتماعي والبيئي الشامل لنظام إنتاج وتجهيز وتداول المنتجات العضوية مع توفير نظام بيئي له صفة الاستمرارية والجودة.
- الحفاظ على خصوبة التربة على المدى الطويل والعمل على زيادتها وتعزيزها باستخدام الوسائل الزراعية المحلية المعدلة والطرق الحيوية والميكانيكية كطرق بديلة مقابل المدخلات المعتمد عليها.
- الحفاظ على التنوع الحيوي Biodiversity الطبيعي والزراعي في المزرعة والأوساط المحيطة بها وتشجيعه وذلك عن طريق استخدام أنظمة إنتاج مستدامة وحماية البيئة النباتية والحياة البرية.
- الحفاظ على التنوع الوراثي وحمايته من خلال الاهتمام بإدارة المصادر الوراثية في المزرعة.
- ممنوع منعاً باتاً استخدام أي مواد تتضمن جينات معدلة أو مهندسة وراثياً (Genetically Modified Organisms (GMOs سواء كان ذلك في البذور أو أي مدخلات إنتاج أخرى.
- الاستخدام الآمن والصحي للمصادر المائية مع المحافظة على ما تحتويه من أحياء.
- بقدر الإمكان استخدام المصادر الممكن تجديدها في أنظمة الإنتاج والتصنيع وتفادى التلوث والمخلفات.
- تشجيع الإنتاج والتوزيع المحلى والإقليمي.
- توفير علاقة متناغمة واتزان بين إنتاج المحاصيل والإنتاج الحيواني.
- العمل على توفير ظروف الحياة المناسبة التي تمكن الحيوانات من ممارسة سلوكها الغريزي.
- استخدام مواد التعبئة القابلة لإعادة التدوير والمتحللة حيوياً أو المعاد تدويرها.
- توفير نوعية الحياة التي تفي بالاحتياجات الأساسية للعاملين في عملية الإنتاج والتصنيع العضوي في إطار بيئة عمل آمنة وصحية.
- دعم إنشاء سلسلة متكاملة من الإنتاج والتصنيع والتوزيع تتسم بالعدالة الاجتماعية والمسئولية البيئية.
- إدراك أهمية المعرفة الفطرية المحلية والتقليدية الخاصة بنظم الزراعة وحمايتها والتعلم منها.

رابعاً: مبادئ الزراعة العضوية
Principles of Organic Agriculture

لقد قام الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM بتجميع أهداف الزراعة العضوية في أربعة مجاميع رئيسية تمثل المبادئ الأساسية للزراعة العضوية، وهذه المبادئ هي الأسس التي تنمو وتتطور عليها الزراعة العضوية، وهي تُعبر عن الرؤية المستقبلية التي تساهم فيها الزراعة العضوية في تحسين طرق الزراعة والعناية بالتربة الزراعية على المستوى العالمي. إن الزراعة هي إحدى أهم النشاطات الأساسية التي يقوم بها الإنسان وهو يحتاج للغذاء بشكل يومي، كما وأن جميع القيم التاريخية والثقافية والمجتمعية تكون متضمنة في هذا النظام.

إن المبادئ الأساسية للزراعة العضوية تدخل إلى الزراعة من أوسع أبوابها، متضمنة الأسلوب الذي يتعامل فيه المزارعين مع التربة والماء والنباتات والحيوانات من اجل الإنتاج وتجهيز وتسويق الغذاء والسلع الأخرى كما أنها تهتم بالطريقة التي يتفاعل فيها المزارعين مع البيئة الطبيعية الحية التي يرتبط كل منها بالآخر ليشكل تراثا للأجيال القادمة. إن المبادئ الأساسية للزراعة العضوية تساعد في تشجيع والهام حركات الزراعة العضوية بكامل تنوعها وهي أيضاً الدليل الذي تستمد منه هذه الحركات، ممثلة في الاتحاد الدولي لحركات

الزراعة العضوية IFOAM، تطورها في وضع البرامج والمعايير والقواعد للزراعة العضوية، بالإضافة إلى ما سبق فإن الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية لديه رؤية بسبب تبنيه لهذه المبادئ على مستوى العالم. ولقد قام Luttikholt (2007) بنشر وتوضيح تفصيلي لهذه المبادئ الأربعة الأساسية للزراعة العضوية التي قام بوضعها الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM (2000) وهي كما يلي:

1. مبدأ الصحة The Principle of Health

الزراعة العضوية يجب أن تكون مستدامة وتعمل على تحسين خصوبة التربة والنبات والحيوان والإنسان والتعامل مع كوكب الأرض على انه وحده لا تتجزأ. ويشير هذا المبدأ بان صحة الأفراد والمجتمعات لا يمكن فصلها عن صحة الأنظمة البيئية فالتربة الصحية تنتج محاصيل صحية لتغذية الإنسان والحيوان.

فالصحة تعنى النظرة الشاملة والمتكاملة لأنظمة الحياة، ولا يمكن أن يتم اختفاء مرض من الأمراض بسهولة ولكن المحافظة على ما يحيط بالإنسان من ظروف طبيعية وذهنية واجتماعية وبيئية يؤدى إلى تنامي قدرته على مواجهة المرض، فالمناعة والمرونة والتجدد مفتاح الخصائص اللازمة للصحة. وهنا يبرز دور الزراعة العضوية سواء في عملية الزراعة أو التجهيز(التصنيع) أو التوزيع أو الاستهلاك للمنتجات العضوية، حيث تؤدي الزراعة العضوية إلى تحسين صحة الأنظمة البيئية والكائنات المختلفة من أصغرها الذي يعيش في التربة Microorganisms (الكائنات الحية الدقيقة) وحتى الجنس البشري. وبشكل خاص فإن الزراعة العضوية تعتني بإنتاج أطعمة ذات قيمة غذائية وجوده عالية تسهم في وقاية الإنسان والمحافظة على صحته، ومن هذا المنطلق فإننا يجب أن نبتعد عن استخدام الأسمدة والمبيدات والأدوية البيطرية والمواد المضافة للأطعمة التي قد يكون لها تأثيرات سلبية على الصحة لكل من الإنسان والحيوان والتربة.

2. مبدأ البيئة The Principle of Ecology

الزراعة العضوية يجب أن ترتكز على الأنظمة البيئية الحية والدورات الطبيعية بحيث تعمل معها وتساندها وتعمل على استدامتها. ويؤكد هذا المبدأ بأن الزراعة العضوية تنطوي تحت إطار الأنظمة البيئية الحية. كما ينص هذا المبدأ على أن الإنتاج العضوي يجب أن يكون مرتكزا على الأساليب البيئية وإعادة التدوير. فمن خلال علم البيئة يمكن معرفة الأسلوب الأمثل لإنتاج الغذاء حسب بيئة الإنتاج فتتحقق التغذية والصحة من خلال الأساليب المتبعة في طرق وظروف الإنتاج.

فعلى سبيل المثال بالنسبة للمحاصيل الزراعية فالبيئة تعنى التربة الحية، أما بالنسبة للحيوانات فالبيئة هي النظام البيئي للمزرعة، وبالنسبة للأسماك والكائنات البحرية فالبيئة هي البيئة المائية.

إن الزراعة العضوية والمراعي وأنظمة الحصاد البرية يجب أن تتلاءم مع دورات العناصر والتوازن البيئي في الطبيعة. وهذه الدورات في مجملها كونية ولكنها عملياً لها خصوصية مكانية. إن الإدارة العضوية يجب أن تتكيف مع الظروف والمقاييس المحلية، ومدخلات الإنتاج يجب أن تخفض عن طريق إعادة استخدامها وتدويرها والإدارة الفعالة للمواد والطاقة حتى يمكن تحسين نوعية البيئة والحفاظ على المصادر الطبيعية. إن الزراعة العضوية يجب أن تحقق التوازن البيئي من خلال تصميم أنظمة وقواعد الإنتاج العضوي بالمزارع، والحفاظ على الموطن الأصلي للكائنات الحية، والحفاظ على التنوع الجيني والزراعي. وأولئك الذين ينتجون ويصنعون ويسوقون ويستهلكون المنتجات العضوية يجب عليهم حماية البيئة العامة، وهذه تشمل المسطحات الخضراء والمناخ وأماكن معيشة الكائنات، والتنوع البيولوجي، والماء، والهواء.

3. مبدأ العدالة The Principle of Fairness

الزراعة العضوية يجب أن تحافظ على العلاقات التي تؤكد على العدل فيما يتعلق بالبيئة العامة وفرص الحياة، فالعدالة تجسد من خلال المساواة والاحترام والإنصاف والتأكيد بأن الكون هو مشترك سواء بين البشر أو علاقاتهم بالكائنات الحية الأخرى. وهذا المبدأ يؤكد بأن أولئك العاملون في الزراعة العضوية يجب أن يعكسوا العلاقات الإنسانية في صورة تؤكد على الإنصاف على جميع المستويات ولجميع الأطراف سواءً كانوا مزارعين أو عمال أو مصنعون أو موزعون أو تجار أو مستهلكون، فالزراعة العضوية يجب أن تمنح جميع من ينضم إليها الحياة الكريمة والإسهام في توفر الغذاء وخفض الفقر. إنها تهدف إلى إنتاج غذاء كافٍ ذو نوعية جيدة وكذلك أية منتجات أخرى.

كما يؤكد هذا المبدأ على أن الحيوانات هي الأخرى يجب أن تعيش في ظروف وإمكانيات تتلاءم مع طبيعتها الجسمانية، وسلوكها الطبيعي وحالتها الفسيولوجية. إن المصادر الطبيعية والبيئية التي تستخدم في عملية الإنتاج والاستهلاك يجب أن تدار بطريقة عادلة اجتماعياً وبيئياً بحيث نحافظ عليها للأجيال القادمة. إن مبدأ العدالة يحتاج إلى أنظمة في الإنتاج والتوزيع والتجارة تكون شفافة عادلة وكذلك متوافقة مع الاحتياجات البيئية والاجتماعية. ويمكن أن نوجز الشروط الأساسية الواجبة لتحقيق العدالة الاجتماعية فيما يلي:

- لا يجب السماح باستخدام الأطفال في العمالة، كما لا يسمح باستخدام العمالة عن طريق السخرة.
- غير مسموح بعمليات الإنتاج التي تنتهك فيها حقوق الإنسان والحالات الواضحة من الظلم الاجتماعي.
- يجب أن تسمح إدارة العمل للعاملين بالمشاركة النقابية والسياسية أو الشعبية.
- المساواة بين العمال حسب العطاء في العمل بغض النظر عن النوع أو الديانة...إلخ.

4. مبدأ العناية والمسؤولية The Principle of Care

إن الزراعة العضوية يجب أن تدار بأسلوب وقائي ومسئول لحماية البيئة والصحة والبقاء للأجيال الحالية والقادمة. فالزراعة العضوية هي نظام حي وديناميكي يستجيب للمؤثرات والظروف الداخلية والخارجية. هذا ويمكن لممارسي الزراعة العضوية أن يحسنوا الكفاءة وان يزيدوا في الإنتاج، ولكن يجب ألا يكون هذا على حساب تعريض الصحة والحياة للخطر، لذلك يجب أن نقيم التقنيات الجديدة ونراجع الطرق المستخدمة بالفعل، وعليه فعندما يكون الفهم بالنظم البيئية الزراعية غير كامل فان الحذر يجب أن يؤخذ بالحسبان.

إن هذا المبدأ ينص على أن الحذر والمسؤولية هي مفاتيح الإدارة والتطور واختيار التقنيات المناسبة في الزراعة العضوية، ولذلك فمن الضروري الأخذ بالعلم للتأكد من أن الزراعة العضوية هي صحية وآمنة ولها حس بيئي. وعموماً فان المعرفة العلمية وحدها ليست كافية، فقد أثبتت الأيام أن الخبرة العملية والحكمة بالإضافة إلى الخبرات والمعارف التقليدية قد توفر حلولا مفيدة في كثير من الأحيان. ويمكن للزراعة العضوية أن تمنع أخطاراً كبيرة بتبنيها للتقنيات الملائمة ورفضها للتقنيات غير المقبولة مثل استخدام الكائنات المعدلة وراثياً Genetically Modified Organisms (GMOs) باستخدام طرق الهندسة الوراثية. وما يتم أخذه من

قرارات يجب أن يعكس القيم والاحتياجات لجميع من قد يتأثروا بها وذلك من خلال الشفافية والقنوات المشتركة.

خامساً: التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية

Conversion from Conventional to Organic Agriculture

في الماضي كان معظم المزارعين يعتمدون في إدارة مزارعهم باستخدام الأساليب والممارسات الزراعية التقليدية Conventional farming وكان من الشائع استخدام الزراعات المتعددة المحاصيل Multiple cropping وكذلك الزراعات التحميلية Intercropping مع استخدام مدى واسع من محاصيل التغذية Food crops وكل ذلك كان يتم زراعته في نفس المزرعة، ولذلك كان نادراً ما يحدث انتشار وبائي للأمراض النباتية أو فوران Outbreak في تعداد الآفات الحشرية.

حديثاً مع التحول من الزراعات التقليدية إلى الزراعات الحديثة المكثفة، حيث الاعتماد على زراعة المحصول الواحد Mono-crop في مساحات كبيرة للحصول على إنتاج عالي، كما في الولايات المتحدة الأمريكية، وكذلك زراعات البيوت المحمية، كل ذلك أدى إلى تكثيف استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات الكيميائية بسبب حدوث فوران في تعداد بعض الآفات الحشرية.

ونتيجة لزيادة مشاكل التربة والآفات أعتقد البعض أن زيادة الجرعات أو الكميات المستخدمة من الأسمدة والمبيدات الكيميائية ضرورياً للمحافظة على الإنتاج العالي من المحصول، ولكنه على العكس من ذلك فإن الإنتاج في مثل هذه الحالات لم يحقق أي تحسن في المحصول نظراً للتدهور الحاد في خصوبة التربة، كما أن مشاكل الآفات هي الأخرى أصبحت حادة مع مرور الوقت مما استدعي زيادة المعاملات من المبيدات الكيميائية. كل ذلك بالطبع أدى إلى حدث تلوث للتربة الزراعية وفقدانها لخصوبتها في المناطق الزراعية التي تتبع مثل هذه الأساليب والممارسات. وهناك بعض الأسس التي يجب اتباعها لكي تتحول مزرعة ما من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية، وفيما يلي سنتعرف على هذه الأسس أو الخطوات التي يجب اتباعها ليتم هذه التحول.

1. فترة التحول Conversion period

في الأساس يحتاج نظام الزراعة العضوية إلى بناء تربة غنية بالعناصر الغذائية وخصبة وخالية من أي ملوثات أو متبقيات كيميائية، وذلك بالطبع يتطلب فترة تسمى «فترة التحول» Conversion period من الإنتاج العادي أو التقليدي إلى الإنتاج العضوي، وهذه الفترة قد تكون غير كافية لتحسين خصوبة التربة والاتزان البيئي بها ولكنها فترة تبدأ عندها كل متطلبات تحقيق هذا الهدف. إن اتخاذ قرار التحول من الزراعة التقليدية أو العادية إلى الزراعة العضوية، يعني اتباع النظم والأساليب التي تتوافق مع المتطلبات القياسية للزراعة العضوية.

إن مصطلح "Conversion period" يشير إلى شكل عالي من الانضباط والتنظيم من حيث الالتزام والتقيد بمقاييس قانونية محددة وقواعد ومعايير عملية الإنتاج العضوي واستخدام الملصقات التجارية Labelling. وهذه القواعد أو القوانين العضوية بجانب اشتراطها المنع التام لاستخدام بعض من مدخلات الإنتاج الزراعي، مثل الأسمدة والمبيدات الكيميائية المخلقة، فإنها ترتبط بعدد من الممارسات الزراعية تحافظ على قوة الإنتاج المستدام بالمزرعة. وتختلف فترة التحول إلى الإنتاج العضوي تبعاً للاستخدام السابق للأرض أو المزرعة المراد تحويلها للإنتاج العضوي، وأيضاً تبعاً للحالة البيئية. ويجب أن تتم عملية التحول تحت إشراف إحدى جهات التفتيش التي تعطي شهادات الزراعة العضوية للمزرعة ومنتجاتها "Certification body". وجدير بالذكر أنه يوصي، عند تحديد فترة التحول بأن تكون هناك فترة محددة من آخر تاريخ تم فيه استخدام أية مادة أو ممارسة محظورة في الزراعة العضوية.

وعموماً فإن المنتجات النباتية من الزراعات الحولية يمكن اعتمادها عضوياً إذا طبقت شروط وقواعد الزراعة العضوية لمدة لا تقل عن 24 شهر قبل بداية دورة الإنتاج، أما منتجات الزراعات المستديمة كأشجار الفاكهة فيمكن اعتمادها عضوياً إذا طبقت شروط وقواعد إدارة المزرعة عضوياً لمدة لا تقل عن 36 شهراً قبل بداية الإنتاج. ومن جهة أخرى، يمكن لجهة التفتيش ومنح الشهادات إطالة فترة التحول أو تقصيرها تبعاً للظروف البيئية والاستخدام السابق للأرض، فمثلا يمكن تقصير فترة التحول إلى 12 شهراً في حالة الأراضي البكر Virgin land التي لم يسبق زراعتها، كما يمكن لجهة التفتيش ومنح الشهادات "Certification body" أن تسمح ببيع المنتجات النباتية تحت مسمى «منتج زراعة عضوية أثناء مرحلة التحول» إذا طبقت الشروط المطلوبة لمدة لا تقل عن 12 شهر، كما هو موضح في جدول (4).

جدول (4): الفترة اللازمة للتحول من الزراعة العضوية إلى الزراعة التقليدية تبعاً لطبيعة المزرعة وأنواع المحاصيل.

طبيعة المزرعة	عدد الأشهر اللازمة للتحول من الزراعة التقليدية إلى الزرعة العضوية	
	المحاصيل الحقلية والخضر	أشجار الفاكهة
مزرعة تمت فيها الزراعة مسبقاً Planted land	24	36
مزرعة بكر لم تزرع من قبل Virgin land	12	24

2. مراحل التحول إلى الزراعة العضوية Conversion phases

بوجه عام هناك مجموعة من الأسئلة التي لابد وأن يتناولها المزارعين بشيء من العناية والحيادية قبل اتخاذه قراراً بالتحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية، وهذه الأسئلة تتمحور حول إمكانية فهم وتطبيق لمراحل التحول إلى الزراعة العضوية. وتشتمل عملية التحول من الزراعة التقليدية

إلى الزراعة العضوية على عدة مراحل يمكن تقسيمها إلى ثلاثة مراحل متتالية هي كما يلي:

- **مرحلة التحضير Preparation phase**

هناك اختلاف جوهري بين تصرف وفهم المزارعين في طرق حل المشاكل الزراعية في نظام الزراعة التقليدية Conventional agriculture عن تلك المتبعة في نظام الزراعة العضوية Organic agriculture، ففي الزراعة التقليدية يتم تناول المشاكل الزراعية عن طريق الاعتماد على استخدام بعض المدخلات للحصول على محصول جيد كماً ونوعاً، أي أن حل المشاكل يكون في خط مستقيم بمعنى: معرفة حدود المشكلة بدقة ووصف العلاج عن طريق المعاملة أساساً بالمدخلات الكيميائية. بينما تقوم الزراعة العضوية على أساس الفكر البيولوجي والفهم العميق وربط كل شيء بالطبيعة والبيئة ومتغيراتها، وذلك بالطبع يستلزم تحضيرات كاملة وشاملة لجميع النشاطات الزراعية والمواد المسموح باستخدامها والطرق المختلفة التي تتوافق مع المقاييس الوطنية أو الدولية للزراعة العضوية. وهناك سمة أو مظهر مهم لمرحلة التحضير ألا وهو: تطوير نظام رئيسي ودقيق لتوثيق جميع العمليات والأساليب الزراعية المتبعة.

وجدير بالذكر أن هناك مجموعة من النقاط يجب وضعها في الاعتبار مع إجراء بعض الدراسات الهامة وتجميع العديد من البيانات بعناية أثناء مرحلة التحضير، وهي كما يلي:

اختيار موقع المزرعة العضوية : وهنا يجب التأكد من أن الموقع الذي تم اختياره لتحويله وتطبيق نظم الزراعة العضوية به مناسب، وذلك من خلال دراسة النقاط التالية:

- نوعية التربة ومدى خصوبتها.
- نوعية مياه الري ومدى توفرها بالمزرعة مع قياس مدى ملوحتها.
- مدى توفر مدخلات إنتاج السماد العضوي (الكمبوست) من المخلفات النباتية والمخلفات الحيوانية.
- نوعية الآفات والأمراض المنتشرة بالمناطق المحيطة بالمزرعة، وكذلك نوعية الحشائش ومدى انتشارها بالمنطقة.

إعداد خرائط تفصيلية للمزرعة: وهنا يجب وضع خرائط تفصيلية للمزرعة وذلك لأغراض التفتيش من الجهة المانحة لشهادات الزراعة العضوية "Certification body" على أن يوضح تفصيلياً بالخرائط المناطق التي سوف يتم تحويلها إلى الزراعة العضوية مع توضيح المناطق أو الوحدات التي سوف تظل تستخدم نظم الزراعة التقليدية، وذلك في حالة تحويل جزء أو مناطق معينة من المزرعة إلى الزراعة العضوية.

إعداد سجل تاريخي للمزرعة: حيث يشمل ذلك بيانات عن حجم المزرعة وطوبوغرافيتها، ونظام إنتاج المحاصيل بها في السابق ونوعيتها، والمناخ السائد والبنية التحتية بالمزرعة أو المنطقة، والمعاملات الكيميائية المختلفة بالمزرعة خلال الثلاث سنوات السابقة لاتخاذ قرار التحول إلى الزراعة العضوية.

إعداد خطة شاملة للتحول إلى الزراعة العضوية: حيث تشتمل هذه الخطة على النقاط التالية:

اختيار المحاصيل والأنواع التي سيتم زراعتها: وهنا يجب التركيز على الأنواع المقاومة للأمراض بقدر الإمكان.

تحديد مصادر البذور أو الشتلات أو الدرنات المستخدمة في الزراعة: حيث إن البذور أو المواد النباتية المستخدمة في الزراعة العضوية يجب أن تكون من مصادر عضوية بمعنى أن تكون منتجة في مزارع عضوية وتحمل شهادات تفيد بأنها عضوية، فإذا لم تتوفر يجب أن تكون من مصادر موثوق بها وغير معاملة كيميائياً، وفي هذه الحالة يجب التنسيق مع الجهة المانحة للشهادات العضوية لأخذ موافقتها على ذلك المصدر، كما أنه لا يسمح باستخدام بذور أو مواد نباتية معدلة بطريقة الهندسة الوراثية.

إعداد برنامج شامل للتسميد: الذي من خلاله يجب المحافظة على خصوبة التربة وزيادتها، مع دراسة مدى توفر المخلفات النباتية والمخلفات الحيوانية لاستخدامهما في تحضير السماد العضوي "الكمبوست Compost" وكذلك تحديد طرق تخزينه، حيث يجب هنا حماية السماد العضوي من الشمس والمحافظة عليه رطب وليس مبللاً.

إعداد دورة زراعية مناسبة Crop rotation: الدورة الزراعية هنا تختص بمحاصيل الخضر والمحاصيل الحقلية، وليس بأشجار الفاكهة المستديمة مثل: نخيل التمر والموالح وغيرها. وهنا يجب التأكيد على عدم زراعة محاصيل من نفس العائلة الواحد تلو الآخر، وكمثال: عدم زراعة البطاطس بعد الطماطم والعكس.

إعداد خطة شاملة لوقاية النباتات: وهذه الخطة يجب أن تشتمل على كل الطرق التي يمكن استخدامها للسيطرة على الآفات المختلفة وتعدادها، ومن أمثلة ذلك: الدورة الزراعية Crop rotation، تغطية سطح التربة Mulching، زراعة المحاصيل المختلطة Mixed cropping، وهنا تشتمل خطة الوقاية أيضاً على استخدام المبيدات الحيوية Biopesticides سواء تلك التي تنتج محلياً أو عالمياً وهنا يجب الحصول على شهادة تفيد بأن هذه المركبات قد تم إنتاجها طبقاً لمعايير الزراعة العضوية، كما يجب أن تكون حاصلة على شهادة للاستخدام في الزراعات العضوية.

إجراء عملية عزل أو فصل لوحدة الزراعة العضوية: عند تحويل جزء معين من المزرعة للزراعة العضوية يجب إجراء عملية عزل أو فصل Segregation لوحدة الزراعة العضوية، ولو أن ذلك لا يوصي به عادة. ولكن عند حدوث ذلك يجب أن يتم عزل المنتجات العضوية عن منتجات الزراعة التقليدية، مع ملاحظة أنه غير مسموح بزراعة نفس المحصول أو النوع من النباتات في نفس الوقت في كل من الجزء من المزرعة المخصص للزراعة العضوية والآخر المخصص للزراعة التقليدية.

إعداد خطة لعملية تداول وتسويق المنتجات العضوية: حيث يجب أن يتم حفظ المنتجات العضوية في أماكن منفصلة ومستقلة عن منتجات الزراعة التقليدية، كما يجب العمل على فتح سوق لهذه المنتجات العضوية.

إعداد نماذج شاملة لتوثيق جميع الأنشطة بالمزرعة العضوية: حيث يجب التوثيق بالتواريخ لجميع العمليات الزراعية بالمزرعة. كما يجب إعداد سجل تاريخي للمزرعة يشتمل على: تواريخ الزراعة وكميات الأسمدة المستخدمة ونوعيتها وتواريخ إضافتها والمواد المستخدمة في الوقاية والمكافحة للآفات والأمراض ومواعيد معاملتها وأخيراً كميات المحاصيل الناتجة ونوعيتها.

تحديد الجهة المانحة للشهادات العضوية Certification body: حيث يتم وضع عقد محدد مع هذه الجهة الذي بموجبه سوف تمنح شهادة لمنتجات المزرعة تفيد بأن هذه منتجات عضوية، حيث يتم

وضع ملصق على هذه المنتجات يوضح اسم هذه الجهة المانحة للشهادات العضوية. ويتم أول تفتيش على المزرعة من الجهة المانحة للشهادات العضوية المتعاقد معها بعد الانتهاء من مرحلة التحضير للتحول إلى الزراعة العضوية، حيث يتم مناقشة جميع الأنشطة والطرق والخطط التي سيتم استخدامها للتأكد من أن جميعها تتوافق مع معايير وقواعد الزراعة العضوية المحلية أو الدولية.

- **مرحلة التنفيذ Implementation phase**

إن عملية التحول إلى الزراعة العضوية تستوجب تغييرات أساسية أو جذرية على مستوى المزرعة وبصفة خاصة في التربة، حيث إن التربة الصحية والخصبة تعتبر هي الأساس أو المفتاح لنظام الزراعة العضوية. وهنا يجب التركيز في إدارة المزرعة على صيانة وتحسين خصوبة التربة والمحافظة على حيويتها وما تحويه من كائنات حية دقيقة، كما يجب الاهتمام بالتنوع البيولوجي Biodiversity والأعداء الحيوية (من مفترسات وطفيليات) المتواجدة بالمزرعة.

وخلال مرحلة التنفيذ يجب اختبار الطرق التي تهدف إلى تحسين خصوبة التربة، وكذلك طرق وقاية ومكافحة الآفات، فلن يؤخذ بكل الطرق وتنفذ بنجاح حيث يعود ذلك إلى ظروف كل مزرعة. وعموماً فإن إدخال الإنتاج الحيواني في النظام الزراعي يعتبر ذات أهمية كبيرة لاستخدامه في إنتاج سماد الكمبوست Compost بكميات كافية، حيث يعتبر السماد العضوي جزء أساسي وجوهري في الزراعة العضوية. ويمكن هنا استخدام التبن أو القش أو أي مواد نباتية أخرى كفرشة للحيوانات لكي تحتفظ ببول الحيوانات، وبالتالي نحسن من نوعية سماد الكمبوست المنتج، وبالطبع في مثل هذه الحالات يجب ألا نعامل هذا السماد المنتج بأي نوع من المبيدات الحشرية أو مبيدات الحشائش وغيرها.

وفي مجال الوقاية والمكافحة للآفات فإن هناك بعض النباتات لها صفات طاردة للحشرات، كما أن هناك العديد من النباتات التي يمكن أن تستخدم كمصائد للأعداء الحيوية للآفات وهذه يمكن زراعتها في خطوط بطريقة معينة في المزارع العضوية، وهذه سيأتي الحديث عنها لاحقاً. وفي الحالات التي يكون فيها استخدام الممارسات الزراعية غير كافي لمكافحة الآفات والسيطرة عليها، فإن استخدام المكافحة الحيوية عن طريق التربية الكمية Mass production لبعض المفترسات

والطفيليات أو استيرادها ومن ثم إطلاقها في المزارع العضوية يكون ذو فائدة كبيرة في السيطرة على العديد من الآفات مثل: التربس، والذباب الأبيض، الحشرات القشرية، وحشرات المن، والأكاروسات النباتية وبصفة خاصة في الزراعات المحمية.

- **مرحلة التثبيت أو الاندماج Consolidation phase**

يقصد بها الاندماج التام في نظام الزراعة العضوية، وهذه المرحلة تهدف في الأساس إلى التعديل الدقيق والنهائي لجميع العمليات التي سوف نقوم بتنفيذها في الزراعة العضوية، وهنا يجب أن نضع في الاعتبار بأننا يجب أن نقوم بإجراء مزيد من البحوث والتجارب على الطرق التقليدية التي لم نقم باستخدامها، لاستخدامها مستقبلاً في الزراعة العضوية إن أمكن ذلك.

3. معوقات التحول إلى الزراعة العضوية

بالرغم من نمو وانتشار الزراعة العضوية على مستوى دول العالم المتقدم، إلا أن انتشار نظام الزراعة العضوية ما زال محدوداً في غالبية الدول النامية، ويعود ذلك إلى العديد من الأسباب التي يمكن تلخيصها فيما يلي:

- عدم المعرفة الكافية عن كيفية التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية.
- عدم توفر الخبرات والكوادر الفنية التي يمكن أن تقنع المزارعين بالفوائد العديدة للزراعة العضوية، وكذلك إرشادهم لنظم الزراعة العضوية خلال فترة التحول.
- عدم توفر البحوث الخاصة بالزراعة العضوية في غالبية الدول، التي يجب أن تتم تحت الظروف البيئية لكل دولة على حدي.
- عدم وجود دعم وتشجيع للمزارعين من قبل الحكومات ممثلة في وزارات الزراعة للتحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية، وكذلك عدم وجود مساهمة فعالة من قبل القطاع الخاص لنظم الزراعة العضوية، وذلك قد يعود إلى عدم توفر المعلومات الكافية عن الفوائد والأهمية الاقتصادية والبيئية والاجتماعية للزراعة العضوية وذلك يعود بالطبع إلى عدم توفر الكوادر الفنية التي يمكن أن تساعد في نشر ثقافة الزراعة العضوية.
- ارتفاع أسعار مستلزمات الإنتاج العضوي نسبياً عن مثيله في الزراعات الأخرى.

سادساً: الفوائد البيئية للزراعة العضوية
Environmental Benefits of Organic Agriculture

مما لا شك فيه أن الزراعة العضوية هي الطريق لتحقيق الزراعة المستدامة، وذلك بالطبع سيعود بفوائد عديدة على البيئة بجميع مكوناتها وفيما يلي نستعرض أهم الفوائد البيئية للزراعة العضوية.

1. الزراعة العضوية والتغير المناخي Climate Change

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج من حرق الوقود من أهم الملوثات التي أدخلها الإنسان على الهواء، ويتكون غاز (CO_2) عند احتراق المواد العضوية كالفحم والحطب والورق وزيت البترول. ومما لا شك فيه فإن الإسراف في استخدام الوقود وقطع الغابات بمعنى التقليل من المساحات الخضراء على كوكب الأرض (التصحر) ساهم في ارتفاع نسبة غاز (CO_2) في الجو، الذي أدى بدوره إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض وهو ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming.

وقد أوضحت منظمة الأغذية والزراعة بالأمم المتحدة بأن الأساليب الزراعية المحسنة يمكن أن تساهم في تخزين نسبة من الكربون الجوي المتولد عن الانبعاثات الناجمة عن الأنشطة البشرية. ومفتاح ذلك يتمثل في زيادة كمية المواد النباتية في التربة ومن ثم امتصاص مقادير أكبر من ثاني أكسيد الكربون من الجو وتحويله إلى مواد نباتية تتألف أساساً من الكربون، وهي عملية يطلق عليها احتجاز الكربون.

ومن المعروف أن الدبال (المادة العضوية) هو المفتاح لخصوبة التربة وما هو إلا نتاج لتحلل بقايا المواد النباتية والحيوانية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، ومن المعروف أيضاً أن انخفاض مستويات الدبال في التربة في جميع أنحاء العالم أدى إلى انبعاث مليارات الأطنان من ثاني أكسيد الكربون في الهواء مما يجعل الزراعة التقليدية واحدة من أكبر المساهمين في ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming أي زيادة حرارة سطح الكرة الأرضية وحدوث ما يعرف بالتغير المناخي Climate change.

ولقد ذكر (2006) Adrian أن هناك دراسة استمرت لمدة 22 عاما في معهد رودال Rodale Institute في الولايات المتحدة الأمريكية أظهرت أن الزراعة العضوية أدت إلى تقليل انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة، حيث إن الزراعة العضوية أدت إلى زيادة المادة العضوية في التربة بنسبة 15 – 28 %، أي ما يعادل أو يكافئ خزن 1.5 طن من ثاني أكسيد الكربون لكل هكتار، وبناء على هذه الدراسة فقد تم التوصل إلى

الاستنتاج التالي: أنه إذا تم تحويل عدد 10.000 مزرعة متوسطة المساحة في البلاد من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية فإن معدل الكربون الذي سيتراكم في التربة في هذه المزارع يكافئ أو يعادل التخلص من أو عدم استخدامنا لمليون سيارة بالطرقات !!.

وقد أوضح عالم الفيزياء Amory Lovins أن مجرد زيادة المادة العضوية في التربة المستنفذة في العالم من شأنه احتجاز أو تخزين أكبر قدر من الكربون المنبعث عن النشاط البشري، حيث تعمل التربة كمخزن لترسيب ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الغلاف الجوي.

وفي الحقيقة أن الزراعة العضوية تعمل على ضبط التغير في المناخ وإمكانية خفض ما يعرف بظاهرة انبعاث الغازات الدفيئة من البيوت المحمية أو المزارع المفتوحة وهذه الغازات هي: ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، الميثان (CH_4)، أكسيد النيتروز (N_2O)، حيث إن انبعاث هذه الغازات الثلاثة يكون بكميات أقل كثيرا في نظم الزراعة العضوية عند مقارنتها بالزراعة التقليدية.

ولقد وجد أن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) انخفض في الزراعة العضوية بنسبة تتراوح بين 48 – 66 % عن مثيلة في الزراعة التقليدية، حيث قام العالمان Haas and Köpke (1994a) بحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المزارع العضوية في ألمانيا، حيث وجد أن الهكتار من الزراعة العضوية ينتج عنه 0.5 طن من ثاني أكسيد الكربون بينما الهكتار من الزراعة التقليدية ينتج عنه 1.3 طن من ثاني أكسيد الكربون بزيادة تقدر بنسبة 61.5 %. ولقد وجدت نفس النتائج تتحقق فيما يتعلق بالمنتجات النيتروجينية وغاز الميثان.

وقد ذكر كل من Haas and Köpke (1994b) and Stolze *et al.* (2000) أن التأثيرات الرئيسية للزراعة العضوية المسؤولة عن هذا الاختلاف الكبير في نسبة انبعاث ثاني أكسيد الكربون تعود إلى الأسباب الآتية:

- في الزراعة العضوية يتم صيانة وزيادة خصوبة التربة عن طريق استخدام سماد الكمبوست، وغير مسموح باستخدام الأسمدة والمبيدات الاصطناعية. وهذا بالطبع يزيد من نسبة المادة العضوية (الدبال) في التربة والكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليل الدبال تقوم بتمثيل 30 جزء من الكربون مقابل جزء واحد من النيتروجين. وقد أظهرت العديد من التجارب الحقلية أن المسمدات العضوية مقارنة بالمسمدات المعدنية تزيد من الكربون العضوي في التربة مما يعني استيعاب كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون من الجو في التربة.
- في الزراعة العضوية يتم استخدام أقل للأعلاف العالية الاستهلاك للطاقة. وجدير بالذكر أن ما يقرب من 70 % من CO_2 المنبعث في الزراعة العضوية يكون نتيجة لاستهلاك الوقود وإنتاج الآلات، بينما في الزراعة التقليدية حوالي 75 % من انبعاثات CO_2 تكون ناتجة عن استخدام الأسمدة النيتروجينية والأعلاف والوقود كما أوضح Haas *et al.* (1995).
- تقلل الزراعة العضوية من استخدام الطاقة غير المتجددة من خلال خفض الاحتياجات من الكيماويات الزراعية (حيث تتطلب هذه إنتاج كميات كبيرة من الوقود). وتسهم الزراعة العضوية في التخفيف من تأثيرات الاحتباس الحراري من خلال قدرتها على استيعاب الكربون في التربة.
- يزيد الكثير من أساليب الإدارة التي تستخدمها الزراعة العضوية (مثل تقليل الحراثة إلى أدنى حد ممكن، وزيادة إدراج النباتات البقولية المثبتة للنيتروجين) من عودة الكربون إلى التربة مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتوفير الظروف المواتية لتخزين الكربون بالتربة.

2. الزراعة العضوية والتنوع البيولوجي (الحيوي) Biodiversity

الأبحاث في أوروبا والولايات المتحدة توضح أن الزراعة العضوية تزيد من التنوع البيولوجي مثل زيادة الحشرات والطيور والكائنات الدقيقة النافعة داخل المزرعة وكذلك حولها وبمراجعة نتائج 44 دراسة بحثية شملت 55 مزرعة قام بها Pfiffner *et al.* (2001) أوضحت أنه في 49 مزرعة زاد بها كلا من التنوع البيولوجي Biodiversity وكذلك الوفرة العددية للأنواع المختلفة بالإضافة إلى أن الزراعة العضوية تحافظ على وتزيد من أعداد الحشرات التي تساعد على تلقيح النباتات. ويوضح جدول (5) أثر الزراعة العضوية على التنوع البيولوجي (الحيوي).

وجدير بالذكر أن Bio Suisse standard في سويسرا تنص على أن المناطق المخصصة لتعزيز التنوع البيولوجي في الزراعة العضوية يجب أن تشكل ما لا يقل عن 7 % من إجمالي مساحة المزرعة العضوية.

جدول (5): التنوع البيولوجي (الحيوي) Biodiversity في الزراعة العضوية.

المجموعة الحيوانية	الوفرة (عدد الأفراد)			تنوع الأجناس (عدد الأجناس)		
	أفضل أداء في الزراعة العضوية	لا فرق بين الزراعتين	أفضل أداء في الزراعة التقليدية	أفضل أداء في الزراعة العضوية	لا فرق بين الزراعتين	أفضل أداء في الزراعة التقليدية
ديدان الأرض	17	1	0	4	3	0
المفصليات						
العناكب	19	3	0	6	2	0
متعددة الأرجل	4	0	0	1	1	0
البق	2	1	0	1	1	0
السوس	2	0	0	1	0	0
الطيور	5	0	0	2	0	0
الإجمالي	49	5	1	15	7	0

Source: Pfiffner *et al.* (2001).

3. الزراعة العضوية والكائنات المحورة وراثياً GMOs

جدير بالذكر أن استخدام الكائنات المحورة وراثياً (GMOs) Genetically Modified Organisms لها فوائد اقتصادية، حيث ذكر Christou *et al.* (2006) أنه في عام 2003م في الولايات المتحدة الأمريكية تم إنتاج ستة من المحاصيل المحورة وراثياً وهي الكانولا والذرة والقطن، والبابايا، والكوسا، وفول الصويا وهذه المزروعات أضافت كميات من المواد الغذائية والألياف قدرها 2.4 مليون طن مما أدى إلى زيادة دخل المزارع بحوالي 1.9 مليار دولار أمريكي، كما أنه نتيجة لاستخدام هذه المحاصيل المحورة وراثياً فقد خفضت كميات المبيدات الحشرية المستخدمة بما يقدر بحوالي 21 ألف طن. بالإضافة إلى ذلك فقد ذكر Shelton *et al.* (2002) أن استخدام القطن المحور وراثياً أدى إلى انخفاض كبير في استخدام مبيدات الحشرات في البلدان المتقدمة والنامية مع زيادة واضحة في العائد والربحية.

بالرغم مما سبق فإنه من المعروف أن الكائنات المحورة وراثياً (GMOs) لا يسمح باستخدامها في نظام الزراعة العضوية وذلك خلال أية مرحلة من مراحل إنتاج الأغذية العضوية. وحيث إننا لم نفهم حتى الآن التأثيرات الجانبية المحتملة للكائنات المحورة وراثياً على البيئة والصحة، فإن الزراعة العضوية تتخذ منهجاً وقائياً بمنع استخدام الكائنات المحورة وراثياً بدول الاتحاد الأوروبي والعديد من دول العالم، وبالإضافة لذلك فإن بطاقات البيانات العضوية يوضح عليها تأكيداً بأن الكائنات المحورة وراثياً لم تستخدم عن عمد في إنتاج وتصنيع هذه المنتجات العضوية. ففي يوم 19 أكتوبر من عام 1998م أنعقد المؤتمر العلمي الثاني عشر للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM حيث صوت أكثر من 600 مندوب من أكثر من 60 دولة بالإجماع على استبعاد استخدام الكائنات المحورة وراثياً GMOs في إنتاج الأغذية والزراعة، ومن هذه النقطة تم استبعاد الكائنات المحورة وراثياً بشكل قاطع من الزراعة العضوية IFOAM (1998)، وقد نص الإعلان الصادر من المؤتمر على ما يلي:

نحن المشاركون في المؤتمر العلمي الثاني عشر للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM والمنعقد في مار ديل بلاتا بالأرجنتين (Mar del Plata in Argentina) ندعو الحكومات والهيئات التنظيمية في جميع أنحاء العالم للحظر الفوري عن استخدام الهندسة الوراثية في الزراعة والإنتاج الغذائي لأنه ينطوي على:

- تهديدات غير مقبولة على صحة الإنسان.
- الآثار البيئية السلبية والتي لا رجعة فيها.

- السماح بوجود كائنات ذات طبيعة غير مستحبة.
- إزالة حق الاختيار، سواء بالنسبة للمزارعين والمستهلكين.
- انتهاك لحقوق الملكية الأساسية للمزارعين وتعريضها لخطر استقلالها الاقتصادي.
- الممارسات التي تتنافى مع مبادئ الزراعة المستدامة على النحو الذي حدده الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM

وخلال اجتماع الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM في نيودلهي بالهند في 12 نوفمبر 2017م اتخذ المجتمعون موقفاً ثابتاً يؤكد من جديد أن الكائنات المحورة وراثياً والتي تم الحصول عليها من خلال تقنيات الهندسة الوراثية الحديثة لا مكان لها في نظم إنتاج الأغذية العضوية وفي الزراعة العضوية، كما يؤكد المجتمعون التزامهم تجاه المستهلكين باستبعاد الكائنات المحورة وراثياً من نظم الإنتاج العضوي.

4. الزراعة العضوية وتلوث المياه

يعتبر تلوث مجاري المياه الجوفية بالأسمدة والمبيدات الكيميائية مشكلة كبيرة في كثير من المناطق الزراعية. ونظراً لأن استخدام هذه المواد محظور في الزراعة العضوية فلا يحدث تسرب للمبيدات والكيماويات إلى الماء الأرضي حيث إنها لا تضاف أصلاً كما أن نسبة معدلات تسرب النترات تقل بمقدار كبير في الزراعة العضوية مقارنة بالزراعة التقليدية. وتؤدي النظم العضوية جيدة الإدارة والتي تتسم بالقدرة الأفضل على الاحتفاظ بالمغذيات إلى إحداث خفض كبير في مخاطر تلوث المياه الجوفية. وفي دراسات أجراها العديد من العلماء في مناطق مختلفة وجد أن هناك انخفاض كبير وملحوظ في معدل تسرب النترات إلى الماء الأرضي في الزراعة العضوية، كما هو موضح في جدول (6).

جدول (6): معدل انخفاض تسرب النترات إلى الماء الأرضي في نظم الزراعة العضوية.

الناشر	معدل انخفاض تسرب النترات إلى الماء الأرضي في الزراعة العضوية
Smilde (1989)	50 %<
Vereijken (1990)	%50 <
Paffrath (1994)	%57
Bulme *et al*., (1993)	%40 (رملية)
Reitmayr (1995)	%50
Berg *et al*., (1997)	%40
Haas (1997)	%64

Source: FAO (2000): Organic Agriculture, environment and food security.

سابعاً: القواعد أو المعايير المنظمة للزراعة العضوية
Regulations or Standards of Organic Agriculture

كما سبق القول فإن الزراعة العضوية هي نظام زراعي متكامل يبدأ من الأرض التي سيتم زراعة البذور أو الشتلات بها حتى تصل هذه المنتجات العضوية إلى المستهلك النهائي، بمعنى أن نظام الزراعة العضوية مسئول عن إنتاج وإعداد وتجهيز وتداول وتسويق المنتجات

العضوية، وبالطبع فإن ذلك ينظمه معايير وقواعد محلية أو دولية. ونظراً لعدم تجانس الظروف المحلية للدول والمناطق المختلفة فإنه من الضروري وجود نظم وقواعد للزراعة العضوية تلائم الاحتياجات البيئية لكل دولة. وبالتالي فإن المنظمات الإقليمية عليها أن تقوم بوضع الأسس والضوابط المناسبة للزراعة العضوية بكل إقليم أو منطقة، وهذه القواعد أو الأسس قد تكون أكثر تشدداً مقارنة بالمعايير الأساسية للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM التي تعتبر الحدود الدنيا لمتطلبات نظم الزراعة العضوية.

ونظراً للتزايد الكبير في الطلب على المنتجات العضوية (الحيوية) وارتفاع أسعارها مقارنة بالمنتج العادي، ولحماية المستهلك الذي يقوم بشراء منتجات عليها علامات تعني أنها منتجة عضوياً، ولتقنين عملية وضع هذه العلامات فقد كان ضرورياً وضع قواعد أو معايير تمنع أي شخص غير مخول للإنتاج أو التسويق العضوي بأن يضع علامات أو ملصقات على منتج لا تتوافر فيه شروط المنتج العضوي. ولزيادة الصادرات من المنتجات العضوية (الحيوية) وتشجيع المزارعين والشركات للدخول في هذا المجال، فقد قامت منظمة التعاون الاقتصادي الأوروبي (OEEC) في 24 يونية عام 1991م بوضع القواعد المنظمة للزراعة العضوية في اللائحة رقم EEC 2092/91، وتعتبر هذه من أقدم القواعد التي تنظم الزراعة العضوية وتطبق هذه القواعد وملاحقها المتجددة باستمرار على المنتجات العضوية التي تدخل إلى السوق الأوروبية. وفي سنة 2007م تم تحديث القواعد الأوروبية للزراعة العضوية وتم إصدارها تحت مسمى Regulation (EC) No. 834 / 2007 ولائحته التنفيذية في عام 2008م تحت مسمى Regulation (EC) No. 889 / 2008.

ومن ناحية أخرى هناك قواعد ومعايير أخرى وضعت في الدول المختلفة تختص بالزراعة العضوية مثل: البرنامج العضوي الوطني للزراعة العضوية بالولايات المتحدة الأمريكية National Organic Program (NOP) والقواعد اليابانية للزراعة العضوية والتي يطلق عليها Japanese Agricultural Standard (JAS)، كما أن هناك العديد من الدول التي قامت بسن قواعد أو معايير خاصة بالزراعة العضوية، ومن هذه الدول: أستراليا، وبلغاريا، وكندا، وسويسرا، والسويد، والدانمارك، والصين، والهند، وايرلندا، ونيوزيلندا، هذا بالإضافة إلى دول لديها قواعد للزراعة العضوية معادلة للقواعد الأوروبية مثل: تونس وتركيا ومصر، حيث يتواجد بهذه الدول مكاتب للتسجيل والاعتماد ومنح الشهادات العضوية للمنتجات الزراعية بما يسمح بتسويق المنتج العضوي (الحيوي) محلياً أو تصديره للخارج.

وجدير بالذكر أن أغلب القواعد أو المعايير الخاصة بالزراعة العضوية تتناول الأسس العامة التي يجب اتباعها في الزراعة العضوية من حيث موقع المزرعة والمناطق المحيطة بها وتأثير ذلك على نباتات المزرعة، كذلك تحدد المدة اللازمة للتحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية. ومدة التحول هذه يجب ألا تقل عن سنتين بالنسبة للزراعات الحولية (محاصيل الخضر والمحاصيل الحقلية)، بينما يجب ألا تقل عن 3 سنوات في الزراعات المعمرة (كأشجار الفاكهة). بالإضافة إلى ذلك تشتمل هذه القواعد على الأسس المتبعة لزيادة خصوبة التربة والنشاط الحيوي بها عن طريق زراعة المحاصيل البقولية والأسمدة الخضراء أو زراعة النباتات ذات الجذور العميقة من خلال دورة زراعية وأيضاً إضافة المخلفات العضوية الحيوانية ومخلفات المزرعة من النباتات إلى السماد العضوي وكذلك خلط بعض المواد العضوية وأيضاً استخدام تحضيرات من الكائنات الحية الدقيقة تبعاً لما هو منصوص عليه في هذه القواعد أو القوانين.

كما تتناول هذه القواعد أيضاً الأساسيات التي يجب اتباعها في مقاومة الآفات والأمراض والحشائش، وكذلك كيفية تداول المنتج العضوي بعد الحصاد والطرق المسموح بها لتصنيعه والقواعد المنظمة لانتقاله من مكان إلى آخر أو من دولة لأخرى. وفيما يلي سوف نستعرض بعض من هذه القواعد أو اللوائح أو المعايير المنظمة للزراعة العضوية حول العالم.

1. القواعد الأوروبية للزراعة العضوية

European Organic Regulations

تعد القواعد أو اللوائح الأوروبية المنظمة للزراعة العضوية من أقدم وأشهر القواعد المنظمة للزراعة العضوية حيث إنها تنظم عملية إنتاج وتداول المنتجات العضوية، فقد قامت منظمة التعاون الاقتصادي للدول الأوروبية The Organization for European Economic Co-operation (OEEC) في 24 يونيو 1991م بوضع القواعد المنظمة للزراعة العضوية في اللائحة رقم(EEC 2092 / 91) وقد أدخلت على هذه القواعد العديد من

التعديلات، حيث إنه في يوم 28 يونيو 2007م قام مجلس التعاون الاقتصادي للدول الأوروبية بتحديث القواعد الأوروبية للزراعة العضوية وصدرت اللائحة الخاصة بالإنتاج العضوي وملصقات المنتجات العضوية رقم 2007 / 834 .No (EC) وفي يوم 5 سبتمبر 2008م صدرت اللائحة التنفيذية لقواعد الزراعة العضوية رقم 2008 /889 .No (EC) حيث بدأ تنفيذ هذه القواعد فعلياً في يناير 2009م وبذلك حلت هذه القواعد والمعايير للزراعة العضوية محل القواعد المتواجدة في اللائحة رقم 91 /2092 EEC. وفي شهر يونيو من عام 2018م تم نشر القواعد الجديدة للزراعة العضوية لدول الاتحاد الأوروبي تحت رقم 2018 / 848 EU Regulation وهذه القواعد تختص بشأن الإنتاج ونشر ملصقات المنتجات العضوية وتم تطبيقها من شهر يناير 2021م.

وقد اعتمدت القواعد أو اللوائح الأوروبية المنظمة للزراعة العضوية على كثير من الحيثيات والقواعد التي يجب اتباعها لإنتاج وتجهيز وتداول المنتجات العضوية، وقد تضمنت هذه القواعد أو المعايير ما يلي:

- وضع إطار عام للقواعد المنظمة للإنتاج والملصقات (Labeling) والرقابة على المنتج العضوي، مما سيتيح حماية الزراعة العضوية وسيساعد ذلك على ضمان الحماية اللازمة للمسؤولين عن الإنتاج العضوي، وكذلك توفير الشروط اللازمة للمنافسة الحرة بين المنتجين لتلك المنتجات التي تحمل الملصقات المطلوبة وإتاحة الشفافية في الأسواق لهذه المنتجات في جميع مراحل الإنتاج والتصنيع، ومن ثم زيادة الثقة في هذه المنتجات وتحسين صورتها في نظر المستهلكين.
- بما أن الطرق المستخدمة في الزراعة العضوية تمثل طابعاً خاصاً للإنتاج على مستوى المزرعة فإنه يجب أن توضع البيانات على المنتج مشيرة إلى أن مكوناته قد أنتجت بإتباع هذا الأسلوب الزراعي، وهو أنه منتج حسب القواعد واللوائح المنظمة للزراعة العضوية.
- نظراً لاهتمام المنتجين والمستهلكين بهذه المنتجات الحاصلة للعلامات التي تشير إلى إنتاجها بالطرق العضوية فيجب أن يطبق الحد الأدنى من القواعد والمبادئ المطلوبة حتى تتماشى هذه المنتجات مع ما هو مشار إليه بالعلامات الموجودة.
- يجب أن تتضمن طرق الإنتاج العضوي قيوداً واضحة وصريحة حول استخدام الأسمدة والمبيدات التي لها أثار سيئة على البيئة أو تظهر متبقياتها في المنتج الزراعي.

بما أن الزراعة العضوية (الحيوية) تتضمن عمليات زراعية مختلفة واستعمالاً محدوداً للأسمدة المصنعة ومحسنات التربة بطيئة الذوبان فإنه يجب تحديد هذه العمليات وكذلك تحديد ظروف استخدام بعض المواد غير المصنعة.

2. برنامج الزراعة العضوية الوطني الأمريكي

National Organic Program (NOP)

ينظم هذا البرنامج إنتاج وتداول المنتجات العضوية في الولايات المتحدة الأمريكية، وهو قريب الشبه من القواعد الأوروبية. وهذا البرنامج يأخذ في الاعتبار أمان المنتج العضوي من الناحية الميكروبيولوجية بالإضافة إلى أمان المنتج من الناحية الكيميائية، وفترة التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية تكون 36 شهر سواء في حالة المحاصيل المعمرة (أشجار الفاكهة) أو في حالة المحاصيل الموسمية (محاصيل الخضر وغيرها)، ويوضح هذا البرنامج بأن المنتج العضوي يجب أن يكتب عليه كلمة " عضوي 100 % " وليس كلمة عضوي فقط.

3. معيار الزراعة العضوية اليابانية

Japanese Agricultural Standard (JAS)

ينظم هذا معايير أو قواعد إنتاج وتداول المنتجات العضوية في اليابان وقد تم إصدار هذه القواعد بواسطة وزارة الزراعة والغابات والأسماك اليابانية (MAFF) في 20 يناير عام 2000م وقد بدأ العمل بها في إبريل من عام 2001م. وهذا المعيار قريب الشبة من القواعد الأوروبية والبرنامج الأمريكي للزراعة العضوية، إلا أنه يضع نظام جودة الإدارة والمنتج في مرحلة متقدمة عن برنامج الزراعة العضوية الأمريكي، كما أنه يضع مسؤولية تطبيق متطلبات هذه القواعد على كاهل كل من المنتج والمصدر من خلال عمل دليل للتصنيف JAS Grading والذي يوضح عملية تصنيف المنتج وفقاً لمعيار الزراعة العضوية الياباني، وكذلك لابد من تعيين فريق مؤهل يقوم بالتفتيش الداخلي على المنتج خلال مراحل الإنتاج والتجهيز والتعبئة للتأكد من دقة تنفيذ القواعد العضوية وفقاً للمعيار الياباني وذلك قبل وضع علامة منتج عضوي على هذه المنتجات العضوية.

ثامناً: الشهادات العضوية للمنتجات الزراعية العضوية
Organic Certificates of Organic Agriculture Products

عند اتخاذ قرار التحول إلى الزراعة العضوية لابد لمدير أو مالك المزرعة أن يبدأ في اتخاذ الخطوات العملية للحصول على الشهادات العضوية للمنتجات الزراعية العضوية ويكون ذلك عن طريق التقدم بطلب تسجيل للمزرعة كمزرعة عضوية في أحد مكاتب التفتيش ومنح الشهادات العضوية Certification body، وهي مكاتب متخصصة ومعتمدة تقوم بالتأكد من تنفيذ قواعد ومعايير الزراعة العضوية بواسطة المنتجين والمصنعين والمصدرين لهذه المنتجات العضوية. وتقوم هذه المكاتب المتخصصة بتسجيل المزرعة والتفتيش عليها وأخيراً إعطاء الشهادات التي تثبت بأن هذه المنتجات قد أنتجت على أساس قواعد الزراعة العضوية، بناء على القواعد والمعايير الأوروبية أو الأمريكية أو اليابانية أو غيرها، وعلى سبيل المثال فإن الدول الأوروبية يمكن أن تقبل باستيراد المنتجات العضوية من الدول التي تطبق قواعد الزراعة العضوية للاتحاد الأوروبي.

وحتى تقوم هذه المكاتب المتخصصة بعمليات التفتيش ومنح واعتماد الشهادات العضوية، لابد من أن يكون هناك جهات اعتماد وهي متواجدة في كل دولة على مستوى العالم ومخول لها فحص العمليات التي تقوم بها مكاتب التفتيش والتحقق من أنها تتفق مع قواعد ومعايير الزراعة العضوية ومن ثم يمنح كل مكتب من مكاتب منح الشهادات العضوية (Certification Bodies) شهادة اعتماد من IOAS (الخدمة الدولية للاعتماد العضوي) Accreditation certificate مطابقة لمتطلبات ISO 17065 – The Standard for Certification Bodies، حيث يخول بموجبها هذا المكتب بالقيام بعمله في التفتيش وإصدار الشهادات للمنتجات العضوية وكذلك عمليات التجهيز والتصدير للمنتجات العضوية. والشروط المنظمة لإنتاج وتجهيز وتداول المنتجات العضوية يجب أن يتم وضعها بواسطة لجان متخصصة في كل دولة، ومثال على ذلك ما قامت به لجنة الزراعة العضوية بالمجلس السلعي للحاصلات الزراعية بجمهورية مصر العربية، ممدوح وآخرين (2002).

بناءً على ما سبق، فإنه لابد من وجود عقد بين المالك أو مدير المزرعة العضوية وبين مكتب التفتيش ومنح الشهادات العضوية Certification body، وهذا العقد يحتوي على عدد من البنود من أهمها: إيضاح القواعد المطلوب تطبيقها على مستوى المزرعة والمصنع الذي يتم فيه تجهيز المنتجات العضوية سواء للاستهلاك المحلي أو للتصدير مع ضرورة توفير المعلومات الكاملة عن الوحدة المطلوب إصدار الشهادة لها، وكذلك الحفاظ على خصوبة التربة، وعمليات التفتيش ومواعيدها، والدورة الزراعية موضحاً بها الأنواع المختلفة ومصادر البذور والتقاوي، ونوعية سجلات المزرعة المختلفة التي يوضح بها جميع العمليات الزراعية وعمليات أخذ العينات وتجديد العقد وغيرها من البنود. بالإضافة لما سبق، لابد من وجود السجلات المختلفة بالمزرعة التي تعتبر ذو أهمية قصوى في الزراعة العضوية، حيث يجب تسجيل كل العمليات الزراعية بدقة في سجلات المزرعة التي تكون متاحة للمفتشين من مكتب التفتيش والاعتماد، ومن أهم الوثائق التي يجب أن تكون متاحة بالمزرعة العضوية: طلب التسجيل وخريطة المزرعة وطلبات الموافقة من مكتب التفتيش (خاصة التصريح باستخدام أنواع معينة من الأسمدة ومواد وقاية النباتات)، وكذلك سجلات البيع والفواتير المختلفة وكميات الإنتاج الفعلية وسجلات المخازن، العربي (2005).

وعادة يقوم المفتشين من مكتب منح الشهادات العضوية Certification body بالتفتيش على المزرعة على الأقل مرة واحدة في السنة وقد يتم إجراء تفتيش غير معلن Unannounced لنسبة تتراوح من 5 – 10% من عدد الوحدات المقيدة بمكتب التفتيش. وخلال عمليات التفتيش يقوم المفتشين بالتأكد مما يلي: مصدر البذور والشتلات، وخطة الزراعة (الدورة الزراعية في الزراعات الحولية)، وسجلات المزرعة المختلفة، ومصدر السماد العضوي (الكمبوست)، والمواد المستخدمة في وقاية النباتات، ومصدر مياه الري، وكيفية تخزين المواد المختلفة، والإنتاج الحيواني بالمزرعة وغيرها. وفي نهاية الزيارة التفتيشية يقوم المفتش بإعداد تقرير مفصل عن الزراعات العضوية وكمية الإنتاج العضوي المتوقع لكل محصول خلال الموسم، ثم يتم التوقيع على هذا التقرير من كل من مالك أو مدير المزرعة والمفتش. وبناءً على هذا التقرير يقوم مدير الاعتماد في مكتب منح الشهادات العضوية باعتماد المزرعة والمنتجات الموضحة على أنها منتجات عضوية.

الباب الثالث

نمو الزراعة العضوية ومنتجاتها حول العالم

Growth of Organic Agriculture and its Products Worldwide

أولاً: توزيع الأراضي الزراعية العضوية حول العالم

يشترك سنوياً كل من معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا (FiBL) والاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية (IFOAM) في اعداد دراسات إحصائية مفصلة عن الزراعة العضوية حول العالم، ويتم نشر هذه الدراسات في كتاب احصائي يشتمل على تفاصيل نمو الزراعة العضوية بجميع القارات والبلاد وكذلك تفاصيل المنتجات العضوية من حيث أماكن إنتاجها واستهلاكها حول العالم.

وجدير بالذكر أن معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا (FiBL):

Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland.

In German: **F**orschungs**i**nstitut für **B**iologischen **L**andbau.

قد تأسس في عام 1973م ويقع في مدينة فريكFrick بسويسرا منذ عام 1997م. وهو واحد من مراكز البحوث والمعلومات الرائدة في العالم للزراعة العضوية، وذو صلات وثيقة بين مختلف مجالات البحوث والنقل السريع للمعرفة من البحوث إلى العمل الاستشاري والممارسات للزراعة العضوية. ويشارك FiBL في العديد من المشاريع الدولية، ليس فقط في مجال البحوث والاستشارات والتدريب ولكن أيضاً في مجال التعاون الإنمائي. ولقد أوضحت نتائج الحصر والدراسات التي تم نشرها عام 2023م بواسطة FiBL & IFOAM Organics International (2023) ، معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا (FiBL) والاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية (IFOAM) بأن هناك 191 دولة حول العالم تقوم بمزاولة الزراعة العضوية، ومن بين هذه الدول هناك 74 دولة منفذة تنفيذاً كاملاً لقواعد ومعايير الزراعة العضوية حتى نهاية عام 2022م.

ووفقاً لهذا المسح فقد قدرت المساحة الكلية للزراعات العضوية على مستوى العالم حتى أواخر عام 2021م بحوالي 76.4 مليون هكتار، وهذه تشمل المناطق الزراعية تحت التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية. وقد قدر أن هناك زيادة قدرها حوالي 1.3 مليون هكتار من مساحة الزراعات العضوية في عام 2021م عن عام 2020م، وهي تمثل نمو بحوالي 1.7 %. وقد سجلت زيادة ملحوظة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في العديد من الدول خلال عام 2021م، حيث قدرت الزيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الصين بمقدار 320 ألف هكتار وهذه الزيادة تمثل 13.1 %، وفي فرنسا قدرت الزيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية بمقدار 228 ألف هكتار وهذه الزيادة تمثل حوالي 8.9 %، وفي إسبانيا قدرت الزيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية بمقدار 198 ألف هكتار وهذه الزيادة تمثل حوالي 8.1 %. غير أن بعض الدول حدث بها انخفاض في مساحة الأراضي الزراعية العضوية، ولقد كان الانخفاض الأبرز في الأرجنتين حيث قدر بحوالي 0.38 مليون هكتار، وهذا الانخفاض كان بشكل رئيسي في مناطق الرعي.

ومن نتائج إحصاء مساحة الأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م والذي تم نشره في عام 2023م كان هناك زيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في قارات أوروبا وإفريقيا وآسيا وأوقيانوسيا. وكان أعلى نمو مطلق في قارة أوروبا حيث قدرت نسبة الزيادة بحوالي 4.4 % (0.75 مليون هكتار)، تليها قارة إفريقيا حيث قدرت نسبة الزيادة بحوالي 17.3 % (0.39 مليون هكتار)، تليها قارة آسيا حيث قدرت نسبة الزيادة بحوالي 5.8 % (0.36 مليون هكتار)، تليها قارة أوقيانوسيا حيث قدرت نسبة الزيادة بحوالي 0.2 % (77 ألف هكتار) في حين كان هناك انخفاض في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في قاراتي أمريكا اللاتينية

وأمريكا الشمالية. ولقد لوحظ من نتائج الإحصاء السابق أن هناك 86 دولة بها زيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية، بينما هناك انخفاض في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في 37 دولة، كما أن هناك 42 دولة لم تتغير بها مساحة الأراضي الزراعة العضوية.

وعموماً فإن الزراعة العضوية في العالم تنمو بصورة متسارعة ففي أوائل السبعينات كانت المساحة المزروعة بنظام الزراعة العضوية متواضعة حيث قدرت بحوالي 1.15 مليون هكتار، ثم زادت هذه المساحة إلى حوالي 15 مليون هكتار في عام 2000م ومنذ ذلك العام أخذت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الزيادة بصورة ملحوظة لتصل إلى حوالي 76.4 مليون هكتار في نهاية عام 2021م أي تضاعفت أكثر من خمسة أضعاف في خلال 21 عام. ويوضح شكل (1) مدى تطور ونمو مساحات الأراضي الزراعية العضوية حول العالم منذ عام 1999م وحتى نهاية عام 2021م.

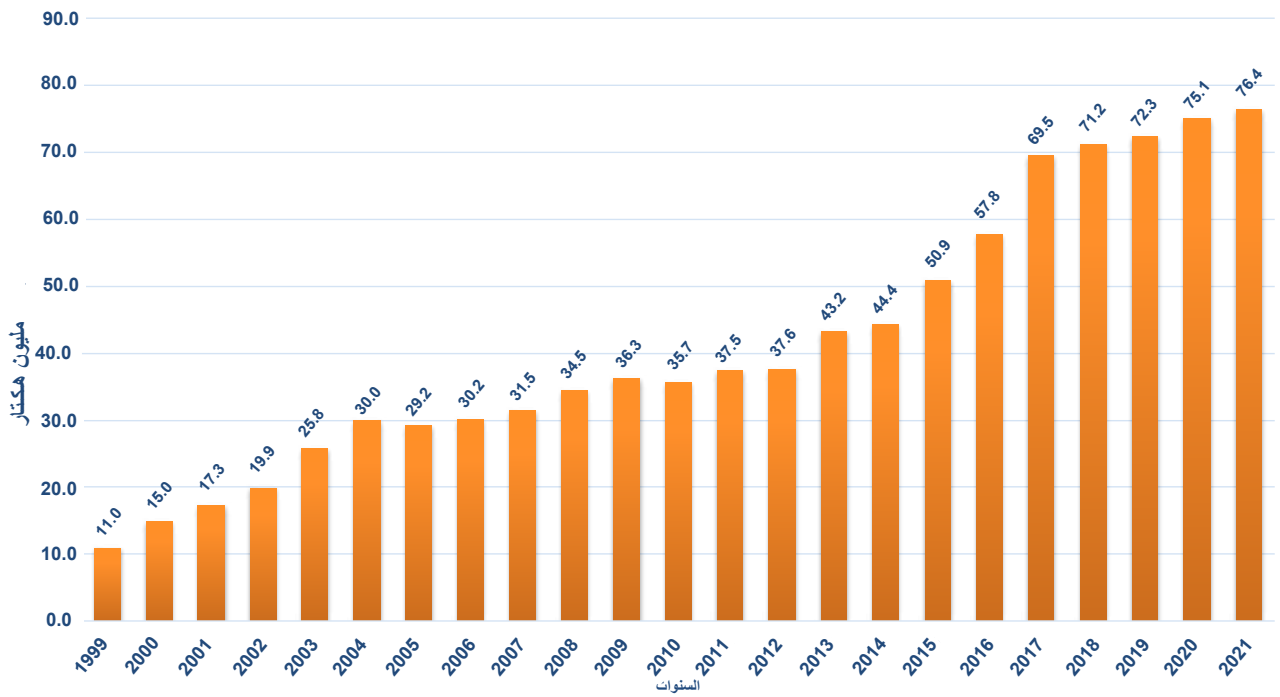
ويوضح جدول (7) توزيع مساحات الأراضي الزراعية العضوية حول العالم خلال السنوات الأخيرة من عام 2015 إلى عام 2021م، حيث زادت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في جميع قارات العالم خلال هذه الفترة. وتحتل دول محيط أوقيانوسيا ومنها أستراليا المرتبة الأولي عالمياً من حيث مساحة الأراضي الزراعية العضوية، حيث قدرت في عام 2015م بحوالي 22.8 مليون هكتار ثم زادت في عام 2021م إلى حوالي 36 مليون هكتار، تليها دول القارة الأوروبية حيث قدرت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في عام 2015م بحوالي 12.7 مليون هكتار ثم ارتفعت في عام 2021م إلى 17.8 مليون هكتار، تليها أمريكا الجنوبية حيث قدرت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في عام 2015م بحوالي 6.7 مليون هكتار ثم ارتفعت إلى نحو 9.9 مليون هكتار في عام 2021م ، تليها الدول الآسيوية حيث قدرت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في عام 2015م بحوالي 4 مليون هكتار ثم ارتفعت إلى نحو 6.5 مليون هكتار في عام 2021م، تليها أمريكا الشمالية حيث قدرت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في عام 2015م بحوالي 3 مليون هكتار ثم ارتفعت إلى نحو 3.5 مليون هكتار في عام 2020م ، ثم أخيراً تأتي دول القارة الإفريقية حيث قدرت مساحة الأراضي الزراعية العضوية بها بحوالي 1.7 مليون هكتار في عام 2015م ثم ارتفعت إلى نحو 2.7 مليون هكتار في عام 2021م. ويوضح شكل (2) نسبة توزيع الأراضي الزراعية العضوية في قارات العالم حتى نهاية عام 2021م.

جدول (7): توزيع مساحة الأراضي الزراعية العضوية حول قارات العالم خلال الأعوام من 2015م حتى نهاية 2021م.

القارة	مساحة الأراضي الزراعية العضوية (مليون هكتار)						
	2015م	2016م	2017م	2018م	2019م	2020م	2021م
أوقيانوسيا ومنها استراليا	22.8	27.4	35.9	36.0	36.0	36.0	36.0
أوروبا	12.7	13.5	14.4	15.6	16.5	17.1	17.8
أمريكا الجنوبية	6.7	7.1	8.0	8.0	8.3	9.9	9.9
آسيا	4.0	4.9	6.0	6.4	5.9	6.1	6.5
أمريكا الشمالية	3.0	3.1	3.2	3.3	3.6	3.7	3.5
إفريقيا	1.7	1.8	2.0	1.9	2.0	2.3	2.7
المجموع	**50.9**	**57.8**	**69.5**	**71.2**	**72.3**	**75.1**	**76.4**

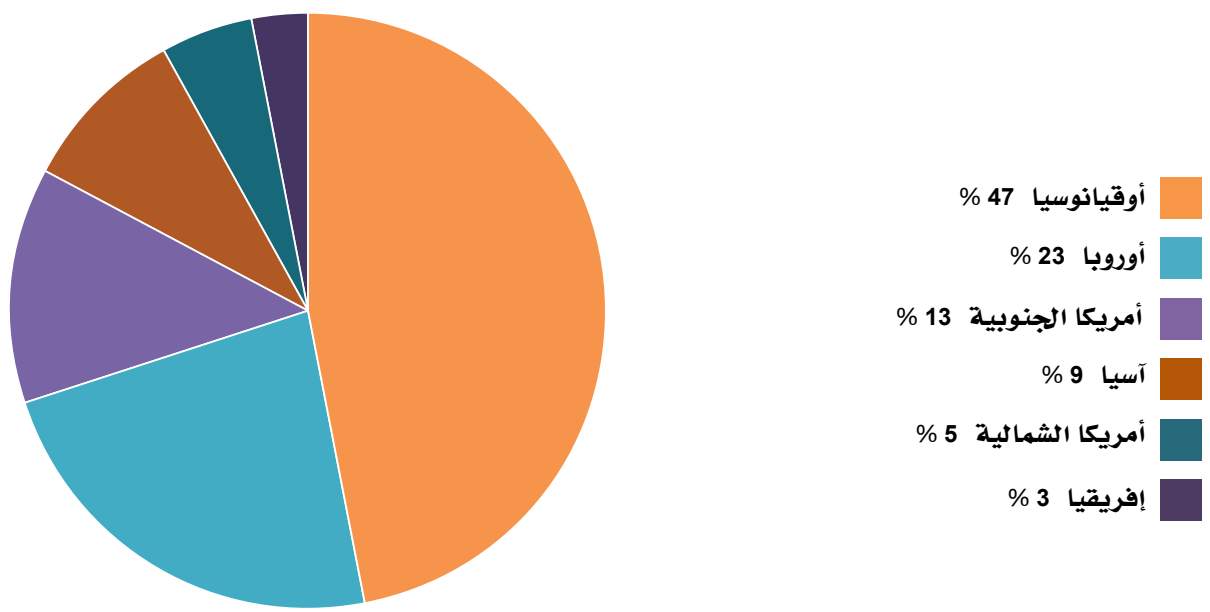
Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2017- 2023).

شكل (1): تطور مساحات الأراضي الزراعية العضوية حول العالم منذ عام 1999م وحتىنهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2001- 2023).

شكل (2): نسبة توزيع الأراضي الزراعية العضوية في قارات العالم حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

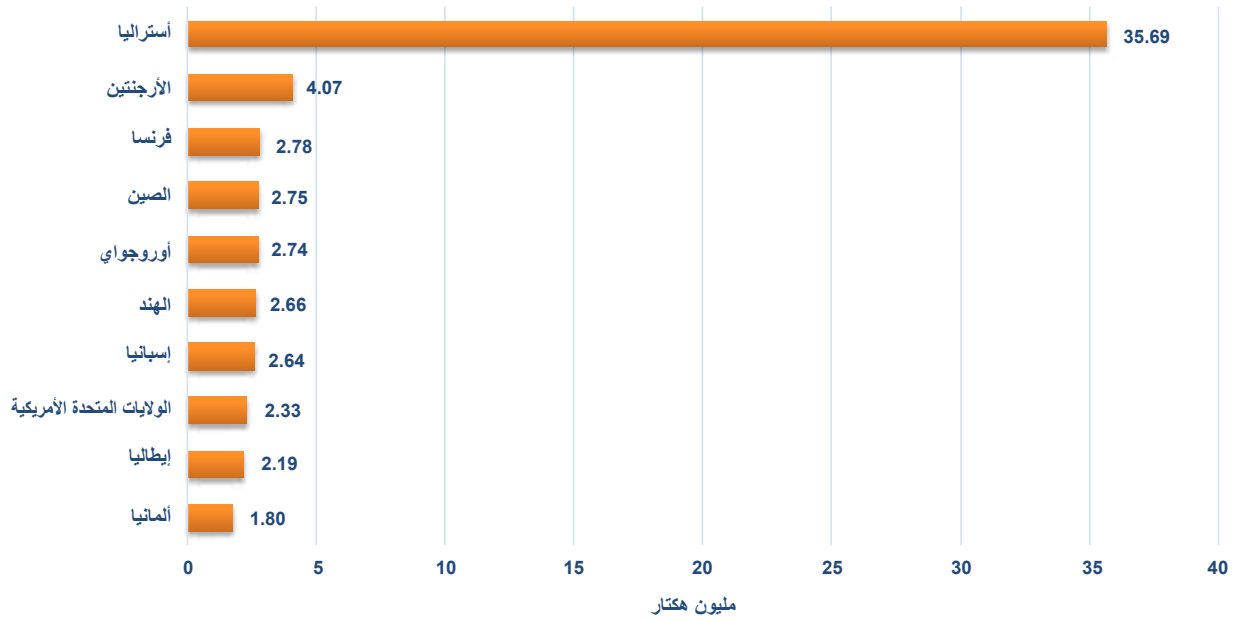
ويوضح شكل (3) الدول العشر التي تحتوي على أكبر مساحة من الأراضي الزراعية العضوية حول العالم، حيث تقدر مساحة الأراضي الزراعية العضوية بهذه الدول العشر بحوالي 59.65 مليون هكتار وهذه تمثل حوالي 80 % من المساحة الكلية للأراضي الزراعية العضوية حول العالم. وتأتي استراليا في مقدمة الدول ذات المساحة الأكبر من الأراضي الزراعية العضوية والتي تقدر بحوالي 35.69 مليون هكتار، تليها الأرجنتين 4.07 مليون هكتار، ثم فرنسا 2.78 مليون هكتار، وبعد ذلك تأتي الصين 2.75 مليون هكتار، تليها أوروجواي بها 2.74 مليون هكتار، تليها الهند بها 2.66 مليون هكتار، ثم إسبانيا بها 2.64 مليون هكتار، تليها الولايات المتحدة الأمريكية 2.33 مليون هكتار، ثم إيطاليا 2.19 مليون هكتار وأخيراً ألمانيا 1.80 مليون هكتار.

وتمثل حصة الأراضي الزراعية العضوية من مساحة الأراضي الزراعية الكلية حول العالم حوالي 1.6 % حتى نهاية عام 2021م، وأعلى حصة لمساحة الأراضي الزراعية العضوية بالنسبة لمساحة الأراضي الزراعية الكلية بكل قارة كانت في أوقيانوسيا 9.7 % أما في أوروبا كانت النسبة 3.6 % بينما في دول الاتحاد الأوروبي كانت النسبة 9.6 %، وفي أمريكا الجنوبية كانت النسبة 1.4 % ، بينما في باقي المناطق كانت النسبة أقل من 1 %.

وفي بعض الدول كانت حصة الأراضي الزراعية العضوية من مساحة الأراضي الزراعية الكلية بكل دولة عالية جداً فمثلاً في ليختنشتاين كانت تمثل حوالي 40.2 %، وفي ساموا كانت تمثل حوالي 29.1 %، وفي النمسا كانت تمثل حوالي 26.5 %، بينما في استونيا كانت تمثل حوالي 23 %. كما كان هناك 20 دولة بها نسبة مساحة الأراضي الزراعية العضوية بالنسبة لمساحة الأراضي الزراعية الكلية بها تمثل أكثر من 10 %، كما هو موضح في شكل (4).

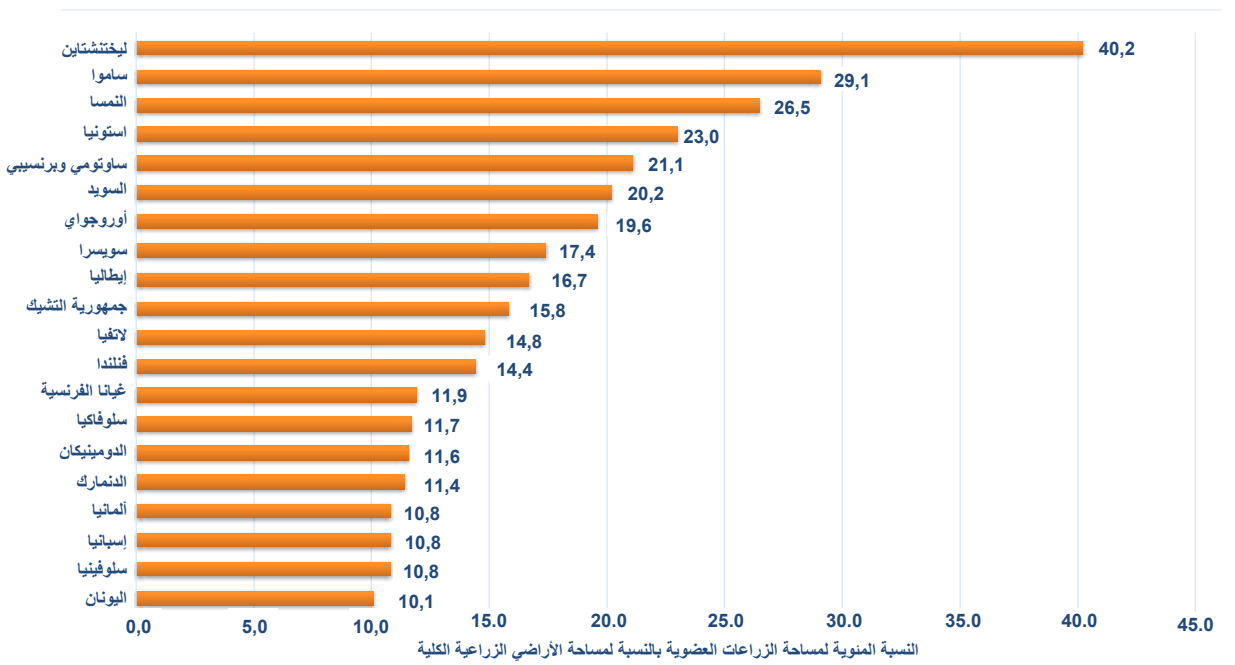
لقد كان هناك نمو واضح في مساحة الأراضي الزراعية العضوية حول العالم فقد كانت هذه المساحة في عام 1999م حوالي 11 مليون هكتار، وكما أوضحنا سابقاً فقد زادت هذه المساحة لتبلغ حوالي 76.4 مليون هكتار في عام 2021م. وخلال عام 2021م سجلت زيادة تقدر بحوالي 1.3 مليون هكتار بنسبة زيادة تقدر بحوالي 1.7 % في مساحة الأراضي الزراعية العضوية بالمقارنة بعام 2020م. وبناء على الإحصاء الذي تم في عام 2021م والذي تم نشره في عام 2023م

شكل (3): الدول العشر التي تحتوي على أكبر مساحة من الأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

شكل (4): الدول التي بها أعلى حصة من الأراضي الزراعية العضوية بالنسبة لمساحة الأراضي الزراعية الكلية في عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

بواسطة FiBL & IFOAM – Organics International فقد وجدت زيادة معنوية في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في العديد من الدول، ويوضح شكل (5) الدول العشر الأولي التي بها أعلى زيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية.

ثانياً: المنتجين العضويين حول العالم

لقد أوضحت الدراسات الإحصائية حتى نهاية عام 2021م أن عدد المنتجين العضويين (Producers) حول العالم يقدر بحوالي 3.7 مليون، وهذا العدد يمثل زيادة بحوالي 300,000 من المنتجين العضويين (بنسبة زيادة حوالي 8.1 % بالمقارنة بعام 2020م. ويقوم هؤلاء المنتجين العضويين بإتباع نظام الزراعة العضوية في إنتاج المنتجات الزراعية العضوية. وجدير بالذكر أن أكثر من 91 % من عدد المنتجين العضويين متواجدون في قارات آسيا وإفريقيا وأوروبا. وتعتبر الهند الدولة الأولى من حيث عدد المنتجين للمنتجات العضوية حيث يوجد بها حوالي 1.6 مليون، تليها أوغدا حيث بها حوالي 404 ألف من المنتجين العضويين، ثم إثيوبيا حيث بها حوالي 218 ألف من المنتجين العضويين. ويوضح جدول (8) الدول العشر الأولي على مستوى العالم في عدد المنتجين العضويين، كما يوضح جدول (9) أعداد المنتجين العضويين في قارات العالم خلال السنوات من 2015م وحتى نهاية 2021م.

جدول (8): أكبر عشرة دول على مستوى العالم في عدد المنتجين العضويين في عام 2021م.

الدولة	عدد المنتجين العضويين
الهند	1,599,010
أوغندا	404,246
إثيوبيا	218,175
تانزانيا	148,607
بيرو	117,398
جمهورية الكونغو الديمقراطية	94,718
إيطاليا	75,874
تايلاند	73,611
مدغشقر	61,974
فرنسا	58,413

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

جدول (9): عدد المنتجين العضويين في قارات العالم خلال الأعوام من 2015م حتى نهاية 2021م.

القارة	عدد المنتجين العضويين في قارات العالم						
	2015م	2016م	2017م	2018م	2019م	2020م	2021م
آسيا	851,016	1,108,040	1,231,159	1,307,220	1,589,490	1,811,209	1,782,134
إفريقيا	719,720	741,367	806,877	786,808	850,490	968,233	1,123,255
أوروبا	349,261	373,240	397,146	419,019	430,742	417,987	442,274
أمريكا الجنوبية	457,677	458,532	460,443	227,609	224,388	262,115	280,436
أمريكا الشمالية	19,138	18,422	22,966	20,008	22,153	22,448	23,392
أوقيانوسيا	22,021	27,366	26,750	20,859	18,416	15,930	18,479
المجموع	**2,418,833**	**2,726,967**	**2,945,341**	**2,781,523**	**3,135,679**	**3,496,898**	**3,669,201**

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2017-2023).

شكل (5): الدول العشر التي بها أعلى زيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في عام 2021م.

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

ثالثاً: الزرعة العضوية في قارات العالم

1. قارة أوقيانوسيا Oceania

وتشمل هذه أستراليا، ونيوزيلندا، ودول جزر المحيط الهادئ بما في ذلك جزر فيجي، وبابوا غينيا الجديدة، وتونغا، وفانواتو، وغيرها. وقد بلغت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في هذه المناطق حتى نهاية عام 2021م حوالي 36 مليون هكتار وتمثل هذه المساحة حوالي 9.7 % من مساحة الأراضي الزراعية الكلية في هذه المناطق، كما أنها تمثل حوالي 47 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية حول العالم. وقد تضاعفت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في قارة أوقيانوسيا بأكثر من ستة أضعاف عما كانت عليه خلال عام 2000م حيث كانت تقدر بحوالي 5.3 مليون هكتار فقط. وقد بلغ عدد المنتجين العضويين (Producers) للمنتجات العضوية في أوقيانوسيا أكثر من 18 ألف حتى نهاية عام 2021م.

ويوجد بأستراليا وحدها أكثر من 99 % من الأراضي الزراعية العضوية في المنطقة والتي تقدر مساحتها بحوالي 35.7 مليون هكتار، وتمثل أراضي الرعي الواسعة من هذه المساحة حوالي 97 %. وتأتي جزر بابوا غينيا الجديدة في المرتبة الثانية بمساحة حوالي 88 ألف هكتار، ثم ساموا بها أكثر من 82 ألف هكتار، ثم نيوزيلندا حيث بلغت مساحة الأراضي الزراعية العضوية حوالي 88 ألف هكتار. ولقد بلغ اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية في قارة أوقيانوسيا خلال عام 2021م حوالي 1.8 مليار يورو، بينما كانت المبيعات من المنتجات العضوية خلال أعوام 2019م، 2020م حوالي 1.4، 1.6 مليار يورو، على التوالي. وخلال عامي 2017م، 2018م كان اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية في أستراليا حوالي 1.1، 1.2 مليار يورو، على التوالي.

وخلال عام 2020م بلغ اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية في أستراليا حوالي 1.4 مليار يورو، ثم ارتفعت إلى حوالي 1.7 مليار يورو في عام 2021م. أما في نيوزيلندا فقد بلغ اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية حوالي 172 مليون يورو خلال عام 2021م. وفي جزر المحيط الهادئ الأخرى فإن معظم المنتجات المعتمدة عضوياً يتم إنتاجها للتصدير، حيث إن الأسواق المحلية تعتبر نادرة أو غير موجودة ومن أهم الأسواق العالمية الرئيسية لتصدير المنتجات العضوية من هذه المناطق هي أستراليا ونيوزيلندا وذلك بسبب قربهما، أما الأسواق الأخرى فتشمل أمريكا الشمالية والاتحاد الأوروبي واليابان.

2. قارة أوروبا Europe

اعتبارا من نهاية عام 2021م، كان هناك 17.8 مليون هكتار من الأراضي الزراعية العضوية في قارة أوروبا وهذه المساحة تمثل حوالي 23 % من الأراضي الزراعية العضوية حول العالم، ويوجد بدول الاتحاد الأوروبي منفردة حوالي 15.6 مليون هكتار من الأراضي الزراعية العضوية. ولقد بلغ عدد المنتجين العضويين (Producers) للمنتجات الزراعية العضوية في أوروبا حوالي 397 ألف خلال عام 2017م، ثم ارتفع العدد خلال عام 2018م ليبلغ أكثر من 418 ألف. وخلال عام 2019م أرتفع عدد المنتجين العضويين ليصل إلى 431 ألف. وفي عام 2020م بلغ عدد المنتجين العضويين حوالي 420 ألف، ثم أرتفع إلى 440 ألف في عام 2021م، ويوجد بدول الاتحاد الأوروبي منفردة حوالي 380 ألف من المنتجين العضويين. وتمثل مساحة الأراضي الزراعية العضوية في أوروبا حوالي 3.6 % من مساحة الأراضي الزراعية الكلية بالقارة، وهذه النسبة تصل في دول الاتحاد الأوروبي منفردة إلى 9.6%. ولقد زادت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في قارة أوروبا بحوالي 0.75 مليون هكتار بالمقارنة مع عام 2020م.

والدول التي لديها أكبر مساحة من الزراعات العضوية في أوروبا هي: فرنسا بها حوالي 2.8 مليون هكتار، تليها إسبانيا حيث يوجد بها حوالي 2.6 مليون هكتار، ثم إيطاليا بها حوالي 2.2 مليون هكتار. كما أن هناك 15 دولة في أوروبا تمثل مساحة الأراضي الزراعية العضوية بها أكثر من 10 % من المساحة الزراعية الكلية بكل دولة وفي مقدمة هذه الدول تأتي: ليختنشتاين 40.2 %، تليها النمسا 26.5 %، ثم استونيا 23 %. ولقد بلغ اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية في أوروبا خلال عام 2021م حوالي 54.5 مليار يورو، بزيادة قدرها 2.5 مليار يورو عن عام 2020م عندما كان اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية في أوروبا حولي 52 مليار يورو. وخلال عام 2021م بلغ اجمالي المبيعات بدول الاتحاد الأوروبي منفردة حوالي 46.7 مليار يورو، بزيادة قدرها 4 % عن عام 2020م. وتأتي ألمانيا في مقدمة أكبر الأسواق الأوروبية للمنتجات العضوية في

عام 2021م حيث بلغت مبيعات المنتجات العضوية حوالي 15.9 مليار يورو، يليها فرنسا حيث بلغت مبيعات التجزئة للمنتجات العضوية بها حوالي 12.7 مليار يورو، وتأتي ايطاليا في المركز الثالث حيث بلغت مبيعات التجزئة للمنتجات العضوية بها حوالي 3.9 مليار يورو.

وخلال عام 2018م قامت كل من روسيا وأوكرانيا بوضع قانون الزراعة العضوية بكل منهما موضع التنفيذ. وتعتبر أوكرانيا أحد الدول الهامة في تصدير المنتجات العضوية للدول الغربية. ومن أهم المنتجات العضوية التي تقوم أوكرانيا بتصديرها: الحبوب والمحاصيل الزيتية والبقوليات والكرز البري والمشروم والنُقل والأعشاب. وفي شهر يونيو من عام 2018م تم نشر القواعد الجديدة للزراعة العضوية لدول الاتحاد الأوروبي تحت رقم (EU) Regulation 848 / 2018 وهذه القواعد تختص بشأن الإنتاج ونشر ملصقات المنتجات العضوية وتم تطبيقها من شهر يناير 2021م. علاوة على ذلك، في يونيو 2018م أطلقت المفوضية الأوروبية مقترحها للسياسة الزراعية المشتركة Common Agricultural Policy (CAP) من 2021م إلى 2027م، والميزة الجديدة لـ CAP هي المخططات البيئية المقترحة، والتي توفر فرصة جيدة لتعويض المزارعين الذين يريدون القيام بالمزيد من أجل المناخ والبيئة.

3. قارة آسيا Asia

إجمالي المساحة الزراعية العضوية في قارة آسيا في نهاية عام 2021م بلغت أكثر من 6.5 مليون هكتار، وهذا يشكل حوالي 0.4 % من المساحة الزراعية الكلية بقارة آسيا، ويمثل حوالي 8.5% من الأراضي الزراعية العضوية حول العالم. كما أن هناك حوالي 1.8 مليون من المنتجين العضويين (Producers) للمنتجات الزراعية العضوية في آسيا وهذه معظمها في الهند، حيث يوجد بها حوالي 1.6 مليون من المنتجين العضويين.

وجدير بالذكر أن مساحة الأراضي الزراعية العضوية بقارة آسيا قد زادت بأكثر من 15 ضعف عما كانت عليه في عام 2001م حين كانت تقدر بحوالي 420 ألف هكتار. ولقد زادت مساحة الأراضي الزراعية العضوية بقارة آسيا في عام 2001م عند المقارنة بعام 2020م بحوالي 0.4 مليون هكتار. والدول الرائدة من حيث المساحة العضوية في قارة آسيا هي: الصين حيث بلغت مساحة الأراضي الزراعية العضوية بها حوالي 2.75 مليون هكتار، تليها الهند 2.66 مليون هكتار. أما تيمور ليستي فلديها أعلى نسبة (8.5%) من الأراضي الزراعية العضوية بالنسبة إلى المساحة الزراعية الكلية بها. ولقد أصبح الإنتاج العضوي والمنتجات العضوية في الأسواق المحلية بآسيا واسعة ومتوطنة بالعديد من بلدان القارة وأصبحت آسيا ثالث أكبر سوق للمنتجات العضوية. وعلى الرغم من أن أغلب الدول في آسيا تقوم أساساً بتصدير المنتجات العضوية، فإن هناك بلدان أخرى تعتمد أساساً على استيراد المنتجات العضوية مثل: اليابان.

4. قارة أمريكا الجنوبية Southern America

في أمريكا الجنوبية بلغت مساحة الأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م حوالي 9.9 مليون هكتار، وهذه المساحة تمثل حوالي 1.4% من الأراضي الزراعية الكلية في أمريكا الجنوبية، وتشكل حوالي 12.9% من الأراضي الزراعية العضوية حول العالم. وبالمقارنة مع عام 2019م فقد زادت مساحة الأراضي الزراعية العضوية بالمنطقة بحوالي 1.6 مليون هكتار، ومنذ عام 2000م فقد تضاعفت مساحة الأراضي الزراعية العضوية بالمنطقة حيث بلغت الزيادة بأكثر من 6 مليون هكتار. والدول ذات أكبر مساحة زراعية

عضوية بقارة أمريكا الجنوبية هي: الأرجنتين وأوروغواي والبرازيل. ولقد بلغت مساحة الأراضي الزراعة العضوية في الأرجنتين حوالي 4.1 مليون هكتار، وفي أوروجواي بلغت أكثر من 2.7 مليون هكتار، أما في البرازيل فقد بلغت أكثر من 1.3 مليون هكتار. ولقد كان عدد المنتجين العضويين (Producers) للمنتجات العضوية بأمريكا الجنوبية حوالي 227 ألف. والدول التي يوجد بها أعلى حصة من الأراضي الزراعية العضوية مقارنة مع المساحة الزراعية الكلية بكل دولة هي: أوروجواي حيث بلغت نسبة الأراضي الزراعية العضوية بها حوالي 19.6 %، يليها غيانا الفرنسية 11.9 % ثم جمهورية الدومنيكان 11.6 %. وكثير من دول أمريكا الجنوبية تعتبر من المصدرين الرئيسين للمنتجات العضوية والتي من أهمها: الموز، والكاكاو، والبن. وفي بلدان مثل الأرجنتين وأوروجواي تعتبر فواكه المناطق المعتدلة واللحوم العضوية من السلع التصديرية الرئيسية.

5. قارة أمريكا الشمالية Northern America

بلغت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في أمريكا الشمالية حتى نهاية عام 2021م حوالي 3.5 مليون هكتار، وتمثل هذه المساحة حوالي 0.8 % من المساحة الزراعية الكلية بقارة أمريكا الشمالية، كما تمثل حوالي 5 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية حول العالم. ولقد زادت مساحة الأراضي الزراعية العضوية بقارة أمريكا الشمالية أكثر من ثلاثة أضعاف عما كانت عليه المساحة في عام 2000م، حيث كانت حوالي مليون هكتار. ولقد بلغ عدد المنتجين العضويين (Producers) للمنتجات العضوية بأمريكا الشمالية حوالي 23 ألف ولقد تضاعف عدد المنتجين العضويين عما كان عليه في عام 2004م حين كان حوالي 11 ألف فقط. ويوجد في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي 16 ألف من المنتجين العضويين، أما في كندا فيوجد حوالي 7 آلاف من المنتجين العضويين. ويوجد في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي 2.3 مليون هكتار من الأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م، وهذه تمثل حوالي 0.6 % من المساحة الزراعية الكلية بالولايات المتحدة الأمريكية. أما في كندا فقد بلغت مساحة الأراضي الزراعية العضوية المعتمدة حوالي 1.2 مليون هكتار وهذه تمثل حوالي 2.1 % من المساحة الزراعية الكلية بكندا. وجدير بالذكر أن مساحة الأعلاف والمراعي العضوية بقارة أمريكا الشمالية تمثل حوالي 46% من مساحة الأراضي العضوية أي حوالي 1.7 مليون هكتار، موزعة بين الولايات المتحدة الأمريكية (812 ألف هكتار) وكندا (858 ألف هكتار)، كما أن هناك مساحة شاسعة من غابات أشجار القيقب (maple) في مقاطعات كيبك وأونتاريو ونيو برونزويك بكندا وكذلك مناطق برية تستخدم لجمع التوت البري.

وقد بلغ اجمالي المبيعات من المنتجات العضوية في الولايات المتحدة الأمريكية خلال عام 2014م حوالي 35.9 مليار دولار أمريكي، أما في عام 2015م فقد ارتفعت المبيعات لتصل إلى 43.3 مليار دولار أمريكي بزيادة تمثل حوالي 11% عن العام السابق. أما في عام 2016م فقد ارتفعت المبيعات لتصل إلى 47 مليار دولار أمريكي. وفي عام 2018م ارتفعت المبيعات من المنتجات العضوية لتصل إلى حوالي 47.9 مليار دولار أمريكي بزيادة حوالي 5.9% بالمقارنة مع عام 2017م. وفي عام 2019م ارتفعت المبيعات العضوية لتصل إلى حوالي 55 مليار دولار أمريكي بزيادة حوالي 5% عن عام 2018م. وفي عام 2020م ارتفعت المبيعات العضوية لتصل إلى حوالي 56.5 مليار دولار أمريكي ولقد تلاحظ نمو حصة الأغذية العضوية من إجمالي مبيعات المواد الغذائية حيث وصلت إلى 50 مليار دولار أمريكي وهذا يمثل حوالي 4.6 % من إجمالي مبيعات المواد الغذائية. ومن ناحية

أخرى بلغت المبيعات العضوية غير الغذائية أكثر من 5 مليار دولار أمريكي وهذه تمثل نسبة 9.2 % من إجمالي المبيعات غير الغذائية. وفي عام 2021م ارتفعت المبيعات العضوية لتصل إلى حوالي 57.5 مليار دولار أمريكي بنسبة نمو حوالي 2%. أما في كندا فقد أصدرت رابطة التجارة العضوية بكندا (COTA) في دراسة شاملة لسوق المنتجات العضوية الكندي حيث ذكرت الدراسة أن قيمة سوق الأغذية العضوية الكندي في عام 2015م بلغ حوالي 4.7 مليار دولار كندي، أما في عام 2017م فقد ارتفعت هذه القيمة لتصل إلى 5.4 مليار دولار كندي، وفي عام 2018م ارتفعت إلى حوالي 6.38 مليار دولار كندي. وفي عام 2020م ارتفعت قيمة المبيعات العضوية لتصل إلى حوالي 6.5 مليار دولار كندي (حوالي 4.3 مليار يورو) وهذه تمثل زيادة بمقدار 33 % عن عام 2017م. وفي عام 2021م ارتفعت قيمة المبيعات العضوية في كندا بمقدار مليار يورو لتصل إلى حوالي 5.3 مليار يورو.

6. قارة إفريقيا Africa

هناك حوالي 2.7 مليون هكتار من الأراضي الزراعية العضوية المعتمدة في إفريقيا حتى نهاية عام 2021م، وهذا يشكل حوالي 3.5 % من الأراضي الزراعية العضوية في العالم. ومقارنة مع عام 2020م نجد أن هناك زيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية بمقدار 390 ألف هكتار أي زيادة بمقدار 17.3%، وتمثل هذه المساحة زيادة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية في إفريقيا بمقدار حوالي 2 مليون فدان عما كانت عليه في عام 2000م. كما أن هناك أكثر من 1.1 مليون من المنتجين العضويين في إفريقيا حتى نهاية عام 2021م. وحتى نهاية 2021م، تعتبر جمهورية أوغندا هي الدولة التي لديها أكبر مساحة من الزراعات العضوية في قارة إفريقيا حيث يوجد بها أكثر من 505 ألف هكتار، تليها إثيوبيا بها أكثر من 332 ألف هكتار، ثم تنزانيا حيث يوجد بها حوالي 287 ألف هكتار، ثم جمهورية تونس بها أكثر من 279 ألف هكتار، وجدير بالذكر أن أكثر من نصف الأراضي الزراعية العضوية في إفريقيا توجد في هذه الدول الأربعة. كما أنه يوجد بأوغندا أكبر عدد من المنتجين العضويين حيث بها حوالي 404 ألف من المنتجين للمنتجات العضوية. أما الدول التي بها أعلى حصة من الأراضي الزراعية العضوية بالنسبة للمساحة الزراعية الكلية بكل دولة فتأتي جزيرة ساو تومي وبرينسيبي حيث تمثل الزراعات العضوية بها حوالي 21.1 % من المساحة الزراعية الكلية بها حتى نهاية عام 2021م.

وجدير بالذكر أن غالبية المنتجات العضوية المعتمدة في إفريقيا هي للتصدير. والمحاصيل العضوية الرئيسية في إفريقيا هي: البن والزيتون والنقل، والكاكاو، والبذور الزيتية، والقطن. وتمثل مساحة المحاصيل المستديمة العضوية في إفريقيا حوالي 67 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية في إفريقيا (حوالي 1.3 مليون هكتار)، أما المحاصيل الحولية العضوية فتمثل حوالي 30 % (حوالي 536 ألف هكتار)، أما الأعشاب والمراعي فتمثل فقط 1.3% (حوالي 27 ألف هكتار).

رابعاً: نمو الأراضي الزراعية العضوية حول العالم

لقد كان هناك نمو في مساحة الأراضي العضوية في عام 2021م بأكثر من ستة أضعاف المساحة عند المقارنة بعام 1999م (حيث كانت حوالي 11 مليون هكتار)، لتصل إلى 76.4 مليون هكتار. ولقد زادت مساحة الأراضي الزراعية العضوية خلال عام 2021م بمقدار 1.3 مليون هكتار عن عام 2020م أي بمقدار 1.7%. وجدير بالذكر أن ما يقرب من ثلثي الأراضي الزراعية العضوية كانت مناطق عشبية ورعي (حوالي 50 مليون هكتار) والتي انخفضت بنسبة 2.5% في عام 2021م. ولقد بلغت مساحة المحاصيل الحولية العضوية ما يقرب من 14.8 مليون هكتار وهي تمثل حوالي 19 % من المساحة الكلية للأراضي العضوية وبنسبة زيادة حوالي 11.4 % عن عام 2020م.

ولقد كانت معظم هذه الأراضي لمحاصيل الحبوب بما في ذلك الأرز، تليها الأعلاف الخضراء والبذور الزيتية والمحاصيل النسيجية والبقول الجافة. أما المحاصيل المستديمة فقد كانت تمثل حوالي 8.1 % من الأراضي الزراعية العضوية، حيث بلغت مساحتها أكثر من6.2 مليون هكتار بزيادة حوالي829 ألف هكتار (15.4%) عن عام 2020م. ومن أهمها كانت البن والزيتون، والمكسرات، والعنب، والكاكاو.

وحتى نهاية عام 2021م كان عدد الدول التي تقوم بممارسة الزراعة العضوية 191 دولة حول العالم. وحتى نهاية عام 2022م كان هنالك 74 دولة حول العالم منفذة تنفيذاً كاملاً لقواعد ومعايير

الزراعة العضوية. ويوضح جدول (10) مدى نمو الزراعة العضوية خلال العقدين السابقين من عام 1999م وحتى نهاية عام 2021م. ويوضح جدول (11) مدى نمو الزراعة العضوية حول العالم خلال عام واحد 2020م – 2021م حيث كان هناك زيادة واضحة في مساحة الأراضي الزراعية العضوية.

جدول (10): مدى نمو الزراعة العضوية من عام 1999م وحتى نهاية عام 2021م.

البيان	1999م	2021م
مساحة الأراضي الزراعية العضوية (مليون هكتار)	11	76.4
عدد الدول ذات الأنشطة العضوية	---	191
عدد المنتجين العضويين (Producers)	200 ألف	3.7 مليون
المساحة العضوية البرية من مراعي وغيرها (مليون هكتار)	4.1	29.7
سوق منتجات الزراعة العضوية (مليار يورو)	15.1 (2000)	124.8
عدد الدول المنفذة تنفيذاً كاملاً لقواعد ومعايير للزراعة العضوية	---	74 (2022)
عدد الشركات التابعة للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM	---	791 (2022)

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

جدول (11): مدى نمو الزراعة العضوية حول العالم خلال عام واحد 2020م – 2021م.

القارة	مساحة الأراضي الزراعية العضوية (مليون هكتار)	
	2020 م	2021 م
أوقيانوسيا	35,908,876	35,985,809
أوروبا	17,096,929	17,844,853
أمريكا الجنوبية	9,938,337	9,870,887
آسيا	6,148,098	6,504,211
أمريكا الشمالية	3,744,163	3,542,140
إفريقيا	2,271,080	2,663,983
المجموع	**75,099,762**	**76,403,777**

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

▶ Total includes correction value for French overseas departments.

خامساً: أهم أسواق المنتجات العضوية حول العالم

لقد زادت مبيعات التجزئة العالمية للأغذية والمشروبات العضوية من 92 مليار يورو في عام 2017م إلى حوالي 97 مليار يورو في عام 2018م، ثم إلى أكثر من 106 مليار يورو في 2019م. وفي عام 2020م بلغت مبيعات الأغذية والمشروبات العضوية حوالي 121 مليار يورو. أما في عام 2021م فقد بلغ إجمالي مبيعات التجزئة حول العالم ما يقرب من 125 مليار يورو، وهو ما يمثل زيادة تقديرية بنسبة 3 % تقريباً، وهذه الزيادة كانت أبطأ بكثير مما كانت عليه في عام 2020م وذلك بسبب جائحة كورونا.

ولقد كانت الولايات المتحدة الأمريكية أكبر الأسواق العضوية في عام 2021م حيث بلغت مبيعات المنتجات العضوية بها حوالي 48.6 مليار يورو، تليها ألمانيا 15.9 مليار يورو، ثم فرنسا 12.7 مليار يورو، ثم الصين 11.3 مليار يورو. ولقد كانت الولايات المتحدة أكبر سوق منفردة للمنتجات العضوية بنسبة 39% من السوق العالمية، يليها الاتحاد الأوروبي بنسبة 38% (46.7 مليار يورو)، ثم الصين بنسبة 8 %. ولقد احتلت بلاد القارة الأوروبية الصدارة حيث قدرت مبيعات المنتجات العضوية بها بحوالي 54.5 مليار يورو، تليها أمريكا الشمالية53.9 مليار يورو، ثم آسيا 13.7 مليار يورو. وقد حصلت ألمانيا على أعلى حصة في سوق المنتجات العضوية بنسبة 29%، تليها فرنسا حيث بلغت حصتها 23 %، أما سويسرا وإيطاليا فقد بلغت حصتهما حوالي 7 %، تأتي بعدهم المملكة المتحدة حيث بلغت حصتها حوالي 6 % ثم دول السويد وإسبانيا والنمسا بنسبة 5 %. وتجدر الإشارة إلى أن غالبية المنتجات العضوية كانت تزرع في مناطق أخرى خاصة في دول آسيا وأمريكا الجنوبية وإفريقيا وذلك بغرض التصدير.

ويوضح شكل (6) الدول العشر الأولي التي تضم أكبر الأسواق للأغذية العضوية خلال عام 2021م، وشكل (7) يوضح حصة كل دولة من مبيعات التجزئة العالمية للأغذية العضوية، حسب الإحصائيات التي تم جمعها بواسطة كل من معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا (FiBL) وكذلك الشركة الألمانية لمعلومات السوق الزراعية (The German Agricultural Market Information company) (AMI) والتي نشرت في عام 2023م.

سادساً: الحصر العام للأراضي الزراعية العضوية والمحاصيل العضوية حول العالم

لقد أوضحت نتائج الحصر الذي تم نشرة عام 2023م بواسطة معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا FiBL والاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية IFOAM أن مساحة الأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م قدرت بحوالي 76.4 مليون هكتار تقريباً، وأن ثلثي هذه المساحة كانت عبارة عن مناطق المراعي الطبيعية وزراعات الرعي وهذه قدرت بحوالي 49.5 مليون هكتار. أما مساحة الأراضي الزراعية للمحاصيل العضوية فقد قدرت بحوالي 20.9 مليون هكتار وهذه المساحة تعادل تقريباً ربع الأراضي الزراعية العضوية، وتمثل هذه المساحة كل من مساحة المحاصيل الزراعية الحولية وهي حوالي 14.7 مليون هكتار، ومساحة الزراعات المستديمة وهي حوالي 6.2 مليون هكتار وهذا الإحصاء حتى نهاية عام 2021م، مع الوضع في الاعتبار أن هناك بيانات غير متوفرة لمساحة الأراضي الزراعية العضوية لبعض الدول التي بها مساحات كبيرة من الزراعات العضوية مثل البرازيل والهند. ويوضح جدول (12) توزيع المساحات العضوية المختلفة حول العالم، حيث بلغ إجمالي المساحات العضوية حوالي 108.3 مليون هكتار، وهذه تشمل الزراعات العضوية والمراعي الطبيعية والغابات وتربية الأحياء المائية العضوية والزراعات البرية والمناحل البرية وغيرها. وأكبر مساحات في مجاميع المناطق العضوية كانت مساحة الأراضي الزراعية العضوية حيث بلغت حوالي 76.4 مليون هكتار، والزراعات البرية والمناحل البرية حيث بلغت حوالي 31.8 مليون هكتار. كما يوضح شكل (8) نسب توزيع مجاميع المساحات العضوية الهامة حتى نهاية عام 2021م، حيث تمثل مساحة الأراضي الزراعية العضوية حوالي 74.4 %، ومساحة المناطق البرية حوالي 24.3 % ومساحة الغابات والمناطق العضوية الأخرى حوالي 1.3 %.

جدول (12): توزيع المساحات العضوية المختلفة (هكتار) في قارات العالم حتى نهاية 2021م.

المنطقة	الأراضي الزراعية العضوية	تربية الأحياء المائية العضوية	الغابات	الزراعات البرية	أراضي عضوية غيرزراعية	المجموع
إفريقيا	2,663,980	1	41,795	12,756,436	25	15,462,237
آسيا	6,504,210	48,250		3,815,281	1	10,367,742
أوروبا	17,844,856		843,959	10,585,464	41	29,274,319
أمريكا الجنوبية	9,870,888		40,623	2,377,015	996,100	13,284,626
أمريكا الشمالية	3,542,140		213,703	8,406		3,764,249
أوقيانوسيا	35,985,809			121,794		36,107,603
المجموع	**76,403,777**	**48,251**	**1,140,081**	**29,664,396**	**996,166**	**108,252,670**

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

◄ المجموع يشتمل على مساحات لمناطق زراعية عضوية أخرى وأراضي غير متوفر بياناتها وأيضاً مساحات معدلة لبعض الدول التي تزرع أراضيها مرتين في السنة.

ويوضح جدول (13) المساحات العضوية لكل من المحاصيل الحولية Arable Crops والمحاصيل المستديمة Permanent Crops والمراعي الطبيعية المستديمة Permanent Grassland في قارات العالم حتى نهاية عام 2020م. ويوضح شكل (9) نسب توزيع أقسام المحاصيل في مساحات الأراضي العضوية.

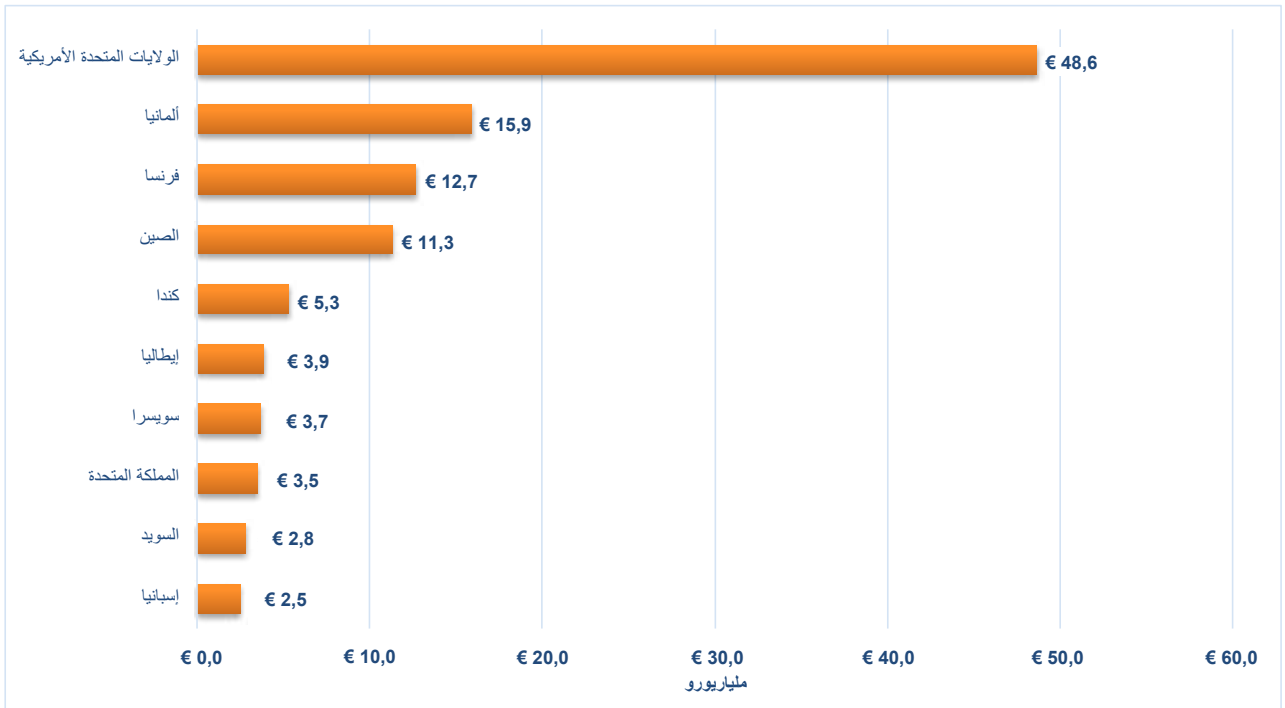
جدول (13): المساحات العضوية المختلفة (هكتار) في قارات العالم حتى نهاية 2021م.

المنطقة	المحاصيل الحولية Arable Crops	المحاصيل المستديمة Permanent Crops	المراعي المستديمة Permanent Grassland	المجموع
إفريقيا	811,988	1,747,781	52,197	2,663,980
آسيا	3,390,547	928,199	8,468	6,504,210
أوروبا	8,447,077	1,997,091	6,945,344	17,844,856
أمريكا الجنوبية	527,258	934,934	6,895,152	9,870,888
أمريكا الشمالية	1,522,101	458,009	964,953	3,542,140
أوقيانوسيا	51,386	147,284	34,672,149	35,985,809
المجموع	**14,750,358**	**6,213,298**	**49,538,263**	**76,403,777**

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

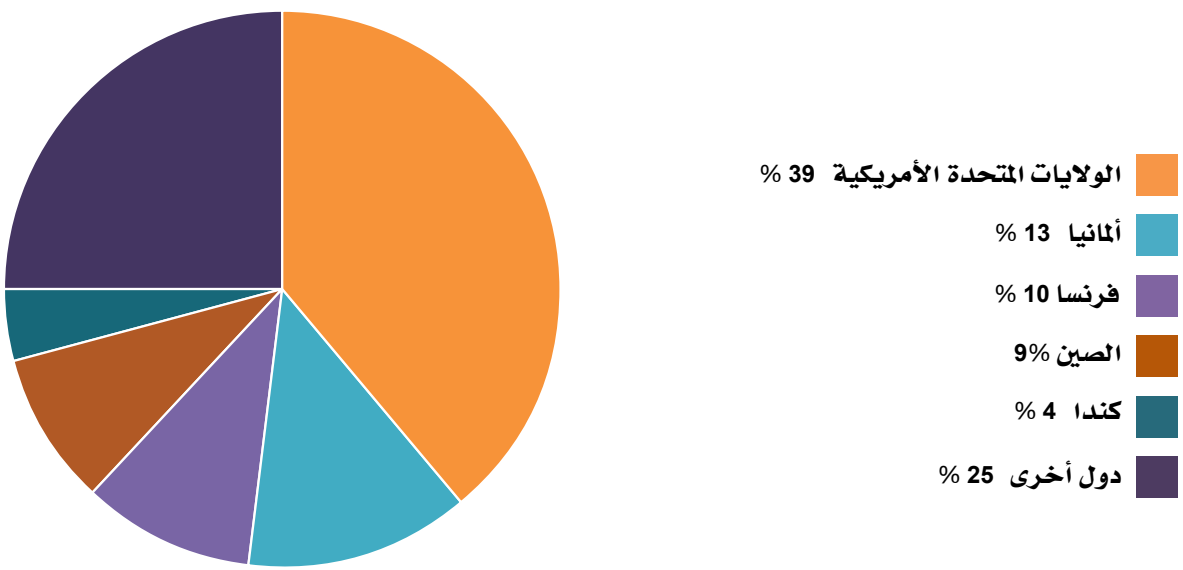
◄ المجموع يشتمل على مساحات لمناطق زراعية عضوية أخرى وأراضي غير متوفر بياناتها وأيضاً مساحات معدلة لبعض الدول التي تزرع أراضيها مرتين في السنة.

شكل(6): الدول العشر التي تضم أكبر الأسواق للأغذية العضوية خلال عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM (2023), based on data from (AMI), government bodies, the private sector and market research companies.

شكل (7): حصة كل دولة من السوق العالمية من الأغذية العضوية خلال عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM (2023), based on data from (AMI), government bodies, the private sector and market research companies.

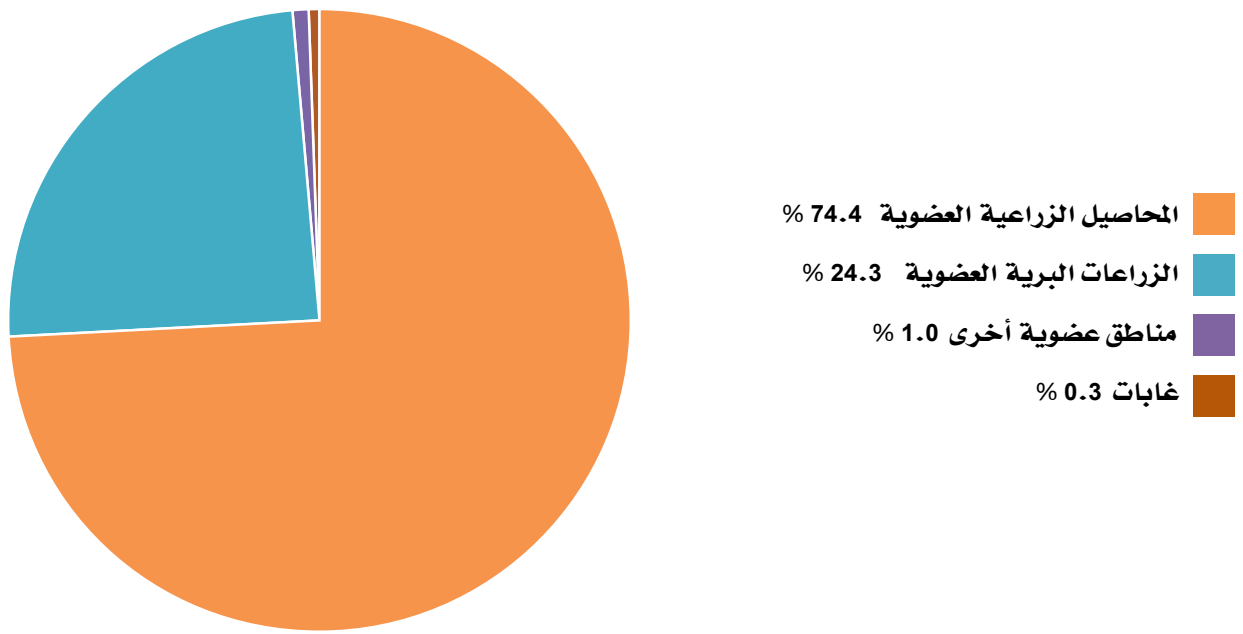
ويوضح جدول (14) أهم مجاميع المحاصيل الحولية والزراعات المستديمة بالأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م. وقد بلغت إجمالي المساحة المزروعة بالمحاصيل الحولية العضوية Arable Crops حوالي 14.8 مليون هكتار وهذه المساحة تمثل 19 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية حول العالم، وتمثل حوالي 1% من المساحة الكلية للمحاصيل الحولية Arable Crops حول العالم.

وتشمل مجاميع المحاصيل العضوية الحولية Arable Crops كل من محاصيل الحبوب Cereals بما في ذلك الأرز وتقدر مساحتها حوالي 5.1 مليون هكتار، تليها الأعلاف الخضراء Green Fodders بمساحة حوالي 3.2 مليون هكتار، تليها البذور الزيتية Oilseeds بمساحة حوالي 1.8 مليون هكتار. وجدير بالذكر أن حوالي 57 % من الأراضي العضوية المنزرعة بالمحاصيل الحولية Arable Crops تقع في أوروبا، تليها آسيا بنسبة 23 %، ثم أمريكا الشمالية بنسبة 10%.

أما المحاصيل المستديمة Permanent Crops في الأراضي الزراعية العضوية فتبلغ إجمالي المساحة المزروعة بها أكثر من 6.2 مليون هكتار وهذه المساحة تمثل 8% من مساحة الأراضي الزراعية العضوية حول العالم، وتمثل حوالي 3.5 % من المساحة الكلية من المحاصيل المستديمة Permanent Crops حول العالم.

وتشمل أهم المحاصيل المستديمة Permanent Crops في الأراضي الزراعية العضوية كل من البن والزيتون بمساحة حوالي 0.9 مليون هكتار، ثم أشجار النقل (المكسرات) بمساحة حوالي 0.8 مليون هكتار، ثم العنب بمساحة حوالي 0.5 مليون هكتار، ثم أشجار الكاكاو بمساحة حوالي 0.4 مليون هكتار. وتوجد معظم الأراضي الزراعية العضوية المنزرعة بالمحاصيل المستديمة Permanent Crops في أوروبا حيث قدرت مساحتها بحوالي 2 مليون هكتار، تليها إفريقيا 1.7 مليون هكتار، ثم آسيا 0.9 مليون هكتار. وبالمقارنة مع عام 2020م نجد أن هناك زيادة بنسبة 15.4% في مساحة المحاصيل العضوية المستديمة أي بأكثر من 0.8 مليون هكتار.

شكل (8): النسبة المئوية لتوزيع مجاميع المساحات العضوية خلال عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

جدول (14): مساحة المحاصيل العضوية الحولية والمستديمة حتى نهاية عام 2021م.

المحاصيل الحولية Arable Crops	المساحة (هكتار)	المحاصيل المستديمة Permanent Crops	المساحة (هكتار)
الحبوب والأرز	5,480,988	محاصيل مستديمة مختلفة	1,048,071
الأعلاف الخضراء	3,218,742	البن	922,399
البذور الزيتية	2,098,555	الزيتون	902,601
محاصيل المنسوجات	986,745	أشجار النقل	843,862
البقول المجففة	733,308	العنب	510,033
محاصيل حولية بدون تفاصيل	655,315	الكاكاو	469,659
الخضروات	445,884	فاكهة المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية	330,019
أراضي عضوية بور	418,595	نخيل جوز الهند (النارجيل)	309,618
النباتات الطبية والعطرية الموسمية	268,654	فاكهة المناطق المعتدلة	301,829
المحاصيل الجذرية	157,451	الشاي والماتة (شاي المكسيك) وغيرها	209,639
محاصيل حولية أخري	113,094	النباتات الطبية والعطرية المستديمة	123,712
قصب السكر	107,790	الموالح (الحمضيات)	114,600
المحاصيل الصناعية	26,115	التوت	107,205
عيش الغراب والكما	14,657	الثمار الزيتية وفاكهة مختلفة	34,452
الفراولة	10,562	المشاتل	738
المجموع	**14,750,358**	المجموع	**6,213,298**

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

◄ يشمل المجموع مجموعات بعض المحاصيل العضوية التي لم تتوفر تفاصيل عنها.

ويوضح جدول (15) توزيع الأراضي الزراعية العضوية حتى نهاية عام 2021م حسب الإحصائيات التي تمت بواسطة FiBL & IFOAM والتي نشرت في عام 2023م، حيث بلغت حوالي 76.4 مليون هكتار.

جدول (15): توزيع الأراضي الزراعية العضوية (هكتار) حتى نهاية عام 2021م.

الزراعات العضوية	المساحة (هكتار)
المحاصيل المستديمة (Permanent Crops)	
محاصيل مستديمة مختلفة	1,048,071
البن	922,399
الزيتون	902,601
أشجار النقل	843,862
العنب	510,033
الكاكاو	469,659
فاكهة المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية	330,019
نخيل جوز الهند (النارجيل)	309,618
فاكهة المناطق المعتدلة	301,829
الشاي والماتة وغيرها	209,639
النباتات الطبية والعطرية المستديمة	123,712
الموالح (الحمضيات)	114,600
التوت	107,205
الثمار الزيتية وفاكهة مختلفة	34,452
المشاتل	738
المجموع	**6,213,298**
المحاصيل الحولية (Arable Crops)	
الحبوب والأرز	5,480,988
الأعلاف الخضراء	3,218,742
البذور الزيتية	2,098,555
محاصيل المنسوجات	986,745
البقول المجففة	733,308
محاصيل حولية بدون تفاصيل	655,315
الخضروات	445,884
أراضي عضوية بور	418,595
النباتات الطبية الموسمية	268,654
المحاصيل الجذرية	157,451
محاصيل حولية أخري	113,094
قصب السكر	107,790
المحاصيل الصناعية	26,115
عيش الغراب والكما	14,657
الفراولة	10,562
المجموع	**14,750,358**
أراضي زراعية عضوية بدون تفاصيل	**5,901,857**
مناطق الرعي والأراضي العشبية المستديمة	**49,538,263**
المجموع الكلي	**76,403,777**

Source: FiBL & IFOAM Organics International (2023).

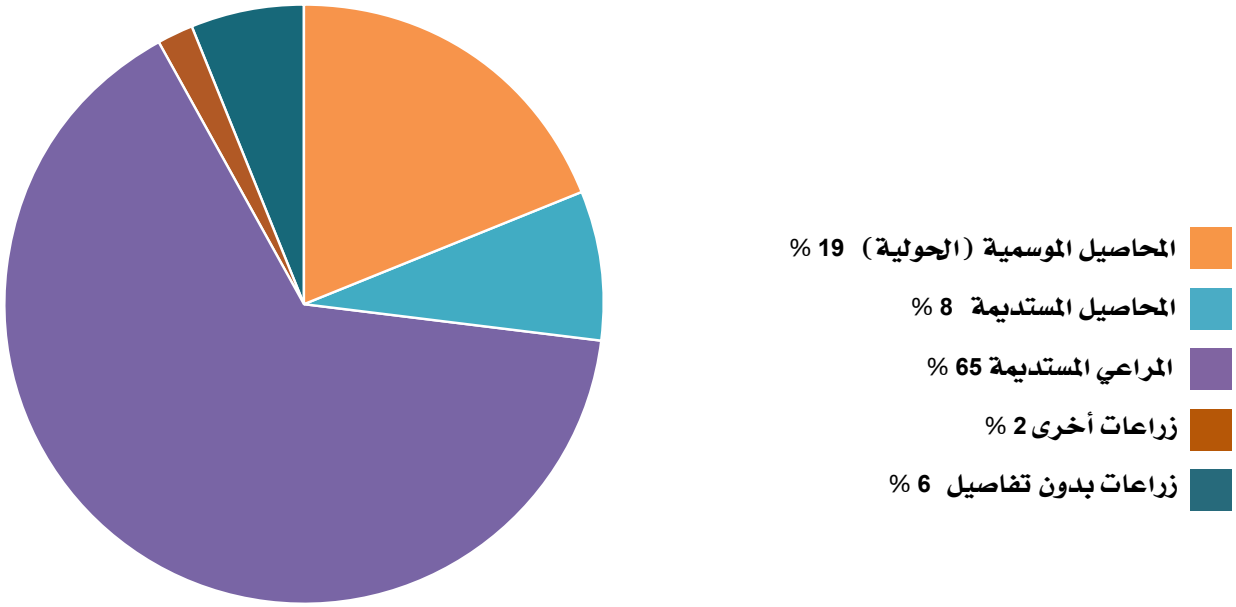
1. أهم مجاميع المحاصيل الحولية (الموسمية) العضوية Organic Arable Crops

تقدر مساحة المحاصيل الحولية العضوية Organic Arable Crops بأكثر من 14 مليون هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه تمثل حوالي 19 % من الأراضي الزراعية العضوية حول العالم، وتمثل 1 % من إجمالي المساحة المنزرعة بالمحاصيل الحولية في العالم (2021) FAO STATISTICS. وبالمقارنة مع عام 2020م نجد أن هناك زيادة في مساحة المحاصيل الحولية العضوية يقدر بنسبة 12 % ويوجد أكثر من 57% من المحاصيل الحولية العضوية في أوروبا، تليها آسيا بنسبة 23 % ثم أمريكا الشمالية بنسبة 10%. ويوضح شكل (10) مساحات أهم المحاصيل الحولية العضوية والتي يمثلها كل من: محاصيل الحبوب والأرز Cereals (5.5 مليون هكتار) والأعلاف الخضراء Green Fodders (3.2 مليون هكتار) ومحاصيل البذور الزيتية Oilseeds (2.1 مليون هكتار) ومحاصيل المنسوجات Textile Crops (مليون هكتار) ومحاصيل البقول المجففة أو المحاصيل البروتينية Dry Pulses (0.7 مليون هكتار) والخضروات Vegetables (0.4 مليون هكتار).

محاصيل الحبوب Cereals

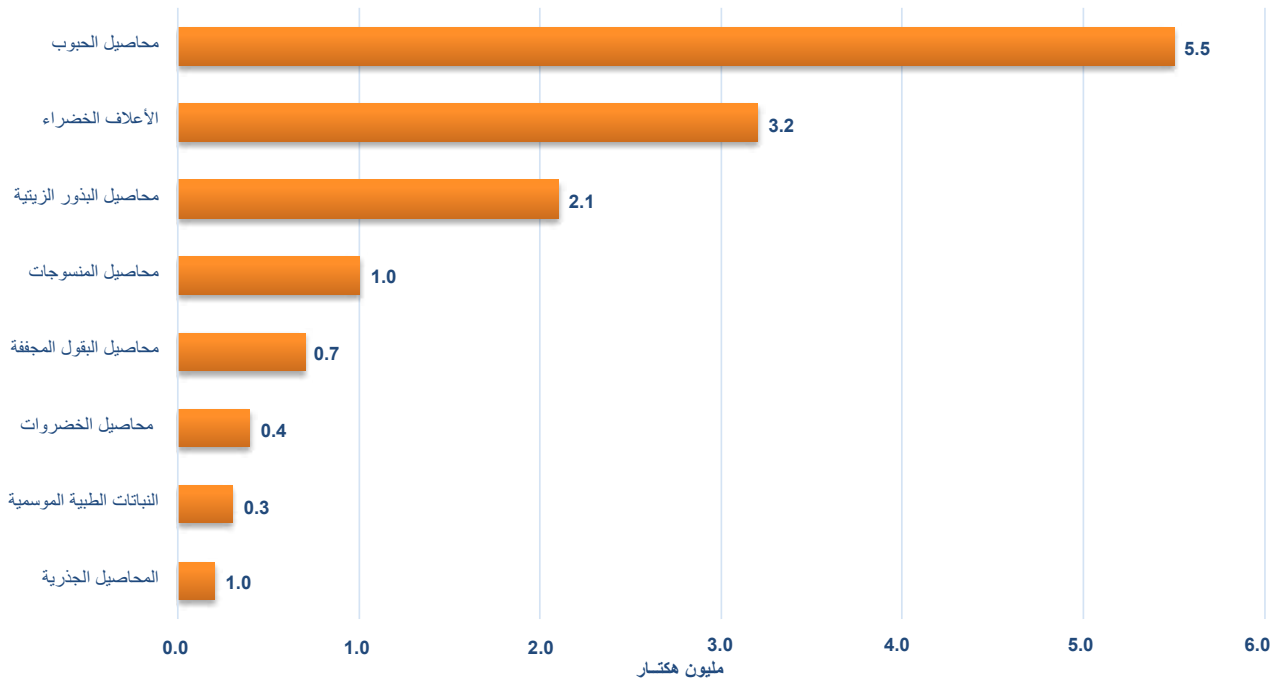
قدرت مساحة محاصيل الحبوب العضوية والتي تشمل الأرز بحوالي 5.5 مليون هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل حوالي أربعة أضعاف مساحة محاصيل الحبوب العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 1.3 مليون هكتار فقط. وتمثل هذه المساحة حوالي 0.7% من المساحة الكلية المنزرعة بمحاصيل

شكل (9): نسب توزيع أقسام المحاصيل في مساحات الأراضي العضوية خلال عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

شكل(10): مساحة أهم مجاميع المحاصيل العضوية الحولية حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

الحبوب حول العالم والتي تقدر بحوالي 724 مليون هكتار حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة (2021) FAO STATISTICS. وتشمل محاصيل الحبوب كل من: القمح Wheat والشعير Barley والشوفان Oats وحبوب الذرة Grain Maize والأرز Rice وحبوب الجاودار Rye وفول الصويا Triticale والدخن Millet وغيرها. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحات من محاصيل الحبوب حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة هي: الصين بها حوالي 98 مليون هكتار، يليها الهند بها حوالي 95 مليون هكتار، تليها الولايات المتحدة الأمريكية بها حوالي 52 مليون هكتار، ثم روسيا الاتحادية بها حوالي 44 مليون هكتار.

ويمثل محصول القمح نسبة كبيرة من محاصيل الحبوب العضوية حيث يمثل حوالي 31 %، يليه محصول الذرة بنسبة 18%، ثم محصول الشوفان بنسبة 12 %، يليه الأرز بنسبة 11%، ثم الشعير بنسبة 8 % ثم حبوب الجاودار بنسبة 4 % ثم الدخن 1 % وأنواع أخرى من الحبوب بنسبة 15%.

محاصيل البذور الزيتية Oilseeds

قدرت مساحة محاصيل البذور الزيتية العضوية بحوالي 2.1 مليون هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من عشرة أضعاف مساحة محاصيل البذور الزيتية العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 144 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة محاصيل البذور الزيتية العضوية حوالي 0.6 % من المساحة الكلية المنزرعة بمحاصيل البذور الزيتية حول العالم، حيث تقدر المساحة الكلية لمحاصيل البذور الزيتية حول العالم بحوالي 324 مليون هكتار حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة (2021) FAO STATISTICS.

والدول الرئيسية في إنتاج محاصيل البذور الزيتية حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة هي: الهند البرازيل والولايات المتحدة الأمريكية والصين وتقدر مساحة محاصيل البذور الزيتية بكل دولة من الدول السابقة أكثر من 25 مليون هكتار. وتشمل محاصيل البذور الزيتية كل من: فول الصويا Soybeans وعباد الشمس Sunflower وبذور الكتان Linseeds وبذور السمسم Sesame وبذور اللفت Rapeseeds والفول السوداني Peanuts والخردل Mustard وغيرها.

ويمثل محصول فول الصويا أكبر نسبة من مساحة محاصيل البذور الزيتية العضوية حيث يمثل حوالي 55 %، ثم بذور عباد الشمس بنسبة 20 %، وبذور اللفت بنسبة 7 %، أما بذور السمسم فتمثل ما نسبته 3 %، ثم بذور الخردل بنسبة 0.5 % وهناك مجموعة من البذور الزيتية الأخرى بنسبة 14.5%.

وبناء على الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023) يوضح جدول (16) أهم الدول التي بها أكبر مساحات من محاصيل الحبوب العضوية ومحاصيل البذور الزيتية العضوية حتى نهاية عام 2021م.

جدول (16): الدول العشر التي بها أكبر مساحة من محاصيل الحبوب العضوية ومحاصيل البذور الزيتية العضوية حتى نهاية عام 2021م.

محاصيل الحبوب العضوية		محاصيل البذور الزيتية العضوية	
الدولة	المساحة التقريبية (هكتار)	الدولة	المساحة التقريبية (هكتار)
الصين	1,425,000	الصين	576,500
ألمانيا	384,000	روسيا الاتحادية	304,621
فرنسا	371,710	أوكرانيا	149,439
كندا	371,217	الهند	130,000
الولايات المتحدة الأمريكية	290,256	فرنسا	128,978
إيطاليا	275,799	توجو	111,680
إسبانيا	241,913	رومانيا	105,261
روسيا الاتحادية	212,824	الولايات المتحدة الأمريكية	83,883
أوكرانيا	160,194	كندا	76,316
بولندا	148,394	النمسا	50,442

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

محاصيل البقول المجففة Dry Pulses

قدرت مساحة محاصيل البقول المجففة العضوية بحوالي 733 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة زادت بأكثر من تسعة أضعاف مساحة محاصيل البقول المجففة العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 79 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة محاصيل البقول المجففة العضوية حوالي 0.8 % من المساحة الكلية المنزرعة بمحاصيل البقول المجففة حول العالم والتي تقدر بحوالي 82.4 مليون هكتار حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة (2021) FAO STATISTICS. وتشمل محاصيل البقول المجففة كل من: البازلاء Peas والعدس Lentils والفاصوليا Beans والترمس Lupines وغيرها من محاصيل البقول المجففة والبروتينية. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحات من محاصيل البقول المجففة حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة هي: الهند والنيجر وميانمار. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحات من محاصيل البقول المجففة العضوية هي فرنسا والصين وألمانيا وروسيا وإيطاليا وإسبانيا وبولندا.

محاصيل الخضروات Vegetables

قدرت مساحة محاصيل الخضروات العضوية بحوالي 446 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة زادت بحوالي أربعة أضعاف مساحة محاصيل الخضروات العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 105 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة محاصيل الخضروات العضوية حوالي 0.7 % من المساحة الكلية المنزرعة بمحاصيل الخضروات حول العالم والتي تقدر بحوالي 60 مليون هكتار حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة (2021) FAO STATISTICS. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر

مساحات من محاصيل الخضروات حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة هي: الصين والهند ونيجيريا وفيتنام. وجزء كبير من مساحة محاصيل الخضروات العضوية حوالي 76 ألف هكتار من محاصيل الخضروات الثمرية يليها محاصيل الخضروات الورقية حوالي 71 ألف هكتار.

والدول التي بها أكبر مساحة من محاصيل الخضروات العضوية حتى نهاية عام 2021م هي: الولايات المتحدة الأمريكية وإيطاليا والصين وفرنسا وبولندا وإسبانيا ومصر حيث إن بكل منها أكثر من 25 ألف هكتار. وتمثل مجاميع الخضروات العضوية حتى نهاية عام 2021م كل من: الخضروات الثمرية 17%، الخضروات الورقية 16%، الخضروات البقولية 15%، الخضروات الجذرية 11%، الخضروات الطازجة 12%، الصليبيات (الكرنب والقرنبيط) 7%، خضروات أخرى 22 %. وبناء على الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023) يوضح جدول (17) أهم الدول التي بها أكبر مساحات من محاصيل البقول المجففة العضوية ومحاصيل الخضروات العضوية حتى نهاية عام 2021م.

جدول (17): الدول العشر التي بها أكبر مساحة من محاصيل البقول المجففة العضوية ومحاصيل الخضروات العضوية حتى نهاية عام 2021م.

محاصيل البقول المجففة العضوية		محاصيل الخضروات العضوية	
الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)	الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)
فرنسا	156,782	الولايات المتحدة الأمريكية	77,673
كندا	80,121	إيطاليا	49,201
ألمانيا	71,000	الصين	49,000
روسيا الاتحادية	54,228	فرنسا	36,305
إيطاليا	47,747	بولندا	28,473
إسبانيا	39,608	إسبانيا	26,336
بولندا	37,843	مصر	25,796
الولايات المتحدة الأمريكية	31,581	المكسيك	24,432
اليونان	23,008	ألمانيا	18,518
ليتوانيا	22,015	هولندا	10,405

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

2. أهم مجاميع المحاصيل العضوية المستديمة Organic Permanent Crops

تقدر مساحة المحاصيل العضوية المستديمة بحوالي 6.2 مليون هكتار حتى نهاية عام 2021م، وذلك حسب الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023)، وهذه تشكل ما نسبته حوالي 8 % من الأراضي الزراعية العضوية حول العالم، وتمثل 3.5 % من إجمالي المساحة المنزرعة بالمحاصيل المستديمة حول العالم.

وبالمقارنة مع عام 2020م نجد أن هناك زيادة في مساحة المحاصيل العضوية المستديمة بأكثر من 0.8 مليون هكتار وهذا يمثل زيادة بنسبة 15.4%. وغالبية المحاصيل

العضوية المستديمة توجد في قارة أوروبا حيث تقدر مساحتها بحوالي 2 مليون هكتار، تليها قارة إفريقيا بمساحة حوالي 1.7 مليون هكتار، ثم قارتي أمريكا الجنوبية وآسيا بمساحة حوالي 0.9 مليون.

ويوضح شكل (11) مساحة أهم المحاصيل العضوية المستديمة حتي نهاية عام 2021م والتي يمثلها كل من: أشجار البن Coffee بمساحة حوالي 0.9 مليون هكتار وهذه المساحة تمثل حوالي 8.6 % من مساحة المحاصيل العضوية المستديمة، ثم أشجار الزيتون Olives بمساحة حوالي 0.9 مليون هكتار بنسبة (8.1 %)، ثم النقل Nuts بمساحة حوالي 0.8 مليون هكتار بنسبة (5.4 %)، ثم ، ثم العنب Grapes بمساحة حوالي 0.5 مليون هكتار بنسبة (7.5 %)، ثم الكاكاو Cocoa بمساحة حوالي 0.5 مليون هكتار بنسبة (4%)، وذلك حسب الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023).

الزيتون Olives

قدرت مساحة أشجار الزيتون العضوية بحوالي 903 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من ضعفين ونصف مساحة أشجار الزيتون العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 315 ألف هكتار فقط. وتمثل أشجار الزيتون العضوية حوالي 8.6 % من المساحة الكلية المنزرعة بأشجار الزيتون حول العالم والتي

تقدر بحوالي 10.7 مليون هكتار (2021) FAO STATISTICS.

والثلاث دول الأولي والتي بها أكبر مساحة من أشجار الزيتون العضوية هي: دولة تونس والتي بها حوالي 260 ألف هكتار وهذه تمثل 20 % من المساحة الكلية لأشجار الزيتون في تونس، يليها إيطاليا ويوجد بها حوالي 208 ألف هكتار وهذه تمثل أكثر من 18 % من المساحة الكلية لأشجار الزيتون في إيطاليا، يليها إسبانيا وبها حوالي 257 ألف هكتار وهذه تمثل حوالي 10% من المساحة الكلية لأشجار الزيتون في إسبانيا، ثم تركيا بها حوالي 61 ألف هكتار وهذه تمثل حوالي 7 % من المساحة الكلية لأشجار الزيتون في تركيا، ثم اليونان بها حوالي 57 ألف هكتار وهذه تمثل حوالي 6 % من المساحة الكلية لأشجار الزيتون في اليونان. وجدير بالذكر أن حوالي 71 % من إنتاج الزيتون العضوي موجود في أوروبا، يليها دول شمال إفريقيا والتي بها حوالي 28 % من إنتاج الزيتون العضوي في العالم.

العنب Grapes

قدرت مساحة أشجار العنب العضوية بحوالي 510 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من خمسة أضعاف مساحة أشجار العنب العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 88 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة أشجار العنب العضوية حوالي 7.5 % من المساحة الكلية المنزرعة بأشجار العنب حول العالم والتي تقدر بحوالي 7.1 مليون هكتار (2021) FAO STATISTICS.

وجدير بالذكر أن حوالي 83 % من أشجار العنب العضوية توجد في أوروبا. ومن أكبر الدول من حيث مساحات أشجار العنب العضوية تأتي إسبانيا في المقدمة حيث بها حوالي 142 ألف هكتار، يليها فرنسا وبها حوالي 136 ألف هكتار، ثم إيطاليا بها حوالي 104 ألف هكتار، ثم الولايات المتحدة الأمريكية بها حوالي 27 ألف هكتار، ثم الصين وألمانيا بكل منهما أكثر من 10 آلاف هكتار.

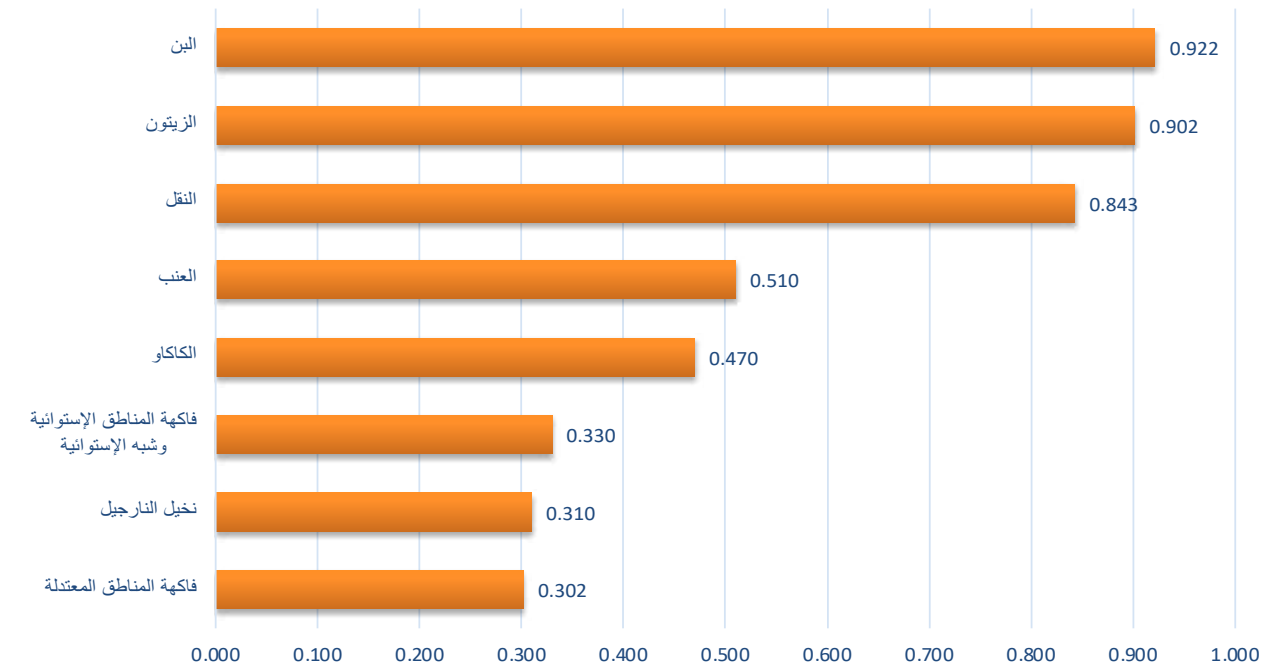
ويوضح جدول (18) أهم الدول التي بها أكبر مساحة من أشجار الزيتون وأشجار العنب العضوية حتى نهاية عام 2021م، وذلك حسب الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023).

جدول (18): الدول العشر التي بها أكبر مساحة من أشجار الزيتون العضوية وأشجار العنب العضوية حتى نهاية عام 2021م.

أشجار الزيتون العضوية		أشجار العنب العضوية	
الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)	الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)
تونس	260,408	إسبانيا	142,177
إسبانيا	256,507	فرنسا	136,431
إيطاليا	208,212	إيطاليا	103,576
تركيا	60,704	الولايات المتحدة الأمريكية	27,444
اليونان	56,507	الصين	13,000
البرتغال	26,552	ألمانيا	12,500
الأرجنتين	8,255	تركيا	9,984
فرنسا	6,425	الأرجنتين	9,461
فلسطين	4,870	تشيلي	7,293
الصين	3,000	النمسا	6,976

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

شكل(11): مساحة أهم المحاصيل العضوية المستديمة حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

البن Coffee

قدرت مساحة أشجار البن العضوية بحوالي 922 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من خمسة أضعاف مساحة أشجار البن العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 176 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة أشجار البن العضوية حوالي 8.1 % من المساحة الكلية المنزرعة بأشجار البن حول العالم والتي تقدر بحوالي 11 مليون هكتار(2021) FAO STATISTICS. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحات من أشجار البن هي: البرازيل بها حوالي 2 مليون هكتار، يليها إندونيسيا بها حوالي 1.2 مليون هكتار، يليها كوت ديفوار حوالي مليون هكتار، يليها كولومبيا بها حوالي 0.9 مليون هكتار، يليها إثيوبيا بها حوالي 0.7 مليون هكتار.

أما الدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحة من أشجار البن العضوية فهي إثيوبيا بها 226 ألف هكتار، يليها بيرو بها حوالي 200 ألف هكتار، يليها المكسيك بها حوالي 94 ألف هكتار، وجدير بالذكر أن حوالي 87 % من أشجار البن العضوية توجد في دول أمريكا الجنوبية وإفريقيا.

الكاكاو Cocoa

قدرت مساحة أشجار الكاكاو العضوية بحوالي 470 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من عشرة أضعاف مساحة أشجار الكاكاو العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 46 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة أشجار الكاكاو العضوية حوالي 4 % من المساحة الكلية المنزرعة بأشجار الكاكاو حول العالم والتي تقدر بحوالي 10.2 مليون هكتار (2021) FAO STATISTICS. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحات من أشجار الكاكاو هي: كوت ديفوار بها حوالي 2.8 مليون هكتار، يليها إندونيسيا بها حوالي 1.7 مليون هكتار، يليها غانا بها حوالي 1.7 مليون هكتار، ثم نيجيريا بها حوالي 0.8 مليون هكتار.

ومن أهم الدول التي بها أكبر مساحة من أشجار الكاكاو العضوية هي: سيراليون حيث يوجد بها حوالي 162 ألف هكتار، يليها بيرو حيث يوجد بها حوالي 81 ألف هكتار، يليها جمهورية الدومينيك بها حوالي 67 ألف هكتار، ثم جمهورية الكونغو الديمقراطية حيث يوجد بها حوالي 61 ألف هكتار، وجدير بالذكر أن أكثر من 60 % من أشجار الكاكاو العضوية توجد في دول أمريكا الجنوبية وما يقرب من 40 % في إفريقيا.

ويوضح جدول (19) أهم الدول التي بها أكبر مساحات من أشجار البن وأشجار الكاكاو العضوية حتى نهاية عام 2021م، حسب الإحصاء الذي تم بواسطة (2023) FiBL & IFOAM.

جدول (19): الدول العشر التي بها أكبر مساحة من أشجار البن العضوية وأشجار الكاكاو العضوية حتى نهاية عام 2021م.

أشجار البن العضوية		أشجار الكاكاو العضوية	
الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)	الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)
إثيوبيا	226,369	سيراليون	161,767
بيرو	199,762	بيرو	80,887
المكسيك	93,725	جمهورية الدومينيكان	67,086
كولومبيا	74,600	جمهورية الكونغو الديمقراطية	61,087
بابوا غينيا الجديدة	68,238	غانا	16,448
هندوراس	43,151	تنزانيا	15,244
تيمور ليستي	32,311	أوغندا	9,732
إندونيسيا	32,156	المكسيك	9,086
جمهورية الكونغو الديمقراطية	26,705	ساوتومي وبرينسيبي	7,087
نيكاراجوا	25,711	مدغشقر	5,847

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية
Tropical and Subtropical Fruits

قدرت مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية بحوالي 330 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من ثمانية أضعاف مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 41 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية حوالي 1.1 % من المساحة الكلية لفاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حول العالم والتي تقدر بحوالي 24.8 مليون هكتار (2021) FAO STATISTICS. وأهم خمسة دول في إنتاج فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هي: الهند والصين والفلبين والبرازيل وتايلند، حيث إن المساحة المنزرعة بفاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية بكل دولة من هذه الدول تقدر بأكثر من مليون هكتار.

وتعتبر إثيوبيا من أكبر الدول من حيث مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية حيث يوجد بها حوالي 64 ألف هكتار، يليها جمهورية الدومينيكان بها حوالي 35 ألف هكتار، يليها المكسيك بها 26 ألف هكتار، ثم الفلبين بها 25 ألف هكتار. وتحتل مساحة أشجار الموز المرتبة الاولي بين فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية بنسبة 31.9 %، ثم الأفوكادو بنسبة 30 %، ثم أشجار المانجو بنسبة 10.8 %، ثم أشجار التين بنسبة 5.6 %، ثم نخيل التمر بنسبة 5.3 %. وتعتبر جمهورية الدومينيكان من أهم الدول المصدرة لمحصول الموز العضوي، أما المكسيك فهي من

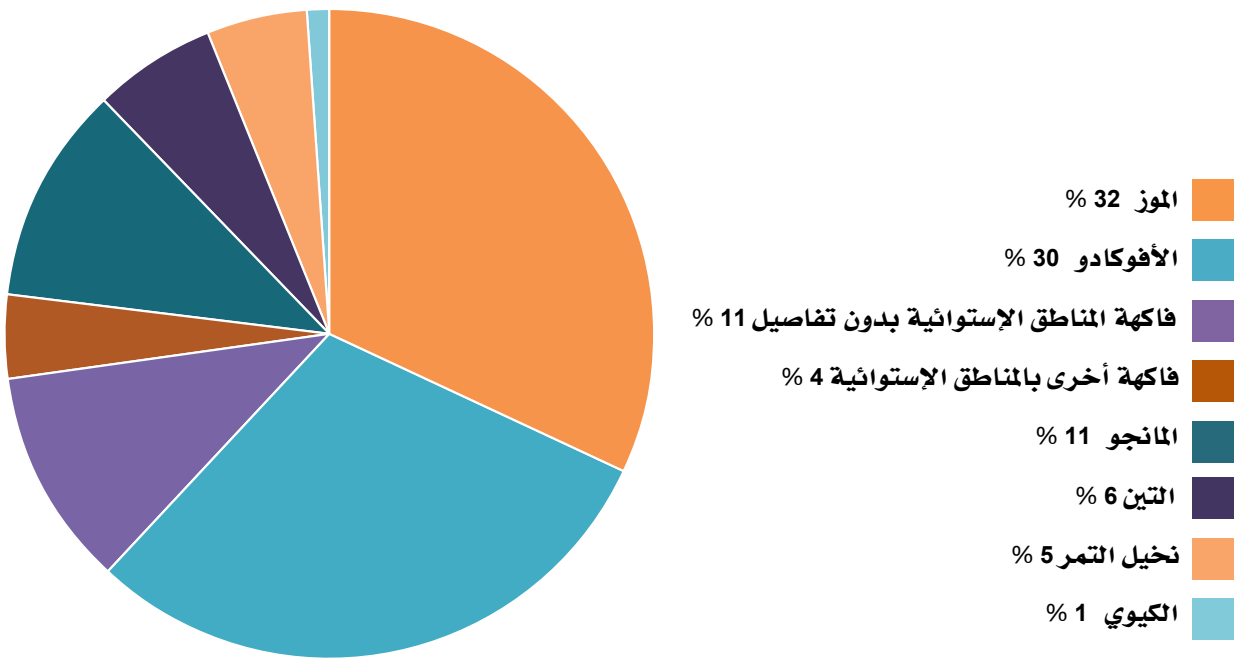
أهم الدول المصدرة لمحصولي المانجو والأفوكادو العضوية. ويوضح شكل (12) النسبة المئوية لمساحة أشجار فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية حول العالم حتى نهاية عام 2021م.

فاكهة المناطق المعتدلة Temperate Fruits

تقدر مساحة فاكهة المناطق المعتدلة العضوية بحوالي 302 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل أكثر من ثلاثة أضعاف مساحة فاكهة المناطق المعتدلة العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 97 ألف هكتار فقط وذلك عندما تم جمع بيانات عن استخدام الأراضي والمحاصيل العضوية لأول مرة. وتمثل مساحة فاكهة المناطق المعتدلة العضوية حوالي 2.6 % من المساحة الكلية لفاكهة المناطق المعتدلة حول العالم والتي تقدر بحوالي 12.6 مليون هكتار (FAO STATISTICS (2021.

وأهم الدول في إنتاج فاكهة المناطق المعتدلة هي: الصين وإيطاليا وفرنسا وتركيا وبولندا والولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا والأرجنتين وإسبانيا ورومانيا. وتعتبر الصين من أكبر الدول من حيث مساحة فاكهة المناطق المعتدلة العضوية حيث يوجد بها حوالي 112 ألف هكتار، يليها بولندا بها حوالي 31 ألف هكتار، ثم إيطاليا بها حوالي 25 ألف هكتار. وتحتل مساحة أشجار التفاح المرتبة الاولي بين فاكهة المناطق المعتدلة العضوية بنسبة 26 %، ثم أشجار البرقوق بنسبة حوالي 13 % ثم أشجار المشمش بنسبة 5 %. ويوضح شكل (13) النسبة المئوية لمساحة فاكهة المناطق المعتدلة العضوية حول العالم. ويوضح جدول (20) أهم الدول التي بها أكبر مساحات من فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفاكهة المناطق المعتدلة العضوية، كما يوضح جدول (21) مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفاكهة المناطق المعتدلة العضوية في قارات العالم حتى نهاية عام 2021م وذلك بناء على الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023).

شكل(12): نسب توزيع أشجار فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

جدول (20): الدول العشر التي بها أكبر مساحة من فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفاكهة المناطق المعتدلة العضوية حتى نهاية عام 2021م.

فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية		فاكهة المناطق المعتدلة العضوية	
الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)	الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)
إثيوبيا	63,655	الصين	112,000
جمهورية الدومينيكان	35,341	بولندا	30,714
المكسيك	25,667	إيطاليا	24,694
الفلبين	24,554	فرنسا	23,531
الإكوادور	23,491	الولايات المتحدة الأمريكية	18,130
بيرو	18,538	تركيا	15,040
تركيا	16,583	رومانيا	9,541
كينيا	15,818	إسبانيا	9,321
بوركينا فاسو	13,930	ألمانيا	9,300
إيطاليا	9,380	المجر	7,453

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

جدول (21): مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفاكهة المناطق المعتدلة العضوية في قارات العالم حتى نهاية عام 2021م.

فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية العضوية		فاكهة المناطق المعتدلة العضوية	
القارة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)	القارة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)
إفريقيا	124,114	أوروبا	156,654
أمريكا الجنوبية	120,773	آسيا	112,935
آسيا	41,411	أمريكا الشمالية	19,184
أوروبا	38,565	أمريكا الجنوبية	9,711
أمريكا الشمالية	5,122	إفريقيا	3,345

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

الحمضيات (الموالح) Citrus

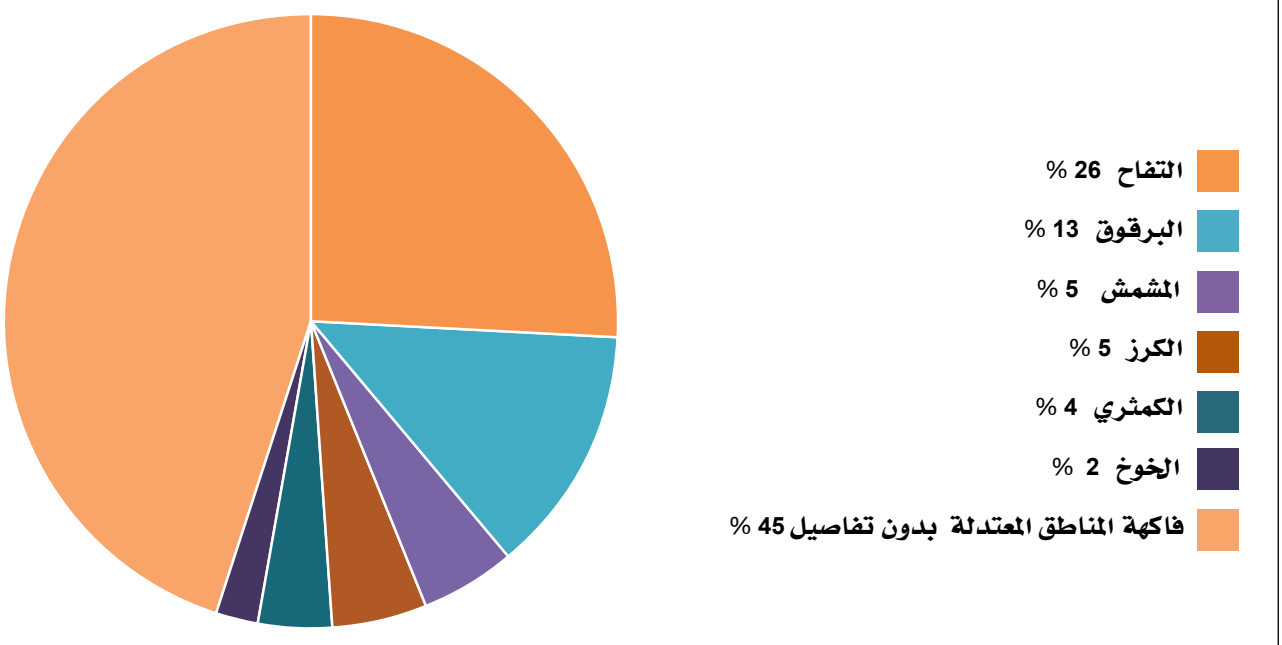
قدرت مساحة أشجار الحمضيات العضوية حول العالم بحوالي 115 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م، وهذه المساحة تمثل حوالي أربعة أضعاف مساحة أشجار الحمضيات العضوية في عام 2004م والتي كانت تقدر بحوالي 29 ألف هكتار فقط. وتمثل مساحة الحمضيات العضوية حوالي 1.4 % من المساحة الكلية للحمضيات حول العالم والتي كانت تقدر بحوالي 9.4 مليون هكتار وذلك حسب احصائيات FAO STATISTICS (2021). وتشمل الحمضيات كل من البرتقال والليمون الحامض والليمون الحلو والجريب فروت واليوسفي والبوميلو وغيرها. والدول الرئيسية التي يوجد بها أكبر مساحات من الحمضيات حسب احصائيات منظمة الأغذية والزراعة هي: الهند 0.9 مليون هكتار والبرازيل 0.8 مليون هكتار.

وتعتبر أشجار الليمون الحامض والليمون الحلو العضوية هي المحصول الرئيسي بين الحمضيات العضوية حيث تمثل حوالي 26.1 % من الحمضيات العضوية، تليها أشجار البرتقال بنسبة 24.9 %، ثم اليوسفي بنسبة 4.6 %، وهناك أشجار حمضيات عضوية أخرى بدون تفاصيل.

ويوضح شكل (14) النسبة المئوية لمساحة أشجار الحمضيات العضوية حول العالم. وتعتبر إيطاليا هي الدولة الأولي من حيث مساحة الحمضيات العضوية حيث يوجد بها حوالي 27 ألف هكتار وهذه المساحة تمثل حوالي 24 % من المساحة الكلية للحمضيات في إيطاليا، يليها إسبانيا بها حوالي 24 ألف هكتار، يليها المكسيك بها حوالي 17 ألف هكتار، يليها الصين بها حوالي 13 ألف هكتار. ويوضح جدول (22) أهم الدول التي بها أكبر مساحات من الحمضيات العضوية حسب الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM (2023).

وجدير بالذكر أنه بين أعوام 2013م، 2015م كان هناك نقص في مساحة الحمضيات العضوية يقدر بحوالي 13 % حيث كانت مساحة الحمضيات العضوية خلال عام 2013م حوالي 81.7 ألف هكتار ثم انخفضت إلى حوالي 70.8 ألف هكتار خلال عام 2015م FiBL & IFOAM (2017). وفي الحقيقة فإن هذا الانخفاض في

شكل (13): نسب توزيع أشجار فاكهة المناطق المعتدلة العضوية حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

مساحة الحمضيات العضوية يعزى إلى انتشار مرض الاخضرار Greening Disease والذي يسببه نوع من الميكوبلازما والتي تنتقل بواسطة نوعين من حشرة بسيلا الحمضيات:

Asian Citrus Psyllid (*Diaphorina citri*).

African Citrus Psyllid (*Trioza erytreae*).

جدول (22): الدول التي بها أكبر مساحة من الحمضيات العضوية حتى نهاية عام 2021م.

الدولة	المساحة التقريبية (بالألف هكتار)
إيطاليا	26,718
إسبانيا	23,999
المكسيك	17,289
الصين	13,000
جمهورية الدومينيكان	11,498
الولايات المتحدة الأمريكية	5,403
المغرب	3,777
اليونان	2,239
الأرجنتين	2,173
مصر	1,303

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

سابعاً: الزراعة العضوية في العالم العربي

تعطي نتائج حصر الزراعات العضوية حول العالم الذي نشر في عام 2023م بواسطة معهد بحوث الزراعة العضوية بسويسرا (FiBL) والاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية (IFOAM) مؤشراً على أن الزراعة العضوية تتطور على مستوى الوطن العربي، حيث يتم مزاولة الزراعة العضوية في 15 دولة عربية من خلال زراعة حوالي نصف مليون هكتار حتى نهاية عام 2021م ويصل عدد المنتجين العضويين حوالي 14 ألف، في حين كانت مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الوطن العربي حتى نهاية عام 2015م حوالي 442 ألف هكتار وعدد المنتجين العضويين للمنتجات العضوية كان حوالي 8 آلاف فقط.

بالإضافة الى الاراضي الزراعية العضوية هناك مساحة من الأراضي العضوية البرية والتي تعادل 363 ألف هكتار. وتعتبر المغرب أكبر دولة عربية في المنتجات البرية والطبيعية العضوية حيث يوجد بها حوالي 268 ألف هكتار وتشمل المنتجات البرية والطبيعية العضوية في المغرب منتجات الغابات والمراعي والنباتات البرية الطبية والعطرية. ويوجد بكل من تونس ومصر والسعودية والمغرب وفلسطين والإمارات العربية المتحدة وسوريا أكثر من 97% من مساحة الأراضي الزراعية العضوية بالوطن العربي.

تعتبر تونس هي الدولة العربية التي بها أكبر مساحة من الأراضي الزراعية العضوية حيث تقدر مساحة الزراعات العضوية بها حوالي 279 ألف هكتار، وهذه المساحة تمثل أكثر من نصف مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الوطن العربي، وتمثل حوالي 3% من المساحة الزراعية الكلية بتونس، ويبلغ عدد المنتجين العضويين في تونس أكثر من 7 آلاف. وتشكل أشجار الزيتون العضوية أكثر من 80% من مساحة الأراضي العضوية في تونس حيث تبلغ مساحتها أكثر من 260 ألف هكتار حتى نهاية عام 2021م.

تأتي في المرتبة الثانية جمهورية مصر العربية حيث يوجد بها حوالي 116 ألف هكتار من الأراضي الزراعية العضوية، وهذه المساحة تمثل حوالي 25 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الوطن العربي، وتمثل حوالي 3 % من المساحة الزراعية الكلية بجمهورية مصر العربية. ويبلغ عدد المنتجين العضويين في مصر 970 مزارع.

وتعتبر مصر أول دولة عربية طبقت نظام الزراعة العضوية في السبعينات من القرن الماضي، كما أنشأت في مصر أول شركة زراعة متخصصة في الزراعة العضوية وهي شركة سيكم التي سبقت جميع الشركات الزراعية العربية في ادخال الزراعة العضوية الموثقة في حركة الزراعة العضوية العالمية التابعة لمنظمة الاغذية والزراعة في الامم المتحدة. وتعتبر مصر أكبر منتج للقطن العضوي في الوطن العربي، حيث يوجد في مصر 12 مزرعة تقوم بإنتاج القطن العضوي في عام 2020م، وهذه تقدر مساحتها بحوالي 198 هكتار ويبلغ إنتاج القطن العضوي في مصر حوالي 238 طن متري.

ثم تأتي المملكة العربية السعودية في المرتبة الثالثة حيث يوجد بها حوالي 27 ألف هكتار من الأراضي الزراعية العضوية، وهذه

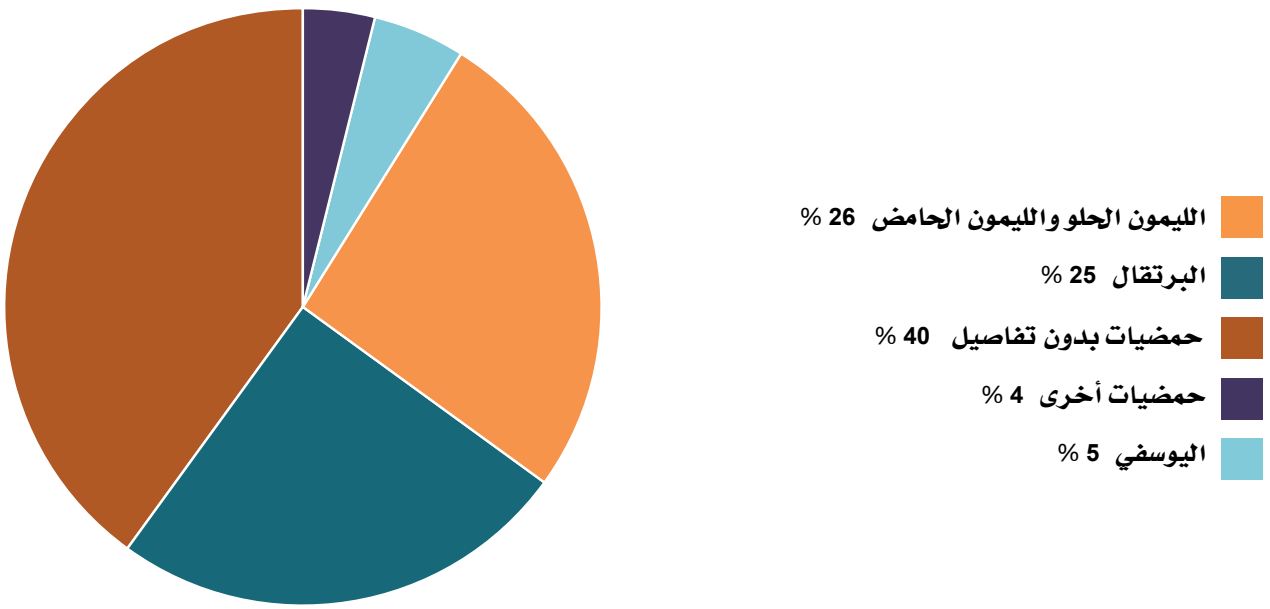
المساحة تمثل حوالي 5.7 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الوطن العربي. ويبلغ عدد المنتجين العضويين في السعودية 400 مزارع. وتقدر مساحة فاكهة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في السعودية أكثر من 6 آلاف هكتار، ويمثل نخيل التمر العضوي حوالي 3 آلاف هكتار من هذه المساحة. وتقدر عدد المزارع المنتجة للتمور العضوية في السعودية بحوالي 88 مزرعة منها 42 مزرعة في مرحلة التحول. ويبلغ إنتاج السعودية من التمور العضوية حوالي 13.8 ألف طن سنوياً.

تأتي المملكة المغربية بالمرتبة الرابعة حيث يوجد بها حوالي 11 ألف هكتار من الزراعات العضوية وربع هذه المساحة تمثل أشجار الحمضيات العضوية، كما تقدر مساحة أشجار الزيتون العضوي بالمغرب بحوالي 1.3 ألف هكتار. أما دولة فلسطين فيوجد بها أكثر من 5 آلاف هكتار من أشجار الزيتون العضوية، وهذه تمثل مساحة الأراضي الزراعية العضوية في فلسطين. أما في سوريا فقد قدرت مساحة الأراضي الزراعية العضوية خلال عام 2019م بحوالي 20 ألف هكتار، وهذه المساحة تمثل حوالي 3.7 % من مساحة الأراضي الزراعية العضوية في الوطن العربي.

أما في سلطنة عُمان فقد أنشأت مزرعة عضوية لنخيل التمر ضمن مشروع زراعة المليون نخلة، وهي مزرعة مسروق في ولاية عبري بمحافظة الظاهرة، وتبلغ أعداد النخيل العضوي بها حوالي 100 ألف نخلة. ويوجد بكل من تونس والمملكة العربية السعودية والامارات العربية المتحدة وجمهورية مصر العربية أكبر مساحات من نخيل التمر العضوي على مستوى العالم والوطن العربي. وعموماً هناك حوالي 30 دولة حول العالم بها زراعات نخيل التمر وتقدر أعداد نخيل التمر في العالم بحوالي 120 مليون نخلة، ويبلغ إنتاج العالم من التمور حوالي 7.5 مليون طن (FAO STATISTICS (2021، ويوجد بالوطن العربي حوالي 70 % من أعداد نخيل التمر حول العالم وتنتج الدول العربية حوالي 67 % من إنتاج التمور حول العالم (El-Juhany (2010.

وجدير بالذكر أن حصة الأراضي الزراعية العضوية من المساحة الزراعية الكلية بجميع الدول العربية تبلغ حوالي 10.1 % فقط. كما أنه توجد في كل من تونس ومصر ودول مجلس التعاون الخليجي معايير وقواعد لنظام الزراعة العضوية والتي يجب أن يتبعها كل القائمين بعمليات الإنتاج والتجهيز والتداول للمنتجات العضوية في هذه الدول والتي تلبي متطلبات الأسواق المحلية وأيضاً أسواق

شكل (14): نسب توزيع الحمضيات العضوية حتى نهاية عام 2021م.



Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

التصدير الخارجية. وتعتبر تونس أول دولة عربية يعترف الاتحاد الأوروبي بقواعد الزراعة العضوية فيها بحيث يسهل تصدير المنتجات الزراعية العضوية من تونس الى أي دولة من دول الاتحاد الأوروبي.

يوضح جدول (23) مساحة الأراضي الزراعية العضوية وعدد المزارع المنتجة للمنتجات العضوية بالدول العربية حتى نهاية عام 2021م وكذلك حصة الزراعة العضوية من المساحة الزراعية الكلية بكل دولة، حسب الإحصاء الذي تم بواسطة FiBL & IFOAM. (2023).

جدول (23): مساحة الأراضي الزراعية العضوية وعدد المنتجين العضويين بالدول العربية وحصة الزراعات العضوية من المساحة الزراعية الكلية بكل دولة حتى نهاية عام 2021م.

الدولة	مساحة الزراعات العضوية (هكتار)	عدد المنتجين العضويين	حصة الزراعة العضوية من المساحة الزراعية الكلية
تونس	279,389	7,101	2.9%
مصر	116,000	970	3.0%
السعودية	27,110	400	0.016%
المغرب	11,452	423	0.038%
فلسطين	5,517	1,623	1.2%
الإمارات العربية المتحدة	5,419	152	1.4%
لبنان	1,671	124	0.3%
الأردن	1,446	23	0.14%
السودان	960	1	0.001%
جزر القمر	937	637	0.7%
الجزائر	772	64	0.002%
العراق	63	1	0.001%
الكويت	33	1	0.02%
سلطنة عُمان	7	1	0.0005%
سوريا	19,987 (2019)	2458	0.1%
المجموع	**470,763**	**13,979**	**9.82%**

Source: FiBL & IFOAM – Organics International (2023).

الباب الرابع

استراتيجيات التسميد في الزراعة العضوية

Fertilization Strategies in Organic Agriculture

“The nation that destroys its topsoil destroys itself.”

(Franklin D. Roosevelt, 1937)

لقد ذكر رئيس الولايات المتحدة الثاني والثلاثون Franklin Delano Roosevelt أن:

«الأمة التي تدمر تربتها السطحية تدمر نفسها» وهذه حقيقة لأن التربة وخصوبتها والمحافظة عليها هي الأساس في تقدم الزراعة بأي دولة. وتعتبر التربة وإدارتها بمثابة المفتاح لنجاح الزراعة العضوية، حيث تؤدي جميع الممارسات في الزراعة العضوية إلى المحافظة على خصوبة التربة والعمل على تحسينها وزيادتها. وتعتبر المحافظة على خصوبة التربة وتحسينها هي حجر الأساس Cornerstone في نجاح الزراعة العضوية وهي بالطبع من أهم أهدافها، حيث إن تغذية التربة وزيادة محتواها من المادة العضوية يعمل على تغذية النباتات وحصولها على احتياجاتها من العناصر الغذائية المختلفة.

الفصل الأول: خصوبة التربة في الزراعة العضوية

Soil Fertility in Organic Agriculture

إن التربة الخصبة ذات المحتوى الغذائي المتوازن في الزراعة العضوية تنمو النباتات فيها بصورة جيدة وبالتالي فإننا نحصل على محصول عالي الجودة وبكميات تعادل بل قد تتفوق على جودة وكمية المحصول في الزراعات التقليدية. وهذه الحقيقة تدحض الاعتقاد الخاطئ لدى البعض بأن الزراعة العضوية تؤدي إلى نقص في المحصول كماً ونوعاً، وهذا بالطبع اعتقاد خاطئ تماماً، فالزراعة العضوية تهتم كثيراً بتوفير احتياجات النباتات من جميع العناصر الغذائية الضرورية اللازمة لنموه بصورة جيدة وبالتالي نحصل على محصول جيد كماً ونوعاً لا يقل في الجودة عن مثيله الناتج من الزراعة التقليدية.

وبناء عليه، يمكن القول بأننا يجب أن نقوم بتغذية التربة، بمعنى تحسين خصوبتها، لكي تتمكن من تغذية النباتات وتغذية التربة هنا يتم بتطبيق العديد من الوسائل من أهمها: إضافة سماد الكمبوست Compost، واستخدام ما يعرف بالتسميد الأخضر Green manure، واستخدام محاصيل التغطية Cover crops، وأيضاً تطبيق الدورة الزراعية المناسبة Crop rotation. وجدير بالذكر أنه من القواعد والمعايير المنظمة للزراعة العضوية أن الأرض البكر Virgin land التي لم تزرع من قبل لابد أن يمر عليها 12 شهراً على الأقل قبل أن تمنح منتجاتها شهادة المنتجات العضوية، وهذا الشرط أو القيد قد تم وضعه حتى يتم التأكد من أن التربة البكر هذه قد تم بناؤها، وبمعنى آخر قد دبت فيها الحياة وبدأت الكائنات الحية الدقيقة في التربة بالتكاثر والنمو وبالتالي ستعمل على توفير العناصر الغذائية اللازمة لتغذية النباتات بحيث تنمو النباتات بصورة طبيعية وبالتالي عند زراعتها على أساس قواعد ومعايير الزراعة العضوية يمكننا الحصول على إنتاج عضوي جيد كماً ونوعاً.

ومن المعروف أن خصوبة التربة تقاس بمدى توفر المادة العضوية Organic matter بها، ومصادر المادة العضوية بالتربة يكون من

المواد النباتية والحيوانية. وتختلف نسبة المادة العضوية في التربة الزراعية باختلاف الظروف البيئية فقد تتواجد في التربة بكميات ضئيلة جداً أو قد تتواجد بكميات كبيرة تزيد عن 15–20 %، ومن المعروف أنه بارتفاع درجة الحرارة تزيد سرعة تحلل المادة العضوية وبالتالي تحولها إلى مواد عديمة الفائدة للنباتات.

أما المناطق الجافة وشبه الجافة والمناطق ذات التربة الرملية الفقيرة في المادة العضوية فيجب أن نقوم بإضافة المادة العضوية إلى التربة الزراعية باستمرار لتحسين خواصها ورفع إنتاجيتها من المحاصيل المختلفة. والمادة العضوية بالتربة تعتبر مخزن للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات، كما أنها تساعد على تحسين بناء التربة وتكوين الحبيبات المركبة مما يؤدي إلى تحسين التهوية وزيادة المساحة التي تشغلها جذور النباتات عن طريق خفض مستوى الماء الأرضي نتيجة سهولة رشح المياه، كما تحمل الحبيبات الغروية للمادة العضوية كثيراً من الشحنات السالبة مما يزيد من قدرتها على امتصاص العناصر الغذائية مما يزيد من خصوبة التربة.

لقد عرف الإنسان منذ قديم الزمان أهمية إضافة المادة العضوية إلى التربة لتحسين خواصها والمحافظة على خصوبتها. وقد كان الفراعنة منذ قديم الزمان، كما هو موضح في رسوماتهم على المعابد، يقوموا عند حصاد القمح بفصل السنابل للحصول على الحبوب وترك بقايا المحصول من سيقان وأوراق لرعي الحيوانات، وبعد ذلك يتم خلط بقايا النباتات والمخلفات الحيوانية في التربة مما يعمل على زيادة خصوبتها ومحتواها من المادة العضوية. وقد انتشرت نظرية مدى أهمية المادة العضوية (الدبال) لتفسير علاقتها بخصوبة التربة منذ القرن السادس عشر. وبالطبع هذه النظرية أخذت من الفيلسوف أرسطو (350 ق. م.) الذي قال: أن النبات يتغذى ويحصل على احتياجاته الغذائية بواسطة جذوره التي تمتص الغذاء من المواد الدبالية (المواد العضوية المتحللة)، وبعد موت النبات تتحول جذوره إلى دبال وهكذا.

أولاً: أهمية المادة العضوية (الدبال) Humus

يتكون الدبال Humus في التربة من الانحلال التدريجي للمواد العضوية بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة بالتربة (ميكروبات التربة) وليس نتيجة لتفاعلات كيميائية. ومن أهم مواصفات الدبال لونه الأسمر الداكن أو الأسود، وهو ذات طبيعة عطرية، كما أنه لا يذوب في الماء وإنما يكون معه محلولاً غروياً، ولكنه يذوب بدرجة كبيرة في المحاليل القلوية المخففة وخاصة عند الغليان مكوناً معها مستخلصاً داكن اللون ويرسب جانب كبير من هذا المستخلص عند معادلته بالأحماض المعدنية. كما يتميز الدبال باحتوائه على نسبة عالية من الكربون (أعلى مما يوجد في أجسام النباتات والميكروبات) وتبلغ هذه النسبة حوالي 55 % وقد تصل إلى 58 % ويرجع ذلك لارتفاع نسبة ما به من اللجنين، كما يحتوي الدبال على نسبة كبيرة من البروتين قد تبلغ 17 %. وتعتبر البقايا النباتية الخضراء المادة الأساسية من حيث الكمية في تكوين الدبال ويتم تحول هذه المواد بواسطة تأثير التفاعلات الحيوية للأحياء الدقيقة المتواجدة في التربة. وتتميز المادة الدبالية بأنها مركبات ذات وزن جزيئي كبير، وهذه تتكون عن طريق اشتراك عدد من الجزيئات المختلفة ذات وزن جزيئي منخفض وذلك عن طريق البلمرة والتكثيف والمواد المشتركة في التفاعل عبارة عن مركبات عضوية نواتج تحلل البروتينات والكربوهيدرات وإفرازات الكائنات الحية الدقيقة، وعليه فإن المكونات الرئيسية للمادة الدبالية تتكون اساساً من:

1. حمض الفولفيك Fulvic Acid

يمثل حمض الفولفيك مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزيئية العالية المتشابهة في بنائها التركيبي، ولونه بين الأصفر الفاتح إلى البني المصفر ويذوب في الماء، واسم حمض الفولفيك مرتبط بلونه حيث إن الكلمة اللاتينية فولفوس Volvus تعني أصفر. وحمض الفولفيك له مقدرة عالية على تفكيك المعادن في التربة بسبب احتوائه على مجاميع الكربوكسيل Carboxylic acid، والغرويات الأيونية منه تكون مركبات معقدة ثابتة مع الكاتيونات عديدة التكافؤ مثل الألمنيوم والنحاس والحديد.

2. حمض الهيوميك Humic Acid

يمثل الجزء الأكبر من مركبات الدبال في التربة ولا يذوب في الماء ويذوب في الأحماض المركزة والكحول، وهو عبارة عن حبيبات دقيقة مرتبطة ببعضها مكونة شبكة إسفنجية لونها بني قاتم. وحامض الهيوميك له قابلية عالية على الاحتفاظ بالماء ويحمل شحنات سالبة قوية وبذلك له القدرة على تبادل الكاتيونات كما ينظم الأكسدة والاختزال موفراً الأكسيجين اللازم لجذور النباتات. ومثل حامض الفولفيك فإنه يكون مركبات معقدة مع الأيونات المعدنية، كما يحسن من خواص التربة ويعمل على توفير حركة بعض العناصر الغذائية اللازمة للنباتات وخاصة الأزوت. وتقوم بعض مصانع سماد الكمبوست باستخلاص حمض الهيوميك حيث تسوقه تجارياً في صورة حبيبات أو في صورة سائلة حيث يستخدم كسماد في التربة الزراعية.

3. الهيومين Humin

هو أكثر المركبات الدبالية ثباتاً في التربة، حيث إنه ذات وزن جزيئي عالي. ولا يذوب في الماء ويرتبط بقوة بالمعادن الغروية (معادن الطين)، ويستمد الهيومين تركيبه أساساً من اللجنين.

ثانياً: التربة كمصدر للعناصر الغذائية

تعتبر التربة الخصبة هي المصدر الطبيعي للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات، فالتربة هي المخزن الطبيعي لهذه العناصر حيث تقوم بإمداد النباتات بالكميات المناسبة من العناصر الغذائية لكي تنمو بصورة طبيعية. وتحتاج النباتات لعدد من العناصر الأساسية اللازمة لنمو أنسجتها والقيام بالعمليات الحيوية المختلفة حتى تنمو بصورة طبيعية وتكمل دورة حياتها. والعناصر الأساسية الضرورية لنمو النباتات تحتوي على 16 عنصر، منها ثلاثة عناصر وهي الكربون والهيدروجين والأوكسجين يكون مصدرها الماء وثاني أكسيد الكربون التي تُكون منهما النباتات المواد الكربوهيدراتية البسيطة في الأوراق في وجود الضوء من خلال عملية التمثيل الضوئي، والعناصر الثلاثة السابقة وهي الكربون والهيدروجين والأوكسجين تكون 91 % من الوزن الجاف للنبات. أما العناصر الأساسية الأخرى والضرورية لنمو النباتات وعددها 13 عنصراً فمصدرها التربة، ويوضح ذلك أهمية التربة في إمداد النباتات بهذه العناصر، وهذه العناصر الثلاثة عشر يمكن تقسيمها إلى:

1. العناصر الأساسية الكبرى Macronutrients

العناصر الأساسية الكبرى هي العناصر التي تستهلكها النباتات بكميات أكبر وموجودة في الأنسجة النباتية بكميات من 0.2 % إلى 4.0 % (على أساس الوزن الجاف)، ويمكن أن تقسم إلى:

❖ **العناصر الأولية Primary nutrients** وهي تلك التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة وهي: النيتروجين ("N" Nitrogen) والفوسفور ("P" Phosphorus) والبوتاسيوم ("K" Potassium) وهذه العناصر يتم تقديرها بالميللجرام/جرام تربة أي جزء في المليون (PPM، Parts per million) وهذه العناصر يتم فقدها من التربة بسرعة حيث تقوم النباتات باستهلاك كميات كبيرة منها أثناء فترة النمو، وتوجد هذه العناصر في المادة الجافة النباتية بمتوسط 1.5 % نيتروجين، 0.2 % فوسفور، 1 % بوتاسيوم.

❖ **العناصر الثانوية Secondary nutrients** وهي تلك التي يحتاجها النبات بكميات متوسطة وهي عادة موجودة في التربة بكميات وافرة ولا يتم إضافتها للتربة الزراعية باستمرار وتشتمل على عناصر: الكالسيوم ("Ca" Calcium) والمغنسيوم ("Mg" Magnesium) والكبريت ("S" Sulfur)، ويوجد عنصري الكالسيوم والكبريت في المادة الجافة النباتية في المتوسط بنسبة 0.5 %، 0.1 % على التوالي. وفيما يلي وصف لأهمية هذه العناصر ومصادرها ومدى تأثيرها على نمو النباتات وكذلك أعراض نقص هذه العناصر على النباتات.

النيتروجين (N) Nitrogen

يدخل عنصر النيتروجين في تركيب الكلوروفيل (المسئول عن البناء الضوئي وتخليق المواد النشوية والسكريات) في النبات حيث يحتوي كل جزيء كلوروفيل على 4 ذرات نيتروجين، كما أنه يدخل أيضاً في تكوين الأحماض النووية والفيتامينات وبعض الهرمونات النباتية والإنزيمات ويوجد النيتروجين بالتربة على هيئة ايونات النترات $NO3^-$ والأمونيوم $NH4^+$. وتحصل النباتات على احتياجاتها من عنصر النيتروجين إما عن طريق تثبيت النيتروجين الجوي الذي تصل نسبته بالجو إلى 79 % بواسطة الكائنات الدقيقة الموجودة بالتربة التي يجب تهيئة الظروف الملائمة لوجودها أو باستخدام الأسمدة النيتروجينية المعدنية مثل اليوريا وسلفات الأمونيوم ونترات الأمونيوم.

وعموماً فإن مصدر النيتروجين في التربة الزراعية يكون من المخلفات العضوية والنيتروجين المثبت من الهواء الجوي عن طريق مثبتات الأزوت الجوي التكافلية واللاتكافلية أو من الماء أو الأمطار. ويوجد النيتروجين في التربة أساساً في صورة عضوية ونسبة قليلة في صورة معدنية وهي في الأساس تتكون من أيونات النترات والأمونيوم التي توجد في محلول التربة أو في صورة متبادلة. أما النيتروجين العضوي فيوجد بنسبة 95 – 99 % في صورة بروتينات والمواد الدبالية ومواد أخرى معقدة. وهذه المركبات العضوية والبروتينات تتحلل بفعل العديد من الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في التربة، مكونة مركبات أمينية وأحماض أمينية تحت الظروف الهوائية يتم تحللها وتنطلق أيونات الأمونيا وتسمى هذه العملية بالمعدنة Mineralization، وهي العملية التي من خلالها تقوم الميكروبات المتواجدة في التربة بتحليل النيتروجين العضوي من السماد والمواد العضوية وبقايا المحاصيل إلى الأمونيوم، وحيث إنها عملية بيولوجية فإن سرعة التحلل تختلف مع درجة حرارة التربة، والرطوبة وكمية الأوكسجين في التربة (التهوية).

$$N_2 \longrightarrow NH_3 \longrightarrow R\text{–}NH_2$$
Nitrogen gas — Ammonia — Organic N

$$R\text{–}NH_2 \longrightarrow NH_3 \longrightarrow NH_4^+$$
Organic N — Ammonia — Ammonium

وأيونات الأمونيوم هذه قد تتأكسد مباشرة إلى نترات من خلال عملية النترتة Nitrification التي من خلالها تقوم الكائنات الحية الدقيقة بتحويل الأمونيوم إلى نترات للحصول على الطاقة. وأيونات النترات هذه هي أكثر أشكال النيتروجين المتاحة للنباتات حيث تمتص مباشرة بواسطة النباتات أو الكائنات الحية الدقيقة، كما أنها عرضة لأن تفقد وتتسرب في التربة بالغسيل.

$$2NH_4^+ \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$$
Ammonium — Nitrite — Nitrate

وعموماً فإن فقد أيونات الأمونيوم بالغسيل في الزراعة العضوية يكون أقل منه في الزراعة التقليدية، ويعود ذلك إلى أن المواد العضوية تساعد على ارتباط النترات بها. هذا وقد تختزل النترات في صورة غازية حيث تفقد في صورة أمونيا NH_3 أو N_2 وتسمى هذه العملية عكس النترتة Denitrification وتتم هذه العملية تحت الظروف اللاهوائية ونقص الأوكسجين.

$$NO_3^- \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO \longrightarrow N_2O \longrightarrow N_2$$
Nitrate — Nitrite — Nitric oxide — Nitrous oxide — Dinitrogen gas

وكما ذكرنا سابقاً فإن أيونات الأمونيوم والنترات التي يمكن أن تمتصها النباتات قد تمتص بواسطة الكائنات الحية المتواجدة في التربة حيث تدخل في تركيب أجسامها أي تتحول إلى الصورة العضوية وتسمى هذه العملية N–Immobilization، وتحدث هذه العملية عندما تكون نسبة الكربون العضوي في المخلفات النباتية مرتفعة ونسبة النيتروجين منخفضة (45: 1) أو أكثر من ذلك، ويحدث ذلك بصورة مؤقتة، فعندما تنخفض نسبة الكربون تتم عملية المعدنة حيث ينطلق الأمونيوم من أجسام الكائنات الحية الدقيقة.

وجدير بالذكر أن النيتروجين غير العضوي قد يفقد في صورة ذائبة مع مياه الصرف في حالة الري بالغمر خاصة في الأراضي الرملية، كما قد يفقد في صورة غازية كالأمونيا NH_3 والأكاسيد النيتروجينية. وكما ذكرنا فإن النيتروجين له دور هام في العمليات الحيوية حيث يدخل في تركيب العديد من الإنزيمات بالإضافة إلى دوره البنائي، حيث يدخل في تركيب المادة الخضراء في النباتات (الكلوروفيل) كما يلعب دوراً أساسياً في تخليق البروتينات.

تظهر أعراض نقص عنصر النيتروجين سريعاً بالأوراق القديمة حيث تضعف ويشحب لونها، وبزيادة النقص تصفر الأوراق جميعها وتضعف وتتقزم النموات ويمكن ملاحظة الشحوب الأخضر للأوراق، وذلك يعود إلى الفقد في الكلوروفيل. ففي حالة نقص

عنصر النيتروجين فإن الكميات المتاحة منه تنتقل من النموات القديمة للنموات الحديثة، فالأوراق الأحدث عمراً تحتفظ بما تحتويه من نيتروجين بالإضافة إلى ما تحصل عليه من نيتروجين من الأوراق الأكبر في العمر. وتؤدي زيادة حدة النقص في عنصر النيتروجين إلى تساقط الأوراق، كما يزداد سُمك فروع النباتات التي تُعاني من نقص عنصر النيتروجين نظراً لتراكم المواد الكربوهيدراتية التي لا تستخدم في عمليات بناء الأحماض الأمينية والمركبات النيتروجينية الأخرى بهذه النباتات. كما أن المواد الكربوهيدراتية المتراكمة تستخدم في تكوين صبغة الأنثوسيانين Anthocyanin التي يؤدي تراكمها إلى تلون الساق والأوراق باللون الأرجواني في بعض أنواع النباتات.

في الزراعة العضوية تعتبر التربة هي المصدر الأساسي لإمداد النباتات باحتياجاتها من العناصر الغذائية ولذلك يجب الاهتمام بتحسين الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية للتربة التي تعتبر مخزن يحتفظ بتلك العناصر حيث تمد النباتات باحتياجاتها من هذه العناصر في الوقت المناسب وبالكميات الكافية. ففي الزراعة العضوية يعتمد على زراعة البقوليات في الدورة الزراعية حيث يعمل ذلك على التثبيت الحيوي للنيتروجين عن طريق قيام بكتيريا الريزوبيا Rhizobia التي تعيش معيشة تكافلية مع البقوليات فتقوم بتكوين عقد جذرية وتستفيد من النبات حيث يمدها بالكربون كمصدر للطاقة أما النيتروجين المثبت بواسطة البكتيريا فيستفيد منه النبات مباشرة أو بعد تحلل العقد الجذرية. بالإضافة إلى ما سبق فإن استخدام سماد الكمبوست والسماد الأخضر يعتبر مصدر هام لعنصر النيتروجين في الزراعة العضوية.

وجدير بالذكر، أنه عندما نقوم بإضافة المادة العضوية إلى التربة بمعنى إضافة أية أسمدة عضوية، فإن ذلك يؤدي إلى زيادة نشاط أنواع عديدة من الكائنات الحية الدقيقة التي تشمل أنواعاً عديدة من البكتيريا والفطريات غير ذاتية التغذية، حيث تقوم هذه الكائنات الحية الدقيقة بتحليل المادة العضوية عن طريق أكسدة الكربون الموجود بالمادة العضوية وينطلق ثاني أكسيد الكربون الذي يتحد مع الماء بالتربة مكوناً حمض الكربونيك وهو حامض ضعيف سريعاً ما يتحلل. وهذا بالطبع يؤدي إلى خفض قلوية التربة مع انخفاض رقم الحموضة (pH) بالتربة نتيجة لزيادة أيونات الأيدروجين الناتجة عن تحلل هذا الحمض الضعيف، بينما تتحلل البروتينات التي بالمادة العضوية تحللاً مائياً بفعل الإنزيمات، حيث يتحول البروتين إلى أحماض أمينية ومركبات أمينية أولاً ثم إلى أمونيا NH_3 في النهاية.

الفوسفور (P) Phosphorus

الفوسفور (P) من العناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات بكميات كبيرة. وهو من العناصر المتحركة في النبات، حيث ينتقل من الأوراق المسنة الموجودة عند قاعدة الفروع إلى الأوراق الحديثة المتواجدة في قمة الفروع. ويُمتص عنصر الفوسفور على هيئة أيونات H_2PO4^- و HPO_4^{2-} وتعتبر الصورة الأولي هي الصورة الميسرة والأكثر صالحية للامتصاص من التربة بواسطة الجذور النباتية. وبعد الامتصاص لا يحدث للفوسفور عملية اختزال كما يحدث للنترات NO_3^- بعد امتصاصها، ولكن يدخل الفوسفور في صورته المؤكسدة بعد امتصاصه مباشرة في العمليات الحيوية المختلفة في أنسجة النبات. ويكون عنصر الفوسفور مُيسرا بالتربة عندما تتراوح حموضتها (pH) بين 5.5 و7.0 وتتواجد أعلى تركيزات من عنصر الفوسفور بالأنسجة المرستيمية النشطة والثمار والبذور أثناء نموها ونضجها.

يكتسب هذا العنصر أهميته نظراً لأنه أحد مكونات المواد البروتينية كما أنه يتحد مع السكريات الموجودة بالخلية مكوناً sugar-phosphate الذي يعمل كمادة وسيطة أثناء عمليات البناء الضوئي والتنفس كما أنه يتحد مع الليبيدات مكوناً phospholipids التي تتكون منها الأغشية النباتية كما أن هذه المادة تدخل في تكوين النيوكليوتيدات nucleotides حيث يدخل في تكوين المركبات الحاملة للطاقة التي تُستخدم في عملية تخزين ونقل الطاقة مثل ATP & ADP كما أنه يعمل كعامل مساعد للعديد من الإنزيمات.

يؤدي نقص عنصر الفوسفور إلى عدم مقدرة النباتات على بناء البروتينات مما يؤدي إلى تراكم المواد السكرية بأنسجة النباتات الذي يؤدي إلى تكون صبغة الأنثوسيانين Anthocyanin التي يؤدي تراكمها إلى تلون هذه الأنسجة باللون الأرجواني. كما أن نقص هذا العنصر يؤدي إلى تلون الأوراق باللون الأخضر الداكن وكذلك إلى موت بعض الأنسجة التي عادة ما تكون على شكل بقع صغيرة تسمى necrotic كما أن نقصه يؤدي إلى موت الأوراق المسنه وتأخر نضج الثمار. أما في حالة زيادة نسبة الفوسفور في النبات فإن ذلك يؤدي إلى تبكير في نضج الثمار في أشجار الفاكهة، وتعتبر الثمار أغني

أجزاء النبات بالفوسفور وخاصة البذور منها. كما أن زيادة امتصاص النبات لعنصر الفوسفور بسبب توفره في التربة يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصري الزنك والحديد برغم توفرهما في التربة.

وكما ذكرنا سابقاً فعادة ما تظهر أعراض نقص عنصر الفوسفور على الأوراق المسنه نظراً لأنه ينتقل بسرعة من الأوراق المسنه للأوراق الحديثة. ومحتوي التربة من الفوسفور يتأثر بالعديد من العوامل منها: محتوي التربة من المادة العضوية، وأيضاً طبيعة الصخور التي نشأت منها هذه التربة ودرجة التعرية التي تعرضت لها ومدى فقد الفوسفور منها بالغسيل المتكرر للتربة. وعموماً يوجد الفوسفور في التربة في صورتين هما الفوسفور المعدني والفوسفور العضوي. بالنسبة إلى الفوسفور المعدني فلقد وجد أن المعادن الحاملة للفوسفور هي مركبات الكالسيوم ومركبات فوسفات الحديد والألمونيوم وهي مركبات قليلة الذوبان جداً. ولقد وجد أن التربة في المناطق الجافة وشبة الجافة القليلة الأمطار تحتوي تربتها على حوالي 0.2 % من الفوسفور أما الأراضي الصحراوية الفقيرة في المادة العضوية فلا يتجاوز محتوي تربتها من الفوسفور عن 0.02 %.

وعموماً فإنه من الملاحظ أن الطبقة السطحية من التربة تكون عادة غنية في محتواها من الفوسفور عن الطبقة التحت سطحية، وذلك لأن الطبقة السطحية من التربة تكون عادة غنية في محتواها من المادة العضوية والطين ذات الحبيبات الناعمة. وجدير بالذكر أنه في الأراضي القلوية الجيرية ذات رقم الحموضة (pH) المرتفع يدمص فيها الفوسفور على أسطح كربونات الكالسيوم أو قد يتفاعل مع الكالسيوم مكوناً فوسفات الكالسيوم، أما في التربة الحامضية ذات رقم الحموضة (pH) المنخفض فإن الفوسفور يدمص فيها على أسطح أكاسيد الحديد والألومنيوم أو يترسب على صورة مركبات فوسفات الحديد والألمونيوم.

أما الفوسفور العضوي Organic Phosphates فمصدره المادة العضوية الموجودة في التربة، أو المادة العضوية المضافة عن طريق التسميد العضوي. وتحتوي المادة العضوية على الفوسفور في صورة مركبات أهمها الفيتين والأحماض النووية والفوسفوليبيدات Phospholipids، ونتيجة لتحلل المادة العضوية بواسطة الإنزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة مثل إنزيم الفوسفاتيز يتحول الفوسفور العضوي إلى فوسفور معدني وهذه العملية تسمى معدنة الفوسفور P-Mineralization وبذلك يصبح الفوسفور في صورة ميسرة للنباتات، وهذه الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بهذه العملية هي كائنات متخصصة مثل: بعض الأنواع من فطريات *Aspergillus* and *Penicillium* وبكتيريا *Bacillus*. ويتوقف معدل معدنة الفوسفور العضوي على نسبة الكربون: الفوسفور في المادة العضوية، حيث تسود عملية المعدنة إذا كانت نسبة (الكربون: الفوسفور) في المادة العضوية أقل من (200: 1) أما إذا زادت هذه النسبة لأكبر من (300: 1) فعندها يتحول الفوسفور المعدني الذائب في الأرض إلى فوسفور عضوي في أجسام هذه الكائنات الحية وتسمى هذه العملية عملية الهدم أو التمثيل P-Immobilization .

البوتاسيوم (K) Potassium

يتواجد عنصر البوتاسيوم بالنباتات على هيئة كاتيون $+K$ وهو من أهم العناصر الغذائية الضرورية التي تحتاجها النباتات بكميات كبيرة أكثر من أي عنصر آخر فيما عدا النيتروجين. وقد يكون الاحتياج إلى عنصر البوتاسيوم أكثر من عنصر النيتروجين كما هو الحال في بعض مراحل نمو أشجار الفاكهة مثل مرحلة نمو الثمار واكتمال نضجها وتلونها. والبوتاسيوم لا يدخل أو يشترك في بناء أو تركيب المركبات العضوية داخل النباتات مثل النيتروجين والفوسفور والكالسيوم وبقية العناصر الأخرى، فهو الوحيد الذي يوجد في صورة أيونية (K^+) في عصير الخلايا النباتية. ويلعب البوتاسيوم دوراً هاماً في عملية تنظيم الضغط الأسموزي بخلايا النباتات كما أنه يُنشط العديد من الإنزيمات التي لها دخل بعمليات التمثيل الضوئي والتنفس والأكسدة وبناء البروتينات بالخلايا المرستيمية وبالإضافة لذلك فإنه يلعب دوراً في اختزال النيترات كخطوة أولى في بناء الأحماض الأمينية التي تتكون منها المواد البروتينية، كذلك فإنه ذو تأثير على بناء مادة الكلوروفيل، كما أن وجود عنصر البوتاسيوم يمنع ظهور أعراض التسمم التي تظهر على النباتات نتيجة لتراكم الأمونيا بأنسجة النباتات التي عادة ما تظهر في حالة نقص هذا العنصر وبالإضافة لذلك فإنه يلعب دوراً في عملية انقسام الخلايا.

يمتاز عنصر البوتاسيوم بأنه من العناصر المتحركة، حيث ينتقل بسرعة فائقة من الأوراق المسنة عند قاعدة الفروع إلى النموات الحديثة، ونتيجة لذلك فإن أعراض نقصه عادة ما تظهر على

الأوراق المسنة. وتظهر أعراض نقصه على شكل اصفرار حواف نصل الأوراق ثم جفافها. كما أن تعرُض النباتات لنقص عنصر البوتاسيوم يؤدي إلى زيادة قابلية النباتات للإصابة بالفطريات المحمولة في التربة. وفي أشجار الفاكهة يخزن البوتاسيوم الممتص في خشب ولحاء الأشجار أثناء الخريف والشتاء، ثم ينتقل إلى الأنسجة الجديدة في الربيع وخاصة الثمار وتليها الأوراق، ولذلك نجد انخفاضاً كبيراً في نسبة البوتاسيوم في الأوراق في السنوات ذات الحمل الغزير لأشجار الفاكهة. وتختلف المحاصيل في مدى احتياجاتها من البوتاسيوم خلال فترة نموها فالمحاصيل الدرنية مثل البطاطس تحتاج كميات كبيرة من البوتاسيوم، كذلك الطماطم وبعض أشجار الفاكهة كالموالح والمانجو أما المحاصيل البقولية فهي قادرة على الحصول على احتياجاتها من البوتاسيوم خلال فترة نموها من التربة. ولقد وجد أن كمية البوتاسيوم في التربة تزداد مع ارتفاع رقم الحموضة (pH) في التربة، أي مع زيادة القلوية في التربة (في الأراضي القلوية)، كما أن إضافة الجبس الزراعي (كبريتات الكالسيوم) إلى التربة تساعد على تحويل البوتاسيوم غير المتبادل إلى بوتاسيوم متبادل وصالح للامتصاص بواسطة النباتات.

وجدير بالذكر أن إضافة الأسمدة العضوية في الزراعة العضوية يقلل من فقد البوتاسيوم بالغسيل نتيجة ارتباط البوتاسيوم في صورة متبادلة على الدبال. وبالرغم من أن إضافة سلفات البوتاسيوم غير مسموح به في الزراعة العضوية إلا أنه من الممكن استخدامها كمصدر للبوتاسيوم خلال فترة التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية. وأهم مصدر للبوتاسيوم في الزراعة العضوية هو إضافة المخلفات النباتية والحيوانية إلى المزارع العضوية في صورة "السماد العضوي المصنع" أي سماد الكمبوست Compost.

الكالسيوم (Ca) Calcium

يعتبر عنصر الكالسيوم من العناصر الغذائية الكبرى ويُمتص عنصر الكالسيوم في صورة أيونات (Ca^{+2}) وترجع أهمية عنصر الكالسيوم نظراً لأنه أحد مكونات الصفيحة الوسطى middle lamellae بجدر الخلايا النباتية، لذلك فهو يلعب دوراً أساسياً في صلابة الأنسجة النباتية، وخاصة ثمار الفاكهة، وقد ثبت أن نقصه في أشجار التفاح يؤدي إلى ظهور ما يسمي بالنقر المرة Bitter pits. كما أن نقصه يؤثر على استطالة الخلية والانقسام الخلوي بتأثيره على عملية انقسام الخلايا خلال الدور الذي يلعبه أثناء الطور المغزلي، بالإضافة إلى أنه يعمل كناقل ثان للمؤثرات الهرمونية والبيئية خلال الأغشية الخلوية بعد اتحاده مع نوع من البروتينات يسمى Calmodulin كما أن هذا المركب يُنظم العديد من العمليات أثناء عمليات البناء كما أنه يساعد على سرعة انتقال المواد الكربوهيدراتية والأحماض الأمينية وبالإضافة لذلك فهو يُشجع نمو الجذور.

كما أن وجود الكالسيوم يعادل التأثير السام لبعض الأحماض العضوية مثل حمض الأكساليك Oxalic acid الذي ينتج كناتج ثانوي في عمليات التحول الغذائي للمواد الكربوهيدراتية والمواد البروتينية، وهذا الحامض العضوي له تأثير سام إذا وجد بحالة منفردة في الأنسجة النباتية، وهنا يقوم الكالسيوم بالاتحاد مع حمض الأكساليك مكوناً بلورات أكسالات الكالسيوم غير السامة التي تترسب بالأنسجة النباتية.

وعادة ما يتواجد عنصر الكالسيوم بكميات كبيرة بالأنسجة البالغة ونادرا ما يحدث نقص لعنصر الكالسيوم في الظروف الطبيعية وإذا ظهر نقص لعنصر الكالسيوم فيكون على الأوراق الحديثة لأنه عنصر غير متحرك في النبات وأعراض نقص العنصر يكون على هيئة اصفرار لأطراف الأوراق الحديثة بالإضافة لتشوهها والتفافها كما أن الجذور تكون غزيرة التفريع وقصيرة ويميل لونها للون البني، ويؤدي نقص العنصر أيضاً إلى عرقلة شديدة للنمو أو الموت في حالة استمرار النقص الشديد لعنصر الكالسيوم. ومن المعروف أن زيادة امتصاص النبات لأحد العناصر التالية: البوتاسيوم أو الصوديوم أو المغنسيوم بسبب توفرها في التربة يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصر الكالسيوم.

وجدير بالذكر أنه تنخفض صلاحية الكالسيوم للامتصاص بواسطة النباتات بارتفاع رقم الحموضة (pH) في التربة أي في الأراضي ذات القلوية العالية، حيث يترسب على هيئة مركبات معدنية قليلة الذوبان في التربة القلوية، وهنا يمكن أن يضاف الكالسيوم في صورة كبريتات الكالسيوم (الجبس الزراعي) لكي يحل محل الصوديوم المدمص على الغرويات، أما في الأراضي الحامضية التي ينخفض فيها رقم الحموضة (pH) بشكل كبير فإن هذا يساعد على ذوبان مركبات الكالسيوم المعدنية. وتعتبر أحجار الجير الدولوماتية Dolomitic limestone والجبس Gypsum مصادر جيدة للكالسيوم.

وتلعب المواد العضوية في التربة أو المواد العضوية المضافة للتربة من خلال الأسمدة العضوية دوراً مهماً في تحلل مركبات الكالسيوم المعدنية، حيث ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون من المادة العضوية ويذوب في ماء الري مكوناً حمض الكربونيك الذي يقوم بتحويل كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات كالسيوم ذائبة في المحلول الأرضي ومن ثم يتم انطلاق أو تحرر الكالسيوم على هيئة أيون (Ca^{++}) في محلول التربة الذي يمكن أن تستفيد منه النباتات.

المغنيسيوم (Mg) Magnesium

يُمتص عنصر المغنيسيوم في صورة أيونات (Mg^{+}) وترجع أهميته لأنه يدخل في تركيب جزيء الكلوروفيل في جميع النباتات الخضراء، كما أن له علاقة ببناء البروتينات النووية، بالإضافة لعلاقته بتنشيط الإنزيمات المسؤولة عن عمليتي البناء الضوئي والتنفس كما أنه يلعب دورا رئيسيا في بناء وتكوين الزيوت والدهون في ثمار الفاكهة مثل: الزيتون والقشطة، وجميع فواكه النقل مثل الجوز والبيكان واللوز والبندق.

ونظراً لأن عنصر المغنيسيوم ينتقل بسهولة من الأوراق القديمة للأوراق الحديثة فإن أعراض نقصه عادة ما تظهر على الأوراق المسنة على هيئة اصفرار للمناطق المحصورة بين العروق الموجودة بنصل الأوراق ويرجع ذلك إلى أن الكلوروفيل الموجود بالحزم الوعائية الموجودة بالعروق يتحرك ببطء مقارنة بالكلوروفيل الموجود خارج الحزم. ويؤدي استفحال نقص هذا العنصر إلى الاصفرار الكامل للنصل ثم سقوط الأوراق. ومن أهم مصادر المغنسيوم معادن التربة والمواد العضوية وأحجار الجير الدولوماتية Dolomitic limestone والاسم الكيميائي لأحجار الجير هذه هو Calcium magnesium carbonate

الكبريت (S) Sulfur

يعتبر عنصر الكبريت عنصراً هاماً لنمو النباتات، ومحتوي النبات منه يكون مساوياً لمحتواه من الفوسفور. ويُمتص عنصر الكبريت بواسطة جذور النباتات في صورة أيون الكبريتات (SO_4^{-2}) وترجع أهميته لأنه يدخل في تركيب بعض الفيتامينات والأحماض الأمينية الكبريتية المكونة للبروتينات، مثل: سستين Cystine وسستاين Cysteine وميثيونين Methionine، وقد يصل تركيز عنصر الكبريت ببعضها إلى 5.0 – 5.1 %. ولا تستطيع النباتات امتصاص عنصر الكبريت إلا إذا كان على هيئة كبريتات التي تُختزل فور امتصاصها إلى الصورة النشطة. ولقد ثبت أن وجود الكبريت ضروري في تكوين جزئ الكلوروفيل، ولكنه لا يدخل في تركيبه بل يعمل كعامل مساعد في بناء جزئ الكلوروفيل، كما يشجع على نمو الجذور وإنتاج البذور ومقاومة النباتات للبرد. ويوجد من 50 – 70 % من الكبريت في التربة في صورة عضوية، ولكي يصبح الكبريت العضوي بصورة صالحة للامتصاص بواسطة النباتات يجب أن يتحول الكبريت من الصورة العضوية إلى الصورة المعدنية ويتم ذلك بفعل إنزيمات تفرزها الكائنات الحية الدقيقة بالتربة، وتزداد عملية معدنة الكبريت كلما زادت نسبته في المادة العضوية، كذلك تزداد عملية تدهور الكبريت في التربة إذا زادت نسبة الكربون إلى الكبريت، ونسبة النيتروجين إلى الكبريت. وفي الأراضي ذات القلوية العالية قد يضاف الكبريت إلى التربة لإصلاحها، حيث تقوم البكتيريا المتخصصة *Thiobacillus* بأكسدة الكبريت وتتكون الكبريتات التي تتفاعل مع الكالسيوم مكونة كبريتات الكالسيوم، كما قد تضاف الترسيبات الطبيعية للجبس $CaSO_4.2H_2O$ كمصلح للتربة القلوية.

هذا وتتشابه الكثير من أعراض نقص الكبريت مع أعراض نقص عنصر النيتروجين التي تتمثل في ضعف النمو واصفرار الأوراق وتراكم صبغات الأنثوسيانين. إلا أن أعراض نقص عنصر الكبريت تظهر على الأوراق الحديثة أولا بعكس أعراض نقص النيتروجين، ويرجع ذلك لبطء معدلات انتقال عنصر الكبريت من الأوراق القديمة للأوراق الحديثة مقارنة بعنصر النيتروجين. والتربة التي بها كمية كافية من المادة العضوية نادراً ما يكون بها نقص بالكبريت. وهو عنصر هام جداً لمحصول البصل، وهام لتكوين ثمار الفلفل والكرز والبرقوق.

2. العناصر الأساسية الصغرى أو الدقيقة Micronutrients

هي العناصر التي تستهلكها النباتات بكميات قليلة وموجودة في الأنسجة النباتية بكميات ضئيلة وتقدر في التربة بالميكروجرام/جرام تربة جافة أي جزء في المليار (ppb) Parts per billion. وهذه العناصر يطلق عليها أيضاً العناصر النادرة Trace elements أو العناصر المكملة Minor elements وتشتمل على عناصر الحديد "Fe" Iron والنحاس "Cu" Copper والمنجنيز "Mn" Manganese والزنك "Zn" Zinc والبورون "B" Boron والكلوريد "Cl" Chloride والموليبدنيم "Mo" Molybdenum. وهذه العناصر الأساسية الصغرى توجد في المادة الجافة النباتية في المتوسط بتركيز من 6 إلى 100 جزء في المليون

أو تكون بنسبة قليلة جداً كما في الموليبدنيم حيث يوجد في المتوسط بتركيز 0.06 جزء في المليون. وفيما يلي وصف لأهمية العناصر الأساسية الصغرى أو الدقيقة ومصادرها ومدى تأثيرها على نمو النباتات وكذلك أعراض نقص هذه العناصر على النباتات:

الحديد Iron (Fe)

يُمتص عنصر الحديد بواسطة النباتات في صورة أيونات حديدوز (Fe^{++}) وأحياناً في صورة أيونات حديديك (Fe^{+++}) ولكن يختزله النبات مباشرة إلى حديدوز بمجرد امتصاصه، وهو عنصر غير متحرك أي لا يتحرك من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة. وترجع أهمية عنصر الحديد إلى أنه يدخل ضمن مكونات الإنزيمات المرتبطة بنقل الإلكترونات مثل السيتوكرومات cytochromes التي تقوم بأكسدة عكسية لأيونات الحديد من (Fe^{++}) إلى (Fe^{+++}) عن طريق نقل الإلكترونات. وبالرغم من أن عنصر الحديد لا يدخل ضمن مكونات جزيء الكلوروفيل إلا أن وجوده يعتبر عاملاً أساسياً لبنائه. ولا تحتاج النباتات إلا لكميات ضئيلة للغاية من عنصر الحديد. ولا يرجع ظهور أعراض نقص عنصر الحديد لعدم وجوده ولكنها ترجع إلى قلة ذوبانه، وتزيد قابلية ذوبان أملاح عنصر الحديد بالأراضي الحامضية لذلك فإن أعراض نقصه عادة ما تظهر على النباتات المزروعة بالأراضي القلوية والمحتوية على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم، وفي مثل هذه الأراضي يمكن إضافة محسنات للتربة للتغلب على نقص الحديد مثل: إضافة الكبريت المعدني أو الجبس الزراعي. وتعمل إضافة المادة العضوية بالطبع على زيادة تيسر عنصر الحديد للنباتات، حيث تقوم المادة العضوية بتكوين مركبات مخلبية ذائبة مع الحديد.

وقد أثبتت الدراسات أن عنصر الحديد يكون نشطاً فسيولوجياً عندما يكون في الصورة المختزلة (حديدوز) وان التحول من الصورة المؤكسدة (حديديك) إلى الصورة المختزلة مرتبط بمدى توفر عنصر المنجنيز بأنسجة النباتات، حيث يؤدي زيادة تركيز المنجنيز في أنسجة النبات إلى إيقاف عملية الاختزال هذه، وبالتالي يبقى الحديد على صورة حديديك ولا يستفيد منه النبات رغم وفرته في أنسجته. وتظهر أعراض نقص عنصر الحديد على هيئة اصفرار بالمناطق المحصورة بين العروق المنتشرة بنصل الأوراق الحديثة ويرجع ذلك إلى بطء انتقال أيوناته من الأوراق القديمة إلى الأوراق الحديثة ويتحول لون الأوراق إلى اللون الأبيض بالكامل.

وترجع عدم قدرة عنصر الحديد على الانتقال من الأوراق القديمة للأوراق الحديثة إلى ترسبه بالأوراق القديمة على هيئة أملاح فوسفاتية أو أكاسيد غير قابلة للذوبان أو لأنه يدخل في تكوين مركبات مع الفيتوفيرتين Phytoferritin وهو مركب بروتيني غير قابل للانتقال مما يعرقل انتقال الحديد باللحاء لمسافات طويلة.

المنجنيز Manganese (Mn)

يُمتص عنصر المنجنيز في صورة أيونات ثنائية التكافؤ Mn^{+2} وتنشط أيوناته العديد من الإنزيمات الخاصة بعمليات الأكسدة ومنع عمليات الاختزال (dehydrogenases، decarboxylases) كما أنها إحدى العوامل الهامة اللازمة لإتمام بناء الكلوروفيل بالإضافة لأن وجودها ضروري لعملية انطلاق غاز الأوكسجين الناتج من عملية التمثيل الضوئي. ونظراً لأن حركة أيوناته بأنسجة النباتات بطيئة نسبياً لذلك فإن أعراض نقصه تظهر على النموات الحديثة على هيئة بقع صفراء بالمناطق المحصورة بين العروق الموجودة على نصل الوراق ثم تتحول هذه البقع إلى اللون البني.

وجدير بالذكر أن ارتفاع قلوية التربة أي ارتفاع مستوى pH بالتربة يساعد على تكوين مركبات غير ذائبة من أكاسيد المنجنيز مع المادة العضوية في التربة مما يقلل من صلاحيته للامتصاص بواسطة النباتات، وبذلك فإن الأراضي القاعدية تعتبر من أكثر الأراضي احتمالاً أن يظهر على النباتات المزروعة بها نقص لعنصر المنجنيز وخاصة تلك الأراضي المحتوية على مادة عضوية بكمية كبيرة.

الزنك Zinc (Zn)

يُمتص عنصر الزنك في صورة أيونات ثنائية التكافؤ Zn^{+2} وهو من العناصر الثقيلة غير المتحركة. وعنصر الزنك ضروري لتنشيط العديد من إنزيمات الأكسدة والاختزال، كما أن وجوده ضروري لتحويل الأمونيا إلى أحماض أمينية وهي إحدى خطوات بناء البروتين بالنباتات، كما أنه ضرورياً لبناء الكلوروفيل في بعض النباتات. وعموماً تظهر أعراض نقص عنصر الزنك عادة على النباتات المزروعة بالتربة الكلسية ويؤدي نقص هذا العنصر إلى تقزم السلاميات وتورد نموات القمم النامية وصغر حجم الأوراق وتشوهها وتجعد حوافها كما تظهر على الأوراق القديمة بقع صفراء وفي النهاية تموت الأنسجة النباتية بأماكن هذه البقع مما يؤثر سلباً على كفاءة

النباتات في بناء مادة الكلوروفيل وتكوين الأوكسينات.

وكما سبق القول فإن نقص عنصر الزنك يؤدي إلى قصر سلاميات الأفرع وتقزيمها وصغر حجم الأوراق، وتسمى هذه الظاهرة في التفاح والكمثري Rosette وفي الموالح Mottle Leaf وفي العنب Little Leaf وفي الجوز Yellows كما وجد أن عنصر الزنك يلعب دوراً مهماً في إنبات حبوب اللقاح على مياسم أزهار أشجار الفاكهة، مما يساعد على تشجيع التلقيح والإخصاب ومن ثم عقد الثمار وبالتالي زيادة المحصول. وجدير بالذكر أن ارتفاع مستوى pH بالتربة في الأراضي القلوية والجيرية الكلسية يؤدي إلى انخفاض الزنك الذائب بالتربة حيث يترسب الزنك الذائب في الأراضي ذات مستوى pH المرتفع على صورة هيدروكسيدات زنك $Zn(OH)_2$ في الأراضي القلوية أو كربونات زنك $ZnCO_3$ في الأراضي الجيرية.

النحاس (Cu) Copper

يُمتص عنصر النحاس في صورة أيونات ثنائية التكافؤ Cu^{+2} وهو من العناصر الثقيلة غير المتحركة، وتدخل أيونات النحاس ضمن مكونات بعض الأنظمة الإنزيمية اللازمة لتكوين الهرمونات النباتية كما أنه يُساعد على اختزال أيون النترات إلى أمونيا وهي الخطوة الأولى في بناء البروتينات. ويتشابه عنصر النحاس مع عناصر الحديد والمنجنيز والزنك حيث إنه هو الآخر يتأثر بخواص التربة مثل نسبة المادة العضوية وكربونات الكالسيوم ومستوى pH في التربة. ولقد وجد أن النحاس يرتبط مع المادة العضوية من خلال مجاميع الكربوكسيل أو الفينول بالمادة العضوية مكوناً مركبات ذات درجة ثبات عالية، ولذلك تعاني النباتات في الأراضي العضوية من نقص عنصر النحاس بدرجة كبيرة جداً، وقد وجد أن زيادة تركيز الحديد أو الزنك يؤدي إلى نقص في امتصاص النحاس. ويؤدي نقص عنصر النحاس إلى تلون الأوراق باللون الأخضر الداكن وقد يكون ذلك مصحوباً بظهور بقع ميته على أطراف الأوراق الحديثة ثم يتجه الجفاف إلى حواف قواعد نصل الأوراق وقد يؤدي استفحال نقص أيونات هذا العنصر إلى تساقط الأوراق. ومن المعروف أن عنصر النحاس يزيد من مقاومة النباتات ضد الأمراض الفطرية.

البورون (B) Boron

يُمتص عنصر البورون على هيئة حامض بوريك H_3BO_3 وهو من العناصر غير المتحركة في النبات، ولذلك تظهر أعراض نقصه على النموات الحديثة للنباتات. ويلعب عنصر البورون دوراً مهماً في العمليات الحيوية في النبات. ومن أهم الأدوار الفسيولوجية للبورون أنه يتحكم في سرعة امتصاص النبات للماء، ووجوده يزيد من مقاومة النبات للجفاف. كما أنه من المعتقد أنه يلعب دوراً في بناء الأحماض النووية وتفعيل الهرمونات واستطالة الخلايا وانقسامها كما أن له تأثير على وظائف أغشية الخلايا، ويساعد وجوده على سرعة نقل المواد الكربوهيدراتية والبروتينية من أماكن تكوينها إلى بقية أجزاء النبات لذلك فإن نقص عنصر البورون يؤدي إلى تراكم هذه المركبات بأماكن تكوينها.

وجدير بالذكر أن هناك علاقة كبيرة بين البورون والكالسيوم في النبات، فمن الملاحظ أن أعراض النقص بعنصر البورون في النبات يتبعه في الغالب أعراض نقص لعنصر الكالسيوم، وذلك بالرغم من وجود الكالسيوم بكميات كبيرة في أنسجة النبات. ويؤدي نقص عنصر البورون إلى ظهور بقع سوداء على قواعد أنصال الأوراق الصغيرة، كما أن نقصه يؤثر سلباً على السيادة القمية مما يدفع النباتات إلى التفريع الغزير كما أنه يثبط عملية انقسام الخلايا. ورغم أن عنصر البورون يساعد على سرعة نقل المواد بالنباتات فإن حركته بأنسجة النباتات بطيئة للغاية. وتؤدي زيادة كميات عنصر البورون عن احتياجات النباتات إلى ظهور أعراض التسمم عليها، ومن النباتات الحساسة لزيادة البورون فول الصويا والخوخ والعنب.

الكلورين (Cl) Chlorine

يوجد الكلورين بأنسجة النباتات على هيئة أيون (Cl^-) وهو عامل أساسي لإتمام عملية الأكسدة الضوئية للماء وانطلاق الأوكسجين أثناء عملية التمثيل الضوئي كذلك فإنه يلعب دوراً في عمليات اختزال بعض المركبات الغنية بالطاقة ومن المُحتمل أن يكون له دوراً في عمليات انقسام الخلايا بكل من الأوراق والجذور، كما يعتقد أن له دور في مقاومة النباتات لبعض الأمراض. ويؤدي نقص هذا العنصر إلى ذبول أطراف الأوراق يعقبها ظهور بقع صفراء بجميع أجزاء النصل ثم تبدأ هذه البقع في الموت ثم يتحول لون النصل إلى اللون البرونزي. كما أن نقص هذا العنصر يؤدي إلى تقزم الجذور وزيادة سمك أطرافها.

الموليبدنيم (Mo) Molybdenum

يُمتص عنصر الموليبدنيم على هيئة MoO_4^{--} يعتبر عنصر الموليبدنيم من العناصر الغذائية الصغرى الهامة لنمو النباتات، وتحتاجه النباتات بكميات قليلة جداً حيث وجد إن محتوي النبات منه

أقل من (1) جزء في المليون. وهو من العناصر غير المتحركة في النباتات ولذلك تظهر أعراض نقصه على النموات الحديثة للنباتات. تدخل أيونات الموليبدنيم في تكوين العديد من الإنزيمات من ضمنها إنزيم الكاتاليز Catalase الذي يقوم باختزال النيترات Nitrate إلى نيتريت Nitrite وإنزيم النيتروجينيز Nitrogenase الذي يقوم بتحويل غاز النيتروجين إلى أمونيا خلال عملية تثبيت النيتروجين الجوي الذي يتم بواسطة كائنات التربة الدقيقة.

وتظهر أعراض نقص عنصر الموليبدنيم على هيئة اصفرار Chlorosis للمناطق المحصورة بين عروق الأوراق الحديثة، كما يؤدي زيادة النقص إلى جفاف الأوراق المسنه. وتظهر أعراض نقص هذا العنصر بوضوح على النباتات التي تحصل على عنصر النيتروجين بشكل أساسي عن طريق تثبيت النيتروجين الجوي كما أنها عادة ما تظهر على النباتات المزروعة بالتربة شديدة الحموضة (pH منخفض)، كما أن نقص هذا العنصر يؤدي إلى منع تكون البراعم الزهرية وسقوط الأزهار التي تكونت. وجدير بالذكر أن نقص أي من العناصر الصغرى أو الدقيقة في التربة القلوية يعود إلى أن هذه العناصر توجد بتركيزات منخفضة في الصورة الأيونية في التربة وهذا بسبب ترسيبها بفعل أيونات الهيدروكسيل.

وفي الزراعة التقليدية نلجأ إلى إضافة هذه العناصر الدقيقة مثل: الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس في صورة مخلبية، حيث إن الصورة المخلبية هذه لها القدرة على مقاومة الترسيب وبالتالي يبقى العنصر ذائباً في مجال واسع من pH مما يساعد على امتصاص العنصر بواسطة جذور النباتات.

أما في الزراعة العضوية فإنه غير مسموح باستخدام المركبات المخلبية الصناعية وهنا يجب أن نعتمد على التسميد العضوي في توفير احتياجات النباتات من هذه العناصر، حيث ثبت أنه عند إضافة السماد العضوي للتربة فإن نواتج التحلل من الأحماض العضوية والأمينية وكذلك المركبات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة في التربة بالإضافة إلى حامض الفولفيك وحامض الهيوميك تتفاعل مع هذه العناصر وتكون مركبات مخلبية طبيعية، وبذلك تمنع ترسيبها، وتصبح هذه العناصر سهلة التبادل وبالتالي الامتصاص بواسطة النباتات.

ثالثاً: الأضرار الناتجة عن استخدام الأسمدة الكيميائية في الزراعة التقليدية

كما سبق القول إن النباتات تحتاج إلى العناصر الغذائية المختلفة أثناء فترات نموها المختلفة، سواء خلال فترة النمو الخضري أو فترة الإزهار أو عند عقد الثمار وإن لم تحصل النباتات على هذه العناصر فسيحدث لها أمراض فسيولوجية وأعراض مورفولوجية نتيجة لنقص أحد العناصر الغذائية. وتحصل النباتات على احتياجاتها من العناصر الغذائية من التربة مباشرة، وبالتالي لابد أن يتم تعويض الفاقد من هذه العناصر وإضافته إلى التربة مرة أخرى لكي نحافظ على خصوبة التربة واستمرارية زراعتها بكفاءة والحصول على محاصيل ذات مردود عالي كماً ونوعاً.

وفي أوائل القرن العشرين وبعد انتهاء الحرب العالمية الأولي (1914-1918م) ازدهرت صناعة الأسمدة الكيميائية بسبب وجود كميات كبيرة من النيتروجين الذي كان يستخدم في صناعة القنابل حيث استخدمت هذه الكميات في صناعة الأسمدة النيتروجينية وتم استخدامها في الزراعة على نطاق واسع وبمعدلات كبيرة، حيث وجد إنها تساعد في الإسراع من نمو النباتات وأيضاً زيادة غلة المحاصيل المختلفة بما يلبي الاحتياجات الغذائية للزيادة المُطّردة في تعداد سكان العالم. وبذلك اعتمد المزارعين في كل مكان على هذه الأسمدة الكيميائية بدلاً عن الأسمدة العضوية التقليدية التي كان يقوم المزارعين في كل مكان بتحضيرها وتصنيعها بطرق بدائية لتسميد الأراضي الزراعية.

وتشتمل الأسمدة الكيميائية على الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والكالسيوم وأيضاً على الأسمدة المحتوية على العناصر الصغرى والأملاح المركبة، وتنتج هذه الأسمدة على شكل حبيبات يتم استخدامها في التربة الزراعية لتغذية النباتات وذلك على دفعات أو جرعات حسب حالات النمو المختلفة للنباتات. ومما لا شك فيه فإن الإسراف والاستخدام المكثف للأسمدة الكيميائية يتسبب في أضراراً كثيرة للبيئة وصحة الإنسان، وسوف نستعرض في النقاط التالية بعض الأضرار الناجمة عن الاستخدام المكثف للأسمدة الكيميائية في الزراعة التقليدية:

1. سماد اليوريا Urea

يعتبر سماد اليوريا $(NH_2)_2CO$ من أهم الأسمدة الآزوتية المستخدمة في الزراعة وذلك لإمداد النباتات باحتياجاتها من النيتروجين، كما

تستخدم اليوريا في العليقة المستخدمة لتغذية بعض الحيوانات المجترة. واليوريا عبارة عن حبيبات بيضاء تحتوي على 46.4 % نتروجين ويبلغ الإنتاج العالمي من اليوريا أكثر من مليار طن سنوياً. ومن المعروف أن اليوريا تتحلل بفعل ميكروبات التربة إلى الأمونيا وثاني أكسيد الكربون ومن أهم ميكروبات التربة التي تحلل سماد اليوريا أنواع البكتيريا التالية:

Micrococcus ureae, Sporosarccina ureae, Pseudomonas sp. and *Bacillus pasteurii*

ويتم تصنيع اليوريا من تفاعل غاز الأمونيا مع غاز ثاني اكسيد الكربون تحت ضغط وحرارة مرتفعين وقد تنتج مادة البيوريت Biuret على درجات الحرارة الاقل أثناء التصنيع، ولمادة البيوريت تأثير سام على النباتات (إذا زاد تركيزها عن 0,3 %) حيث تؤثر على إنبات البذور والأنسجة النباتية وتخليق البروتينات في النبات إذا زاد تركيزها في التربة.

وعموماً استخدام اليوريا لا يعتبر خطراً على النباتات إذا كانت الكمية المضافة من البيوريت لا تزيد عن 1 كجم/فدان في الدفعة الواحدة من الإضافة أي أن الحد الأقصى المسموح باستخدامه من اليوريا في الإضافة الواحدة هو 100 كجم/فدان (حيث إن اليوريا المصنعة حالياً تحتوي على أقل من 1 % من مادة البيوريت) وتسمح الفترة الزمنية الواقعة بين إضافتين لسماد اليوريا بتحلل مادة البيوريت وتفككها وبالتالي فإنه لا يوجد أثر تراكمي لمادة البيوريت سواء في النبات أو التربة.

ومن الملاحظ أنه عند استخدام سماد اليوريا بطريقة خاطئة عن طريق إضافته على سطح التربة وبقاءه فترة طويلة معرضاً لدرجات حرارة دافئة يتسبب ذلك في انطلاق الأمونيا في الجو وإذا تعرض الإنسان لها فقد يؤدي ذلك إلى التهاب العين والجهاز التنفسي، كما قد يؤدي انطلاق تركيزات عالية من الأمونيا إلى حدوث تقرحات في العين والجهاز التنفسي وقد تسبب عقم للرجال وانطلاق الأمونيا في الجو ينتج عنه رائحة نفاذة حتى عند التركيزات المنخفضة.

2. سماد نترات الأمونيوم - كبريتات الأمونيوم

Ammonium nitrate – Ammonium Sulphate

يحتوي سماد نترات الأمونيوم على 34 % نيتروجين، ويحضر سماد نترات الأمونيوم بتفاعل الأمونيا مع أكسجين الهواء الجوي ليتكون حمض النيتريك الذي يتفاعل مرة أخرى مع كمية إضافية من الأمونيا لتتكون نترات الأمونيا. ويحتوي سماد كبريتات الأمونيوم على 21 % نيتروجين، ويحضر سماد كبريتات الأمونيوم بتفاعل الأمونيا المائية مع حمض الكبريتيك. وحيث إن النباتات تأخذ احتياجاتها من النيتروجين على فترات فإنه يتبقى جزء من الأمونيا بالتربة باستمرار. وميكروبات التأزت في التربة Nitrifying microorganisms تحول الأمونيا أولاً إلى نيتريت Nitrite ثم إلى نترات Nitrate وهناك العديد من ميكروبات التأزت التي تقوم بهذه التفاعلات، وهذه الميكروبات منها ما هو عضوي التغذية مثل: فطر *Aspergillus niger* وبكتيريا *Arthrobacter* أو بعضها ميكروبات معدنية التغذية مثل: بكتيريا *Nitrosomonas – Nitrosococcus – Nitrosospira* spp. التي تحول الأمونيا إلى نيتريت أو مثل: بكتيريا *Nitrobacter – Nitrococcus – Nitrospira* spp. التي تحول النيتريت إلى نترات وخلال عمليات الصرف الزراعي يتم غسيل التربة بما فيها من نيتريت أو نترات إلى المياه الجوفية التي قد تستخدم للشرب في العديد من المناطق، ومثل هذه المياه تصبح غير صالحة للشرب إذا وصل تركيز النيتريت أو النترات بها إلى 45 جزء في المليون أو أكثر. وعند شرب مثل هذه المياه يتم اختزال النترات إلى نيتريت في الأمعاء ومن ثم تمتص في الدم وتتفاعل مع الهيموجلوبين Haemoglobin ليتكون مركب ميثيموجلوبين Methemoglobin مما يقلل من استقبال الأوكسجين في الرئة وبالتالي يقل معدل انتقال الأكسيجين بواسطة كرات الدم الحمراء إلى خلايا الجسم مما يؤدي إلى تلون الجسم باللون الأزرق خاصة عند الأطفال وتسمى مثل هذه الحالة بمرض الميثيموجلوبينيميا Methemoglobinemia وهنا يجب ألا يزيد ما يتناوله الإنسان من النترات خلال اليوم الواحد عن 200 ملجم حتى يتحاشى هذا المرض. ومن ناحية أخرى فإنه من المعروف أن بعض النباتات، مثل الذرة الرفيعة والذرة الشامية والسبانخ والخس، إذا نمت في تربة غنية بالنترات فإنها تقوم بتخزين جزء كبير منها في الأنسجة النباتية فإذا تناولت الحيوانات المجترة أو الأطفال هذه النباتات فإن أعراض المرض تظهر عليهم، وفي بعض الحالات قد تؤدي إلى الموت. كما أن تواجد النترات بتركيزات كبيرة في مياه الصرف والبحيرات والأنهار يؤدي إلى نمو كثيف للطحالب مما يتسبب في تغير طعم المياه، وعند تحلل هذه الطالب يؤدي ذلك إلى زيادة المادة العضوية في المياه، وهنا يزداد استهلاك الأوكسجين بواسطة الميكروبات المختلفة لتحليل المادة العضوية وذلك بالطبع يؤثر على الثروة السمكية.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن تفاعل أملاح النيتريت Nitrite مع المواد الناتجة من تحلل بعض المبيدات، التي يمكن أن تتسرب مع مياه الصرف إلى المياه الجوفية التي تصبح ملوثة لتكون مركبات النيتروزامين Nitrosamine وإذا استخدمت هذه المياه في الشرب تتجمع هذه المركبات في خلايا جسم الإنسان وتصبح مسرطنة Carcinogenic عندما يصل تركيزها إلى حد معين.

كما أن اختزال النترات وانطلاق الأزوت يصحبه تكوين أكاسيد نيتروجينية مثل: أكسيد النيتروز (N_2O) وأكسيد النيتريك (NO) وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) وهذه المركبات الغازية تتصاعد للطبقة السفلي من الغلاف الجوي في طبقة التروبوسفير Troposphere التي تمتد لحوالي 17 كم فوق سطح الأرض، وزيادة نسبة أكاسيد الأزوت وخصوصاً أكسيد النيتروز يؤدي إلى حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري Global warming، بالإضافة لذلك إذا قام الإنسان باستنشاق هذه المواد مع الهواء الجوي فإنها تتحول في الرئة إلى حامض النيتريك، كما أن الأمطار تسبب تأكسد هذه الغازات إلى حامض النيتريك مكونة ما يعرف بالأمطار الحامضية Acid Rain. كما أن هذه الأكاسيد النيتروجينية قد تتصاعد لتصل إلى طبقة Stratosphere، التي تمتد فوق سطح الأرض من 17 إلى 50 كم، التي تحتوي على طبقة الأوزون Ozone Layer حيث تتفاعل هذه الأكاسيد مع الأوكسجين مما يقلل من سمك طبقة الأوزون مما يؤدي إلى وصول جرعات عالية من الأشعة فوق البنفسجية وبالتالي زيادة احتمالات إصابة الإنسان بالأمراض الجلدية السرطانية.

3. الأسمدة الكبريتية Sulfur Fertilizers

تعتبر كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ مصدرا لكل من النيتروجين والكبريت، حيث تستخدم على نطاق واسع في الزراعة التقليدية، ويتم تحضيرها من تفاعل حمض الكبريتيك مع الأمونيا المائية. وعند إضافة هذا السماد للتربة وتحت الظروف اللاهوائية أي في الأراضي الغدقة Waterlogged soil تقوم بعض الميكروبات في التربة باختزال الكبريتات إلى غاز كبريتور الهيدروجين الذي يتفاعل مع الحديد الموجود في الأراضي الغدقة مكونا كبريتور الحديدوز وتصبح التربة فقيرة في الأوكسجين وتقل خصوبتها وتزداد قلويتها ويطلق على هذه التربة Gleying Soil، وعند انطلاق غاز كبريتور الهيدروجين في الجو فقد تتسبب التركيزات العالية منه إلى الموت المفاجئ للإنسان (من 700 – 800 جزء في المليون)، أما التركيزات المنخفضة منه فتسبب الصداع وتؤدي إلى التهاب الأغشية المخاطية والعين.

كما أن كبريتور الهيدروجين يكون مركبات أخرى في التربة مثل: البيرايت (FeS_2) Pyrite والبورنايت ($CuFeS_2$) Bornite التي بدورها تتأكسد إلى كبريتات ويتصاعد جزء من غاز كبريتور الهيدروجين والجزء الآخر يتفاعل مع الكحوليات مثل الميثانول أو الإيثانول ليتكون ثيوالكحوليات وهي تمثل مركبات المركبتان Mercaptan وتسبب غازات المركبتان ضعف في العضلات ورعشة وشلل في الجهاز التنفسي المؤدي للموت، والتركيزات المنخفضة منها تسبب التهاب الأغشية المخاطية والعين كما تؤثر على الجهاز العصبي المركزي.

4. الأسمدة الفوسفاتية Phosphate Fertilizers

يتم تصنيع الأسمدة الفوسفاتية من تفاعل صخر الفوسفات مع حمض الكبريتيك، وتعتبر هذه الصناعة من أكثر الصناعات الملوثة للبيئة، حيث ينتج عنها غازات سامة ولذلك يجب أخذ الاحتياطات اللازمة للتخلص من هذه الغازات. فعند تفاعل الصخر الفوسفاتي مع حمض الكبريتيك ينتج غاز فلوريد الهيدروجين الذي بدوره يتفاعل مع السليكا الموجودة في الصخر الفوسفاتي ليتكون غاز السيليكون رباعي الفلورايد (SiF_4)، وإذا تسربا هذان الغازان أثناء التصنيع فإنهما يلوثان الهواء الجوي وعند تعرض الإنسان لهما يتسببان في حدوث تقرحات في الجلد والعين وتجمعات دموية في الرئة وارتفاع في درجة حرارة الجسم والتركيزات العالية منهما تؤدي إلى الموت.

5. العناصر الثقيلة Heavy Metals

من المعروف أن الأسمدة الكيميائية أو المعدنية قد تحتوي على شوائب من العناصر الثقيلة السامة مثل: الرصاص والزئبق والزرنيخ والنيكل والكادميوم والكروم، وهذه العناصر تتراكم في التربة باستمرار، وقد يحدث أن هذه العناصر تنطلق في الجو بواسطة بعض الميكروبات وتسمى هذه العملية Methylation أو Volatilization مما يؤدي إلى تلوث الجو بهذه العناصر السامة التي تؤثر تأثيراً شديداً على صحة الإنسان والحيوان عند تعرضهم لها، كما أنه قد تتجمع بعض من هذه العناصر في أنسجة بعض النباتات كما في حالة تجمع عنصر الرصاص في أنسجة نباتات الفلفل.

pezzolato

الفصل الثاني: استراتيجيات التسميد في الزراعة العضوية
Fertilization Strategies in Organic Agriculture

أولاً: الأسمدة العضوية التقليدية

الأسمدة العضوية التقليدية هي الأسمدة الناتجة من تخمير المخلفات الحيوانية والزراعية ثم إضافتها للتربة في المزارع العضوية لتحسين خواصها الطبيعية والكيميائية. وتستخدم هذه الأسمدة على نطاق واسع وهي تحتوي على نسبة عالية من المادة العضوية والدبال وكذلك العناصر الغذائية المختلفة اللازمة لنمو النباتات، ومنها سماد المزرعة وسماد الدواجن، الجلا (2002).

1. سماد المزرعة Farm Yard Manure

يعتبر سماد المزرعة من أفضل الأسمدة العضوية الذي يضاف للتربة وذلك بهدف زيادة خصوبة التربة وتحسين خواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية، ويتم إنتاج السماد العضوي عادة من مخلفات المواشي ولذلك قد يطلق عليه «سماد الماشية» ولكن في العموم ينتج سماد المزرعة من مخلفات حيوانات المزرعة المجترة مع الفرشة وكذلك من مخلفات حيوانات النقل. وطريقة إنتاج سماد المزرعة هو وضع فرشة Bedding في الحظائر تحت الحيوانات من المخلفات النباتية المتوفرة بالمزرعة مثل القش أو التبن وغيرها وتخلط هذه الفرشة بكميات مناسبة من التربة، وذلك لامتصاص المخلفات الحيوانية من الروث Faces والبول Urine ومن ثم يسهل نقلها. تترك هذه المخلفات على الفرشة فترة كافية حتى تتشرب بالمخلفات الحيوانية. وتعتبر مخلفات حيوانات المزرعة غنية بمحتواها من العناصر الغذائية، حيث وجد أنه حوالي من 80 - 95% من العناصر الغذائية الموجودة في عليقة الحيوان تفرز في الروث والبول، كما تمثل المواد العضوية 40 % من المواد الموجودة في العليقة. ويعتبر روث الحيوانات مصدر غني بعديد من أنواع الميكروبات التي تقوم بتحليل المواد العضوية المختلفة ومعدنة جزء كبير منها وتكوين الدبال مثل محللات السيليولوز والبروتين وغيرها. كما تنشط البكتيريا المحللة لليوريا (*Sarcina ureae* and *Bacillus pasteurii*) مكونة الأمونيا. كما تتكون أيضاً بعض الأحماض العضوية والغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان والهيدروجين، وحيث إن هذه الغازات ينفر منها الحيوان كما أنها تؤثر على صحته فإنه يتم تجميع هذه المخلفات باستمرار ويتم اجراء عملية إعداد وتخمير وإنضاج السماد العضوي بعيداً عن الحيوانات وعادة يكون المكان في الجزء الخلفي من حظائر الحيوانات غير المواجهة لتيار الهواء. وفيما يلي النقاط التي يجب مراعاتها للحصول على سماد بلدي جيد:

- يفضل أن تكون أرضية حظائر الحيوانات إسمنتية وغير منفذة للسوائل حتى لا يفقد بول الحيوانات الغني بالعناصر الغذائية الذائبة. كما أن الأماكن التي سيتم فيها تجميع وإعداد السماد العضوي يجب أن تكون بها طبقة من مادة عازلة مثل الإسمنت أو تكون مدكوكة جيداً.
- الفرشة Bedding في حظائر الحيوانات يجب أن تتكون من خليط من التربة غير الملحية ومخلفات المزرعة النباتية (قش الأرز أو التبن أو حطب الذرة والقطن بعد تكسيره)، وتوضع الفرشة متجانسة التوزيع تحت الحيوانات بمعدل لا يزيد عن 0.5م^3 تربة (حوالي 75 كجم تربة) بالإضافة إلى ما لا يقل عن 20 كجم من المخلفات النباتية لكل عشر حيوانات يومياً. أما بالنسبة لمزارع إنتاج الألبان وحظائر الخيول يفضل استعمال فرشة محتوية على نسبة عالية من المخلفات النباتية (قش الأرز) ونسبة قليلة من التربة.
- يفضل إبقاء السماد أطول فترة ممكنة بالحظائر حتى يمكن تقليل صور فقد العناصر الغذائية.
- يفضل إضافة الجبس الزراعي أو صخر الفوسفات مع الفرشة بمعدل 2 كجم لكل حيوان أسبوعياً حيث إن كبريتات الكالسيوم تحد من فقد الأمونيوم كما أن الفوسفور ينفرد ويصبح في صورة سهلة وميسرة للنباتات.
- أثناء تحضير وتخزين السماد العضوي تحدث تغيرات وتحليلات نتيجة نشاط الكائنات الدقيقة ويختلف النشاط الحيوي ونتائجه على عوامل عدة مثل: نوع وكمية الفرشة، طبيعة الخليط (مندمج أو يتخلله الهواء) طوال فترة بقاء السماد في الحظائر وطريقة التخزين.

وقد قام الجلا (2011) بوصف ثلاثة طرق لتخزين سماد المزرعة وهذه الطرق يمكن تلخيصها فيما يلي:

- **السماد البارد Cold Manure**

حيث يتم تخزين السماد يومياً ووضعه في كومة تدك لتوفير ظروف لاهوائية لتبقى درجة الحرارة في الكومة حوالي 30 م، وفائدة هذه الطريقة أنها تقلل الفقد في الأمونيا بالتطاير، ولكن نتيجة سيادة الظروف اللاهوائية تتكون في الكومة مواد سامة مما يستلزم عند إضافة السماد للحقل أن يترك فترة بعد نشره على السطح حتى لا تؤثر المواد السامة على نمو الجذور ونشاط الكائنات الحية بالتربة، وتحت هذه الظروف يتم التخلص من بذور الحشائش وكذلك الميكروبات الممرضة.

- **السماد الحامي Warm Manure**

وفيها يتم الاستفادة من مميزات الظروف الهوائية واللاهوائية عند تخزين السماد حيث يتم إضافة طبقات السماد إلى الكومة تدريجياً فتترك الطبقة الأولى من 2-4 أيام قبل إضافة الطبقة التالية حيث تصل درجة الحرارة إلى حوالي 40-50 م وبذلك فإن الطبقات السفلى يتوفر فيها الظروف اللاهوائية فتنخفض الحرارة إلى 30 م. وفي هذه الطريقة تحتوي الكومة على نسبة عالية من المادة العضوية بالإضافة إلى ميزة التخلص من معظم بذور الحشائش والمسببات المرضية.

- **السماد الناضج Composted Manure**

وفيه يتم توفير ظروف متوازنة من هواء ورطوبة لكي تتم عملية التحلل بواسطة الميكروبات وتصل درجة الحرارة إلى 60 م وبعد عدة أسابيع يتم تقليب الكومة لتنشيط عملية التحلل وتكون الدبال حيث تؤدي هذه العملية إلى توفر مادة عضوية فعالة بجانب انخفاض كثافة المادة العضوية إلى النصف (50 %) مما تسهل من عملية التوزيع. وخلال مراحل إنتاج هذا السماد يفضل إضافة صخر الفوسفات حيث يتحول الفوسفور من الصورة غير الميسرة إلى الصورة الميسرة عند إتمام نضج السماد. هذا بالإضافة إلى موت كثير من بذور الحشائش والميكروبات المرضية واحتوائه على المواد الهامة والنشطة مثل المضادات الحيوية والهرمونات، بجانب إن وجدت بقايا بعض المبيدات يتم تكسيرها قبل إضافتها إلى الحقل.

ومن أهم عيوب استخدام سماد المزرعة في الزراعة العضوية ما يلي:

- انبعاث روائح كريهة أثناء إنتاجه نتيجة لتصاعد كثر من الغازات مثل: الميثان وكبريتيد الهيدروجين والمركبتان وأكاسيد الأزوت التي تؤثر على الإنسان والحيوان وتؤدي إلى تلوث البيئة.
- يعتبر هذا السماد غير متوازن لافتقاره لبعض العناصر مثل الفوسفور، وكذلك افتقاره للمادة العضوية وخصوصاً الدبال، حيث يحتوي السماد العضوي على 10 % مادة عضوية فقط.
- قد يحتوي على بعض الميكروبات والطفيليات المعوية الممرضة للإنسان، ولو أن عملية التخمر والحرارة الناتجة تؤدي إلى القضاء على نسبة عالية منها. ولذلك يجب اتخاذ الاحتياطيات اللازمة عند استخدام هذا السماد في حالة محاصيل الخضروات خاصة محاصيل الخضر الورقية والمحاصيل التي تكون ثمارها قريبة أو ملامسة لسطح التربة.
- قد يحتوي السماد العضوي على جراثيم بعض الفطريات والنيماتودا الممرضة للنباتات والمنقولة إليه من المخلفات الزراعية والحيوانية.

2. سماد الدواجن Poultry Manure

ذكر الجلا (2011) أن مزرعة الدواجن الواحدة تبلغ سعتها من 5 آلاف حتى 450 ألف طائر في الدورة الواحدة، سواء كانت بغرض التسمين أو إنتاج البيض، وفي مزارع التسمين يتم تربية أكثر من دورة. وقد وجد أن متوسط ما يخرجه الطائر يقدر بحوالي 5 % من وزنه الحي وعليه فإن الطائر الذي وزنه 2 كجم يخرج حوالي 0.1 كجم مخلفات يومياً بها حوالي 25 % مادة جافة. ومخلفات الدواجن الناتجة من مزارع التسمين التي يستخدم فيها تبن القمح أو الفول أو نشارة الخشب كفرشة تقوم بامتصاص السوائل والإفرازات، وهنا يتم تجميع خليط المخلفات مع الفرشة كل شهرين تقريباً بعد نهاية كل دورة حيث يكون سماد الدواجن هذا صالح للاستخدام. ويتميز سماد دواجن التسمين بجفافه (به رطوبة حوالي 23 – 25 %) وارتفاع محتواه من العناصر الغذائية والمادة العضوية التي تتراوح نسبتها من 50 – 60 %.

وتجارياً يتم إنتاج سماد الدواجن في العديد من الدول لاستخدامه في الزراعة العضوية وكمثال على أحد اسمدة الدواجن سماد الدواجن Chicken manure المنتج بسلطنة عُمان تحت اسم تجاري أجروبلس 2 (Agroplus 2) وكذلك سماد الدواجن المنتج بدولة الإمارات العربية المتحدة تحت اسم تجاري "سماد أبو ديك" وهو عبارة عن سماد دواجن محضر بيولوجياً ومعالج حرارياً وخالي من بذور

الحشائش والأعشاب الضارة، وكذلك خالي من البكتيريا والنيماتودا والفطريات الممرضة للنباتات. ويحتوي سماد أبو ديك على العناصر الأساسية الكبرى وهي النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بنسبة 3.5 %، 2.5 %، 2 % على التوالي، كما يحتوي على المادة العضوية بنسبة 55 %. بالإضافة لذلك فإن سماد أبو ديك يحتوي على العديد من العناصر الصغرى (الدقيقة) التي تحتاجها النباتات، فهو يحتوي على: حديد (600 – 800 جزء في المليون)، منجنيز (5 – 10 جزء في المليون)، زنك (300 – 600 جزء في المليون)، نحاس (5 – 15 جزء في المليون)، بورون (15 – 25 جزء في المليون).

ومعدل استخدام سماد الدواجن في الزراعة العضوية هو:

- الخضروات بمعدل 1.5 طن لكل 1000م^2.
- المسطحات الخضراء بمعدل 5 كجم/م^2.
- أشجار الفاكهة بمعدل 4 – 8 كجم/شجرة أما نخيل التمر فيستخدم بمعدل 10 – 15 كجم/نخلة.

وجدير بالذكر أننا يمكن أن نستخدم مسحوق ريش الدواجن لزيادة نسبة النيتروجين في سماد الكمبوست، حيث إنه يحتوي على 10% نيتروجين، ويمكن إضافته لسماد الكمبوست قبل استعماله مباشرة لتسميد المحاصيل التي تحتاج إلى نسب عالية من عنصر النيتروجين مثل: محاصيل الخضروات بالصوب والبطاطس والفراولة.

ثانياً: الأسمدة العضوية غير التقليدية

الأسمدة العضوية غير التقليدية هي الأسمدة التي تستخدم مباشرة وبدون تخمير، ومن أهم هذه الأسمدة غير التقليدية التي يمكن أن تستخدم في الزراعة العضوية:

1. سماد الدم المجفف Blood Meal

ويتم تحضير سماد الدم المجفف بتجميع الدم من المجازر حيث يوضع في أحواض ثم يضاف إليه الجير الحي بما يعادل 2 – 3% حتى تنعدم منه الرائحة الكريهة ويترك لبعض الوقت، فترسب كل البروتينات ثم يفصل السائل عن الراسب ويجمع الراسب ويجفف في الهواء ويطحن. ويحتوي هذا السماد على حوالي 75 – 80 % مادة عضوية، 10 – 12% نيتروجين، 1 – 2 % بوتاسيوم، 1 % فوسفور.

2. مسحوق العظام Crushed Bones

يتم إضافة مسحوق العظام للتربة في الزراعة العضوية، ويحتوي مسحوق العظام على حوالي 25 % فوسفات الكالسيوم وبذلك يعتبر مصدر هام لعنصر الفوسفور، بالإضافة لذلك فهو يحتوي على نيتروجين بنسبة 4 % ومادة عضوية بنسبة 30 %.

3. مخلفات الأسماك Fish Remnants

تستخدم مخلفات الأسماك بعد التخلص من المواد الدهنية بها وطحنها، حيث يحتوي مسحوق مخلفات الأسماك على حوالي 9 % نيتروجين كلي كما يحتوي على حوالي 50 % مادة عضوية.

ثالثاً: الأسمدة الخضراء ومحاصيل التغطية

1. الأسمدة الخضراء Green Manures

المقصود بالأسمدة الخضراء Green Manures هو زراعة بعض المحاصيل ثم حرثها وتقليبها في التربة وهي ما زالت خضراء قبيل إزهارها، وذلك بغرض زيادة محتوي التربة من المادة العضوية والعناصر الغذائية لتحسين خواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية. وقد يتم حرث الأسمدة الخضراء مباشرة بعد تزهيرها حيث إن الاستفادة من حرث النباتات الناضجة يكون أكثر من حرث النباتات الصغيرة العمر وذلك لاحتواء النباتات الناضجة على نسبة عالية من السيليولوز واللجنين وبالتالي تتحلل ببطء وتُكون كمية كبيرة من الدبال، وهذا التحلل البطء مفيد لأنه يعطي كميات محدودة من العناصر الغذائية على فترات وباستمرار وبذلك لا يحدث فقد سريع للعناصر الغذائية خاصة النيتروجين.

تعتبر زراعة الأسمدة الخضراء من الوسائل الهامة التي يجب اتباعها في الزراعة العضوية لتحسين خواص التربة. ويمكن تقسيم المحاصيل التي تستخدم كأسمدة خضراء إلى قسمين هما محاصيل بقولية ومحاصيل غير بقولية، ويقسم كل قسم إلى محاصيل شتوية ومحاصيل صيفية.

ومن أهم محاصيل البقوليات الشتوية المستخدمة كأسمدة خضراء: البرسيم Clover، والترمس Lupine، والفول Beans، والعدس Lentils، والبرسيم الحلو Sweet clover، والبرسيم الحامض Sour clover وغيرها، ومن أمثلة المحاصيل البقولية الصيفية: البرسيم الحجازي Alfalfa، واللوبيا Cowpea، والفاصوليا Bean، والفول السوداني Peanuts، فول الصويا Soybeans، والحمص Chickpeas، والسيسبانيا Sesbania. أما أهم المحاصيل غير البقولية الشتوية المستخدمة كأسمدة خضراء: الشعير Barley، والشوفان Oat، والقمح Wheat أحياناً أما أهم المحاصيل غير البقولية الصيفية فمنها: الذرة الرفيعة Sorghum، والدخن Millet، وذرة العلف Forage sorghum، وحشيشة السودان Sudan grass وغيرها.

والمحاصيل المستخدمة كأسمدة خضراء يجب أن تتميز بتعمق جذورها وسرعة نموها وقلة أليافها وانخفاض تكلفة زراعتها. ويجب أن يتم حرث وتقليب النباتات المستخدمة كسماد أخضر في التربة بمدة لا تقل عن 1.5 شهر من زراعة المحصول الرئيسي الذي يطلق عليه هنا المحصول النقدي Cash crop، حيث إنه إذا زرعت تقاوي المحصول الرئيسي بعد تقليب السماد الأخضر مباشرة في التربة فإن هذه التقاوي لن تنبت جيداً بسبب زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون بالتربة كما إنه قد تحدث أضراراً لجذور البادرات. ويوضح شكل (15) عملية حرث للأسمدة الخضراء بالتربة بأحد البيوت المحمية قبل زراعة المحصول الرئيسي.

2. محاصيل التغطية Cover Crops

المقصود بمحاصيل التغطية هو زراعة محصول بغرض تغطية التربة بصرف النظر عن إننا سنقوم بخلطه في التربة بعد ذلك، ويتم زراعة محاصيل التغطية أساساً لمنع تآكل أو تعرية سطح التربة بواسطة الرياح أو مياه الأمطار الغزيرة. وتزرع محاصيل التغطية بين صفوف الأشجار أو خطوط الخضروات أو في زراعات بينية مع المحصول الرئيسي، وهي عادة إما أن تكون محاصيل أعلاف سريعة النمو قوية التنافس مع الحشائش أو تكون محاصيل تستخدم كمصائد أو عوائل للآفات الضارة، كما قد تكون محاصيل خضروات أو محاصيل حقلية أو نباتات طبية وعطرية تزرع من أجل الحصول على محصولها كطريقة من طرق الزراعة البينية في إنتاج المحاصيل.

شكل (15): عملية حرث للأسمدة الخضراء بأحد البيوت المحمية.

3. أهم خصائص محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء المستخدمة في الزراعة العضوية

The Most Important Characteristics of Cover Crops and Green Manures Used in Organic Agriculture

يمكن تلخيص أهم خصائص محاصيل التغطية المستخدمة في الزراعة العضوية في النقاط التالية:

- محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء قد تكون نباتات عشبية حولية Annual أو ذات حولين Biennial أو معمرة Perennial، وهذه المحاصيل قد تزرع منفردة أو مخلوطة (أكثر من محصول).
- تعتبر المحاصيل البقولية Legumes مناسبة جداً لاستخدامها كأسمدة خضراء وذلك لمقدرتها على تثبيت النيتروجين في التربة.
- توفر هذه المحاصيل غطاء لسطح التربة وبذلك فإنها تساعد على مقاومة الحشائش وكبت نموها، كما أنها قد تقلل من إصابة المحصول الرئيسي بالأمراض والآفات.
- إذا زرع محصول التغطية بغرض تقليل غسيل العناصر الغذائية من حبيبات التربة بعد حصاد المحصول الرئيسي، فإنه يطلق على محصول التغطية هنا اسم المحصول القابض Catch crop ومثال ذلك: زراعة الشيلم Cereal rye بعد حصاد محصول الذرة حيث يساعد ذلك على تنقية النيتروجين المتبقي في التربة وبذلك يقلل من احتمال تلوث المياه الجوفية، كما أن الشيلم كمحصول قابض يعمل أيضاً كمحصول تغطية شتوي.
- محاصيل التغطية قصيرة المدى التي تزرع لملىء فراغ من خلال الدورة الزراعية يمكن اعتبارها كمحاصيل قابضة Catch crop، والمحصول القابض عبارة عن محصول تغطية Cover crop يزرع بعد حصاد المحصول الرئيسي ويستخدم في المقام الأول لكي يقلل من غسيل المواد المغذية من حبيبات التربة.
- محاصيل الأعلاف Forage crop في الدورة الزراعية القصيرة يمكن أن تعمل كمحاصيل تغطية أو كأسمدة خضراء، ففي حالة أن محاصيل الأعلاف تشغل الأرض بغرض استخدامها كأعلاف مجففة أو أعلاف خضراء هنا يمكن اعتبارها كمحاصيل تغطية، أما في حالة زراعتها بغرض حرثها وخلطها بالتربة فإنها تعتبر هنا كمحاصيل الأسمدة الخضراء.
- يجب مراعاة ألا تكون محاصيل الأسمدة الخضراء أو محاصيل التغطية قريبة الصلة النباتية بالمحصول الرئيسي الذي سيتم زراعته، وذلك حتى لا تكون هناك مشاكل في انتقال الأمراض أو الآفات المشتركة منها إلى المحصول الرئيسي.

4. أهم فوائد الأسمدة الخضراء ومحاصيل التغطية في الزراعة العضوية

The Most Important Benefits of Cover Crops and Green Manures in Organic Agriculture

كما سبق أن هناك أنواع عديدة من الأسمدة الخضراء ومحاصيل التغطية يمكن استخدامها في الزراعة العضوية ولهذه المحاصيل فوائد عديدة، ويمكن تلخيص أهم هذه الفوائد في النقاط التالية:

- **زيادة محتوي التربة من المادة العضوية وتحسين تركيبها البنائي**

الفائدة العظمي من زراعة الأسمدة الخضراء هو إضافة المادة العضوية للتربة. وأثناء تحلل المادة العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة بالتربة فإنه تتكون مواد مقاومة للتحلل مثل: بعض المواد الصمغية والشمعية والراتينجية، وهذه المواد مع هيفات فطريات التربة والمواد المخاطية والرغوية التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة بالتربة تساعد على تماسك والتحام جزيئات التربة لتصبح كالحبيبات أو في كتل متجمعة. وهذه التربة الجيدة التكتل تكون سهلة الحرث، وجيدة التهوية، ومعدل ترشح الماء منها عالي بمعنى أنها جيدة الصرف.

وجدير بالذكر أن زيادة مستويات المادة العضوية بالتربة ومن ثم تحللها وفي النهاية زيادة نسب المواد الدبالية Humus بالتربة فإن ذلك يؤثر على نمو المحصول الرئيسي وعلى إنتاجيته حيث يؤثر ذلك على مدى توفر وامتصاص العناصر الغذائية. ومن المعروف أن المواد الدبالية تتكون أساساً من أحماض عضوية مثل: حامض الهيوميك Humic acid وحامض الفولفيك Fulvic acid والهيومين Humin حيث تمثل هذه المواد من 85 إلى 90 % من الدبال في التربة.

أما خصائص المواد الدبالية في التربة فتتوقف على طبيعة المخلفات التي تضاف إلى التربة سواء كانت نباتية أو حيوانية التي تتحلل تحت ظروف مناسبة من الرطوبة والحرارة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة بالتربة (البكتيريا والأكتينوميسيس

والفطريات). وفي البداية تفقد المواد المضافة للتربة تماسكها وتنقص في الحجم حيث تتكون مواد وسطية ثم تتكون مواد جديدة وفي نهاية تحلل المواد المضافة تتكون مواد بسيطة مثل: ثاني أكسيد الكربون والماء والأكسجين وأيونات أخرى مثل: النترات والأمونيوم، وخلال عملية التحلل هذه تصبح المخلفات ذات لون بني، وبعد وقت معين وتوفر رطوبة مناسبة يتكون سائل بني يحتوي على المواد الدبالية. والأسمدة الخضراء مهمة من خلال الدورة الزراعية حيث إنها تعمل على سد النقص وتزويد التربة بالمادة العضوية التي فقدت أثناء الزراعات السنوية في الدورة الزراعية. وهنا ينبغي ألا تخل زراعة الأسمدة الخضراء بنظام الدورة الزراعية وألا تكلف زراعتها نفقات كثيرة. وجدير بالذكر أننا قد نحتاج إلى عدة سنوات لإعادة تكوين الطبقة العليا من التربة المشتملة على المواد الدبالية وذلك قبل حدوث تحول معنوي في مستوى المواد الدبالية في التربة. وبالمقارنة، فإن الأسمدة الخضراء التي تزرع سنوياً قد يكون لها تأثير غير ملموس أو غير معنوي على مستوى المواد الدبالية بالتربة وذلك يعود إلى عمليات حرث وزراعة التربة سنوياً، حيث إن المادة العضوية التي تزود بها التربة يتم تحللها سريعاً واستهلاكها أو خلطها واختفائها في طبقات التربة العميقة.

وعموماً لقد ذكر Schmid and Klay (1984) بأن ما يضيفه محصول السماد الأخضر للفدان من المادة العضوية للتربة يعادل ما يتم إضافته من المادة العضوية عند إضافة 9 – 13 طن من سماد المزرعة Farm yard manure للفدان أو عند إضافة 1.8 – 2.2 طن من المادة الجافة للفدان.

- **تثبيت النيتروجين**

يعتبر تثبيت النيتروجين عند زراعة المحاصيل البقولية من أهم فوائد أو هو مفتاح الفائدة من زراعة محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء البقولية. **ومن أساسيات الزراعة العضوية أن نقوم بزراعة أحد المحاصيل البقولية مرة واحدة على الأقل كل 5 سنوات**، أي لكي يتم تغطية سطح المزرعة العضوية بالمحاصيل البقولية فإنه لابد من زراعة 20 % من مساحة المزرعة سنوياً بأحد المحاصيل البقولية.

وجدير بالذكر أن نسبة النيتروجين المتراكم بالتربة من زراعة محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء البقولية يتراوح بين 40 إلى 200 وحدة نيتروجين للفدان. وتعتمد كمية النيتروجين التي تنتجها المحاصيل البقولية على عدة عوامل، من أهمها: نوع المحصول البقولي، والكمية الكلية من المادة العضوية المنتجة، ونسبة النيتروجين في أنسجة النبات، بالإضافة إلى الظروف البيئية والزراعية التي تحد من نمو المحاصيل البقولية مثل: التأخر في الميعاد المناسب للزراعة والجفاف. أما العوامل التي تشجع على زيادة كمية النيتروجين المنتجة فهي: أن يكون المحصول البقولي جيد النمو والتربة مثالية من حيث احتوائها على مستوى جيد من العناصر الغذائية ومعدل pH مناسب ووجود عقد بكتيرية جيدة في المحصول البقولي مع توفر رطوبة مناسبة بالتربة.

وقد ذكر Sullivan (2003) أن كمية النيتروجين المضافة للتربة والمتوفرة للمحصول التالي (الرئيسي) بعد زراعة محصول السماد الأخضر البقولي تتراوح عادة بين 40 – 60 % من الكمية الكلية من النيتروجين بالمحصول البقولي، وكمثال على ذلك: أنه في حالة زراعة المحصول البقولي Hairy vetch فإنه سوف يتراكم حوالي 81.65 كجم نيتروجين بالنباتات بالفدان وذلك قبل حرث المحصول البقولي بالتربة، ثم بعد حرثه في التربة فإن ذلك سوف يسهم أو يوفر حوالي 49.90 كجم نيتروجين للفدان يمكن أن يستفيد منها المحصول الرئيسي الذي سيتم زراعته من الخضار أو الحبوب. ولقد ذكر Rasmussen *et al.* (1980) أن بعض المحاصيل البقولية التي تزرع في جنوب الولايات المتحدة كغطاء سنوي في الشتاء تنتج ما يقرب من 2.2 طن للفدان الواحد سنوياً من مخلفات المحاصيل (من المادة الجافة) وهي تعتبر كافية للحفاظ على المواد العضوية في التربة عند مستويات ثابتة في التربة التي تزرع بشكل مستمر. ويوضح جدول (24) كمية النيتروجين والمادة العضوية التي تضيفها بعض محاصيل الأسمدة الخضراء البقولية للتربة، مع الوضع في الاعتبار أن هذه الأرقام تختلف باختلاف المناخ، والمنطقة، ونظام الزراعة.

جدول (24): متوسط كمية المادة العضوية والنيتروجين التي تضيفها بعض محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء البقولية للتربة.

المحصول البقولي	كمية المادة العضوية المضافة (طن/فدان)	كمية النيتروجين المضافة (كجم/فدان)
البرسيم الحلو Sweet clover	1.75	54.43
البرسيم الأبيض Berseem clover	1.1	31.75
البرسيم القرمزي Crimson clover	1.4	45.36
البيقة المشعرة Hairy vetch	1.75	49.90

Source: Sarrantonio (1994).

- **تشجيع نشاط ميكروبات التربة**

تعمل الأسمدة الخضراء على تشجيع نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة بالتربة (ميكروبات التربة) التي تسرع من تحلل المخلفات الزراعية الجافة بالتربة، وقد وجد أن ميكروبات التربة تزداد أعدادها بسرعة بعد حرث أحد محاصيل الأسمدة الخضراء وخلطها بالتربة حيث تتضاعف أعدادها وتهاجم المواد النباتية وتحللها وبذلك تنطلق العناصر الغذائية وتصبح متاحة بحيث يمكن أن يستفيد منها المحصول الرئيسي المستهدف. وهناك بعض العوامل التي قد تؤثر على قدرة ميكروبات التربة على تحليل المادة العضوية، ومن أهم هذه العوامل:

درجة حرارة التربة: حيث يزداد نشاط ميكروبات التربة بارتفاع درجة حرارتها والدرجة المثلى هي 30 درجة مئوية.

رطوبة التربة: حيث يجب توفر الرطوبة المناسبة لضمان تكاثر ميكروبات التربة وقيامها بدورها في تحليل المادة العضوية، حيث إن الجفاف يقتل العديد من ميكروبات التربة.

نسبة (الكربون: النيتروجين) في المادة النباتية: حيث إن نسبة (ك: ن) في أنسجة بقايا النباتات (لمحاصيل الأسمدة الخضراء أو محاصيل التغطية) تستدل منها على نوع وعمر النباتات التي جاءت منها، فمن المعروف أن بتقدم النبات في العمر فإن نسبة الألياف (الكربون) تزداد بالأنسجة النباتية، كما أنه تقل نسبة البروتينات (النيتروجين) بها.

ولقد وجد أنه لسرعة انحلال المادة العضوية فإن النسبة المثلى (الكربون: النيتروجين) يجب أن تكون بين (15: 1)، (25: 1). وفي الحقيقة أن نسبة (ك: ن) في المواد النباتية تكون مرتبطة بمحتوي النبات من النيتروجين أكثر من ارتباطها بمحتواه من الكربون حيث إن أغلب المواد النباتية يكون نسبة الكربون بها حوالي 40 % وبذلك فإنه لكي يتم تقدير نسبة (ك: ن) لأي مادة نباتية فإننا نقوم بقسمة 40 % على نسبة ما تحتويه من نيتروجين.

- **مقاومة الحشائش**

من المعروف أن الحشائش تنمو وتزدهر في التربة المكشوفة، وحيث إن محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء تعمل على تظليل التربة ومنع وصول الضوء للتربة فإن ذلك يحد أو يمنع من فرصة نمو الحشائش، وعموماً فإن محاصيل التغطية الحية تقوم بشكل واضح على مقاومة نمو الحشائش في حالة عدم حراثة التربة، حيث إنها تتنافس معها في الحصول على الضوء والرطوبة والعناصر الغذائية. كما أن تفكيك التربة بواسطة الجذور العميقة لمحاصيل الأسمدة الخضراء يعمل أيضاً على الحد من نمو الحشائش التي تنمو وتزدهر في التربة المدكوكة.

وجدير بالذكر أن الغرض الأساسي من زراعة محاصيل الأسمدة الخضراء غير البقولية مثل الشعير أو الدخن أو حشيشة السودان هو توفير فرصة جيدة لمقاومة نمو الحشائش، وكذلك إضافة المادة العضوية للتربة وتحسين حرث التربة. وفي الزراعة العضوية يمكن أن تقوم محاصيل التغطية بمقاومة الحشائش عن طريق تثبيط نموها، ويطلق على مثل هذه المحاصيل "نباتات علاجية Allelopathic plants" حيث إن مثل هذه النباتات تقوم بتثبيط أو إبطاء نمو النباتات القريبة منها (مثل: الحشائش) عن طريق إطلاق سموم طبيعية أو كيماويات Allelochemicals تثبط من نمو النباتات القريبة منها، ومن هذه المحاصيل محاصيل الحبوب الصغيرة مثل: الشعير ومحاصيل الأعلاف الصيفية مثل: الذرة الرفيعة وحشيشة السودان.

- **توفير العناصر الغذائية وحماية التربة من التعرية**

بالإضافة إلى قيام محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء البقولية بتوفير النيتروجين فإنها تساعد أيضاً على توفير وإعادة تدوير العناصر الغذائية الأخرى. فالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والكبريت وغيرها من العناصر الغذائية تتراكم في محاصيل التغطية والأسمدة الخضراء أثناء موسم نموها. وعندما يتم حرث وخلط هذه المحاصيل بالتربة فإن هذه العناصر الغذائية تصبح متوفرة في التربة وتنطلق ببطء أثناء عملية التحلل. كما تعمل محاصيل التغطية على صيانة التربة، حيث توفر غطاء للتربة خلال فصلي الخريف والشتاء وهي الفترة التي تتعرض فيها التربة للتآكل. وزراعة خليط من المحاصيل البقولية ومحاصيل التغطية الأخرى يعمل على زيادة تغطية سطح التربة مع توفير بعض النيتروجين للمحصول الرئيسي. وفوائد محاصيل التغطية تتجاوز حماية التربة العارية أي غير المزروعة، حيث تعمل هذه المحاصيل على تقليل تبخر المياه من سطح التربة وتعمل كغطاء يقلل من تقشر سطح التربة وغسيل العناصر الغذائية بواسطة مياه الأمطار الغزيرة خلال الفترات الممطرة.

- **تعزيز برامج إدارة الآفات**

جدير بالذكر أنه يمكن لمحاصيل التغطية أن تقوم بتعزيز العديد من برامج إدارة الآفات الزراعية. فمن المعروف أن النظم الطبيعية المستقرة تكون متنوعة عادة، حيث إنها تحتوي على العديد من أنواع مختلفة من النباتات ومفصليات الأرجل والثدييات والطيور والكائنات الحية الدقيقة وغيرها. ومما لا شك فيه أن زراعة محاصيل التغطية يضيف التنوع Diversity إلى نظام الزراعة، ولقد لاحظ العديد من العلماء أن البيئة الزراعية التي بها تنوع نادراً ما يحدث بها انتشار للآفات الزراعية، حيث إن التنوع يؤدي إلى حدوث توازن طبيعي في هذه البيئة.

وتساهم محاصيل التغطية مساهمة فعالة في مجال المكافحة الحيوية للآفات، فهي توفر المسكن للحشرات النافعة من مفترسات وطفيليات حيث توفر المسكن المناسب لعوائلها من الآفات التي تفترسها أو تتطفل عليها، كما أنها تمدها بحبوب اللقاح والرحيق وبذلك فإنها تعطى فرصة لهذه الحشرات النافعة في التكاثر والبقاء والمحافظة على أعدادها في البيئة الزراعية، وبالتالي عند زراعة المحصول الرئيسي وإصابته بالآفات ستكون هناك أعداد كافية من هذه الحشرات النافعة (مفترسات وطفيليات) التي ستقوم بمكافحة

شكل (16): نبات القنب الهندي *Crotalaria juncea* يستخدم كسماد أخضر ويعمل على مكافحة الديدان الثعبانية (النيماتودا) بالتربة.

الآفات الزراعية والسيطرة عليها. وجدير بالذكر أن هناك بعض من محاصيل الأسمدة الخضراء لها القدرة على مكافحة أو تثبيط الآفات النيماتودية ومثال ذلك نبات من البقوليات معروف باسم القنب البني أو القنب الهندي أو القنب المشمس:

Brown hemp, Indian hemp, Madras hemp or Sunn hemp.

والإسم العلمي له هو *Crotalaria juncea* شكل (16)، حيث يتم حرث المحصول في التربة بعد 10 – 12 أسبوع من الزراعة فيعمل كسماد أخضر ويمد المحصول التالي بالنيتروجين بالإضافة إلى مكافحة آفات الديدان الثعبانية Nematodes (النيماتودا) في المحصول التالي، وقد ذكر Wang and McSorley (2009) أن *C. juncea* ينتج مركبات الأليلوباثي allelopathic compounds التي تقمع وتثبط Inhibition الديدان الثعبانية (النيماتودا) المنتشرة بالتربة مثل:

- نيماتودا تعقد الجذور

Meloidogyne sp. (Root-Knot Nematodes)

- نيماتودا حوصلات فول الصويا

Heterodera glycines (Soybean Cyst Nematode)

- النيماتودا الكلوية

Rotylenchulus reniformis (Reniform Nematodes)

رابعاً: سماد الكمبوست Compost

تعود كلمة كمبوست Compost في الأصل إلى الكلمة اللاتينية "Compositum" وتعنى أشياء تخلط معاً. ومن هذا المعنى يتضح أن المقصود بسماد الكمبوست هو خلط عديد من المواد معاً، بمعنى خلط المخلفات النباتية والمخلفات الحيوانية معاً. ويعتبر السماد العضوي «سماد الكمبوست» Compost أحد الركائز التي تعتمد عليها المزارع العضوية في تغذية النباتات، ونجاح الزراعة العضوية يعتمد في الأساس على إنتاج سماد الكمبوست الجيد الذي يعمل على تحسين خواص التربة وإمداد النباتات باحتياجاتها من العناصر الغذائية الضرورية لنموها.

ويعتبر الكمبوست بديل عن الأسمدة المعدنية المستخدمة في نظم الزراعة السائدة الآن، ويتم إنتاج سماد الكمبوست عن طريق التحلل الهوائي لخليط من المخلفات النباتية والحيوانية بالمزارع العضوية ويتم هذا التحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، وبمعنى آخر فإن عملية إنتاج سماد الكمبوست هي عملية بيولوجية طبيعية تتم تحت ظروف هوائية كاملة من توفر الهواء (الأوكسجين) والرطوبة (الماء). وسماد الكمبوست غني بالكائنات الحية الدقيقة النافعة فضلاً عن محتواه من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات.

وجدير بالذكر أن عملية إنتاج سماد الكمبوست يمكن تنفيذها وبسهولة في المزارع العضوية عند توفر المعلومات والتقنيات الفنية لطريقة إنتاج سماد الكمبوست، مع توفر المواد الأولية Raw materials اللازمة لإنتاج سماد الكمبوست بالمزرعة وبكميات كافية. ويتكون سماد الكمبوست من المخلفات النباتية التي يشترط أن تكون غير معاملة بالمبيدات والمخلفات الحيوانية مثل: مخلفات حظائر الحيوانات والدواجن ومخلفات الأسماك والمجازر، وبعض الإضافات الأخرى المسموح باستخدامها مثل: الأعشاب البحرية Seaweeds والطحالب Algae وصخر الفوسفات والفلسبار والدلوميت والجبس الزراعي وغيرها.

ويوجد نظامين لإنتاج سماد الكمبوست وهو النظام الثابت Static والنظام المتحرك Dynamic ويفضل استخدام النظام الأول لإنتاج الكمبوست في المزارع الصغيرة التي تتراوح مساحتها من 5 – 12 فدان وتعتمد عملية إنتاج وتصنيع الكمبوست هنا على العمالة اليدوية، أما النظام الثاني فيستخدم لإنتاج الكمبوست في المزارع ذات المساحات الكبيرة وهنا تستخدم آلات متخصصة في عملية إنتاج وتصنيع سماد الكمبوست.

1. المواد الأولية المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست

- **المخلفات الزراعية Agricultural Residues**

وهذه تشمل جميع المخلفات الزراعية بالمزارع العضوية، كمخلفات المحاصيل كالقش والتبن والأحطاب وكذلك عروش محاصيل الخضر مثل: عروش الطماطم والبطاطس، وأيضاً نواتج تقليم أشجار الفاكهة مثل: مخلفات تقليم نخيل التمر والأشجار المتساقطة الأوراق وأمهات أشجار الموز، وكذلك الأوراق المتساقطة من الأشجار والحشائش بأنواعها وغيرها من المخلفات النباتية.

وبالنسبة لمخلفات سعف وبقايا نخيل التمر فلقد وجد أن استخدامها في عملية إنتاج الكمبوست تحتاج إلى فترة زمنية قد تصل إلى 6

شهور للحصول على كمبوست ناضج يمكن استخدامه في المزارع العضوية، ويعود السبب في ذلك أن سعف وبقايا نخيل التمر يحتوي على مادة اللجنين التي تتحلل ببطء بسبب قلة الميكروبات التي لها القدرة على تحليل مادة اللجنين. ويوضح جدول (25) محتوى بعض المخلفات النباتية من العناصر الغذائية الأساسية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) ونسبة الكربون إلى النيتروجين.

جدول (25) محتوى بعض المخلفات النباتية من العناصر الغذائية الأساسية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) ونسبة الكربون إلى النيتروجين.

المخلفات النباتية	متوسط % العناصر الأساسية (على أساس الوزن الجاف)			متوسط نسبة الكربون : النيتروجين
	النيتروجين (N)	الفوسفور (P)	البوتاسيوم (K)	
تبن القمح	0.54	0.15	0.80	1 : 105
قش الأرز	0.48	0.07	1.44	1 : 107
قش الشعير	--	0.5 - 0.1	1.0	1 : 85
سيقان الذرة	0.91	0.16	1.34	1 : 61
سيقان ذرة العلف	0.73	0.11	1.61	1 : 74
سيقان فول الصويا	1.36	0.16	1.09	1 : 39
سيقان الفول السوداني	1.33	0.11	0.91	1 : 40
قشور الفول السوداني	0.70	0.12	0.46	-
أوراق الدخان	3.50	0.14	2.54	1 : 11
مخلفات مصانع الدخان	1.12	0.21	0.30	1 : 39

Source: Hsieh and Hsu, (1993).

- **المخلفات الحيوانية Animal Residues**

وهذه تشمل روث الحيوانات المجترة مثل: روث الأبقار والجاموس والأغنام والجمال، وغير المجترة مثل: الخيول وذلك كمصدر للنيتروجين اللازم لعمل الكائنات الحية الدقيقة وأيضاً كمصدر للبكتيريا المحللة للسليلوز، كما يمكن استخدام مخلفات الطيور الداجنة كمخلفات في إنتاج سماد الكمبوست. ويوضح جدول (26) محتوى بعض المخلفات الحيوانية من العناصر الغذائية الأساسية للنباتات ونسبة المادة العضوية والرطوبة.

جدول (26) محتـــوي بعـض المخلـفـــات الحيـــوانية من الـعنـــاصر الغـــذائيـة الأســاســيـة (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) ونسـبة المـادة العضـوية والرطـــوبة.

المخلفات الحيوانية	النسبة المئوية %				
	النيتروجين (N)	الفوسفور (P)	البوتاسيوم (K)	المادة العضوية	الرطوبة
مخلفات الأبقار	0.6	0.2	0.5	17	83
مخلفات الأغنام	0.7	0.3	0.9	34 – 32	68 – 66
مخلفات الخيول	0.7	0.3	0.6	26 – 22	78 – 74
مخلفات الجمال*	1.03	--	--	69.6	2.60
مخلفات الخنازير	0.5	0.3	0.5	14	86
مخلفات الدواجن	1.1	0.8	0.5	45 – 25	75 – 55
مخلفات الأرانب	2.4	1.4	0.6	33	43

Source: Martin and Gershuny (1992). * Al-Turki (2010).

ويجب التنويه بأننا يجب عدم استخدام المخلفات الجافة القديمة لسماد الدواجن في كومة سماد الكمبوست والناتجة من عملية تنظيف عنابر الدواجن، حيث إنها قد تحتوي على بعض مسببات أمراض الجهاز التنفسي للإنسان. كما يجب التنويه أيضاً بأننا يجب أن نستخدم المخلفات النباتية والحيوانية الناتجة من المزارع العضوية في إنتاج سماد الكمبوست، وفي حالة عدم توفر هذه المواد الأولية بكميات كافية يمكن الحصول عليها من مصادر معلومة لنا أي من مزرعة أو مزارع محددة لم يستخدم بها المواد الكيميائية خاصة مبيدات الآفات الكيميائية (سواء المبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات الحشائش والمبيدات النيماتودية)، وذلك بالطبع بعد الحصول على موافقة الجهة المانحة للشهادات العضوية.

وجدير بالذكر أننا إذا نظرنا حولنا فسنجد العديد من المخلفات النباتية غير التقليدية التي يمكن استخدامها في تحضير سماد الكمبوست سواء على مستوى المزارع الكبيرة أو المزارع الصغيرة أو الحدائق المنزلية. وقد ذكر Martin and Gershuny (1992) بعض من هذه المخلفات التي يمكن أن تتواجد بالقرب من مزارعنا ويمكن اضافتها لكومة سماد الكمبوست فتغنيه بالعناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات، وهنا يجب التأكد من المصادر الأولية لهذه المخلفات المستخدمة حيث يجب أن تكون من مزارع عضوية أو أماكن تقوم بالإنتاج العضوي. ويوضح جدول (27) قائمة ببعض من المخلفات النباتية والحيوانية غير التقليدية التي يمكن أن تستخدم في كومة الكمبوست مع توضيح نسبة تواجد العناصر الرئيسية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) وكذلك تأثيرها في الكمبوست كمواد غنية بالنيتروجين أم غنية بالكربون.

جدول (27) محتوى بعض المخلفات النباتية والحيوانية غير التقليدية من العناصر الغذائية الأساسية وتأثيرها في الكمبوست كمادة غنية بالنيتروجين (N) Nitrogenous أو بالكربون (C) Carbonaceous

المخلفات (النباتية / الحيوانية)	متوسط % العناصر الأساسية (على أساس الوزن الجاف)			غنية بالنيتروجين (N) غنية بالكربون (C)
	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	
مخلفات ثمار التفاح	0.2	0.02	0.15	(N)
مخلفات قصب السكر	2.0	8.0	--	(C)
مخلفات أشجار الموز	--	3.3-2.3	50-41	(N)
مخلفات بنجر السكر	0.4	0.4	4.1-0.7	(N)
مسحوق العظام الخام	4.1-3.3	21.0	0.2	(N)
قش الحنطة السوداء	--	--	2.0	(C)
مخلفات الأسماك	6.5	3.8	--	(N)
الدم المجفف	14-10	5-1	--	(N)
مخلفات الزيتون	1.15	0.78	1.3	(N)
قش الشوفان	--	--	1.5	(C)
مخلفات المسطحات الخضراء	1.0	--	1.2	(N)
قش الشعير	--	--	1.0	(C)
مخلفات نبات الدخان	3.7-2.5	0.9-0.6	7.0-4.5	(C)
عروش نبات الطماطم	0.35	0.1	0.5	(C)
قش الجاودار	--	--	1.0	(C)
البرسيم	2.45	0.5	2.1	(N)
مخلفات الكاكاو (مصانع الشكولاتة)	1.0	1.5	1.7	(C)

Source: Martin and Gershuny (1992).

- **مخلفات يجب تجنب استخدامها في سماد الكمبوست**

من المعروف أنه غير مسموح في الزراعة العضوية استخدام مخلفات الإنسان Human faeces ومياه الصرف الصحي المعالج حتى لا يحدث تلوث للتربة بالعناصر الثقيلة التي يمكن أن تنتقل بدورها إلى النباتات والثمار، وبالنسبة لمحاصيل الخضر التي تؤكل طازجة وخاصة محاصيل الخضر الورقية التي تلامس التربة يمكن أن يحدث تلوث ميكروبي لها من سماد الكمبوست غير الناضج والمستخدم في تحضيره مخلفات الصرف الصحي، حيث يمكن أن يحتوي على بكتيريا التسمم الغذائي *Escherichia coli* وبالتالي تتسبب في مشاكل صحية للإنسان عند استهلاكها.

ومن أهم المخلفات الحيوانية التي يجب تجنب استخدامها عند تحضير سماد الكمبوست خاصة على مستوى المزارع الصغيرة أو الحدائق مخلفات الحيوانات المنزلية الأليفة كالقطط والكلاب، حيث يجب عدم استخدام هذه المخلفات في كومة الكمبوست. وبالرغم من أن بعض من هذه المخلفات تعتبر غنية بالعناصر الغذائية إلا أنه من الصعب تجميعها وتداولها واستخدامها في كومة الكمبوست كما أنها قد تكون حاملة لبعض الكائنات الدقيقة المرضة التي يمكن أن تتطفل على الإنسان ومثال على ذلك: مخلفات القطط التي تعتبر خطرة خصوصاً على النساء الحوامل والأطفال الصغار، حيث

شكل (17): آلة فرم المخلفات النباتية.

يحتوي براز القطط على نوع من الكائنات الأولية وحيدة الخلية وهي *Toxoplasma gondii* وهذه عند انتقالها إلى المرأة الحامل يمكن أن تنتقل إلى الجنين في بطن الأم مسببة أمراض بالمخ والأعين حيث قد تتسبب في فقدان البصر.

بالإضافة إلى ما سبق فمن الشائع أن يحتوي براز القطط والكلاب على نوع من الديدان الاسطوانية الطفيلية (النيماتودية) *Roundworm* التي تتسبب في أمراض مشابهة للأطفال ففي القطط يوجد النوع *Toxocara cati* أما الكلاب فيوجد بها النوع *Toxocara canis* أما براز الطيور المنزلية فيمكن أن يكون حامل للعديد من الأمراض الكامنة التي يمكن أن تنتقل للإنسان، كما قد يكون مخلوط بالبذور التي تتساقط من أقفاص تربية الطيور وهذه تحتوي على بذور الحشائش غير المرغوب فيها في كومة الكمبوست.

2. المعدات المستخدمة لبناء كومة سماد الكمبوست

يجب توفر بعض المعدات والأجهزة المعملية بموقع إنتاج سماد الكمبوست، وذلك لتجهيز المواد الأولية ومراقبة عملية التخمر والإنضاج واختبار جودة الكمبوست المنتج، وفيما يلي وصف لهذه المعدات والأجهزة:

- **آلة فرم المخلفات النباتية**

يجب تقطيع المخلفات النباتية إلى قطع صغيرة جداً بواسطة آلة فرم المخلفات النباتية Grinders and Shredders شكل (17)، بحيث لا يزيد طول القطعة عن 5سنتيمترات وقطرها عن واحد سنتيمتر، حيث تؤدي عملية تقطيع وطحن المخلفات إلى زيادة عملية التحلل الميكروبي نتيجة لزيادة الأسطح المعرضة لهذه الكائنات، كما يساعد ذلك أيضاً على زيادة معدل التهوية وحفظ الرطوبة بكومة السماد بالإضافة إلى سهولة تقليبها ونقلها.

- **آلة تقليب أو تدوير كومة سماد الكمبوست**

يستخدم لتقليب وتدوير كومة الكمبوست آلة معدة لذلك وهي Windrow Turner شكل (18)، حيث إن درجة حرارة كومة الكمبوست تستمر فوق 55 م لمدة أسبوعين عند إعداد الكمبوست الجيد ويتم تقليب كومة الكمبوست بمعدل خمس مرات خلال هذه المدة أي مرة كل ثلاثة أيام، وتعتبر عملية التقليب هذه ذات أهمية

قصوى حيث توجد مواد على طرف كومة الكمبوست أو في القمة لم يتم تحللها بعد وعند التقليب تنتقل هذه المواد إلى مركز الكومة فتتحلل. كما أن عملية تقليب كومة الكمبوست تعمل على وصول الحرارة في جميع أجزاء الكومة إلى درجة الحرارة القاتلة للميكروبات والنيماتودا والطفيليات المرضة للإنسان والنبات، بالإضافة إلى القضاء على بذور وريزومات الحشائش الضارة التي قد توجد في المخلفات النباتية أو الحيوانية المستخدمة في تحضير الكمبوست. وهنا يجب ملاحظة أن تقليب كومة الكمبوست يعمل على عدم رفع حرارة الكومة عن 70 م لأن ارتفاعها أكثر من ذلك يؤدي إلى قتل العديد من الميكروبات النافعة.

ولبناء كومة أو خطوط سماد الكمبوست windrow شكل (19)، يجب اختيار مكان مناسب بالمزرعة على أن يكون هذا المكان بعيد نسبياً عن الأماكن السكنية بالمزرعة وقريب من مصدر للمياه أو توضع خزانات مليئة بالمياه بالقرب من الكومة. وحجم كومة الكمبوست يجب أن يتراوح في العرض من 2.3 إلى 2.5 متر أما الارتفاع فيجب أن يتراوح من 1.2 إلى 1.5 متر، مع الوضع في الاعتبار أن حجم الكومة يجب ألا يزيد عن الحد الأقصى ولذلك يمكن القول بأن حجم كومة الكمبوست المثالي يكون بعرض 2 متر وارتفاع 1.5 متر، أما الطول فيكون تبعاً لكميات المواد الأولية (المخلفات النباتية والحيوانية) المتوفرة بالمزرعة.

وعملية إنتاج سماد الكمبوست يتم من خلال تحلل بيولوجي بفعل الكائنات الحية الدقيقة (الميكروبات) السائدة بالكومة السمادية لذلك لابد من توفير الظروف المثالية لهذه الكائنات لكي تقوم بدورها على الوجه الأكمل في تحليل الكومة السمادية التي تتكون من المخلفات النباتية والمخلفات الحيوانية إلى سماد كمبوست ذو مواصفات عالية الجودة من حيث ارتفاع محتواه من المادة العضوية والعناصر الغذائية. وعموماً المكونات الميكروبيولوجية لكومة السماد تتكون من البكتيريا والفطريات الشعاعية actinomycetes (وإن كان في واقع الأمر الفطريات الشعاعية هي نوع معين من البكتيريا) وغالبية الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تشكيل السماد هي هوائية النشاط aerobes لأنها تتطلب أو تعمل بشكل أفضل في وجود الأكسجين. والعديد من الصعوبات المرتبطة بتحلل المواد المكونة للكومة السمادية يمكن ارجاعها إلى مستويات الأوكسجين غير الكافية لدعم تحلل هذه المواد. كما تتطلب هذه الميكروبات بيئة رطبة حيث إنها تعيش في أفلام المياه المحيطة بجزيئات المواد العضوية، ومحتوى الرطوبة الأمثل لنشاط هذه الكائنات الحية الدقيقة هو 50-60 %.

شكل (18): آلة تدوير كومة الكمبوست.

شكل (19): خطوط سماد الكمبوست.

وجدير بالذكر أنه نتيجة لعمليات التحلل التي تحدث في كومة الكمبوست بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون وهو غاز ثقيل ولذلك يبقى في مركز كومة الكمبوست، ولذلك يجب عدم زيادة حجم كومة الكمبوست عن المدى المسموح به حيث يؤدي ذلك وجود تركيز عالي من غاز ثاني أكسيد الكربون في مركز الكومة، وهذا بدوره يتسبب في ضرر كبير من حيث قتل العديد من الكائنات الحية الدقيقة هوائية التنفس التي يعتمد عليها في عمليات تحلل مكونات كومة الكمبوست، حيث تقوم هذه الكائنات الدقيقة (الميكروبات) بتحويل العناصر المختلفة من الصور السامة وغير القابلة للامتصاص بواسطة النباتات إلى صور متاحة يمكن أن تتحصل عليها النباتات وتمتصها بسهولة من سماد الكمبوست.

ونبدأ في بناء كومة الكمبوست بوضع طبقة بارتفاع 20 سنتيمتراً من المخلفات النباتية الغنية بالكربون مثل: الأوراق والتبن والقش ونشارة الخشب وقطع الأخشاب الصغيرة وسيقان نباتات الذرة وحطب شجيرات القطن. بعد ذلك توضع طبقة بسمك 10 سنتيمتر من المواد الغنية بالنيتروجين مثل: النجيل الأخضر حديث القص والحشائش الخضراء ومخلفات الحدائق وروث الحيوانات (الأبقار والجاموس) وتكرر هذه العملية (20 سنتيمتر من المواد الغنية بالكربون ثم 10 سنتيمتر من المواد الغنية بالنيتروجين) حتى يصل ارتفاع الكومة إلى 1.5 متراً، مع ملاحظة الترطيب بالماء في كل مرة يتم فيها إضافة طبقة من هذه الطبقات، ثم يتم تغطية الكومة بتراب المزرعة ثم بالقش أو أوراق الموز أو الحشائش وذلك للمحافظة على حرارة الكومة. وهذه الكومة يتم رشها بالماء كل أسبوع على الأقل في الشتاء ومرتين أسبوعياً في الصيف مع تقليبها أو تدويرها بانتظام أو عند الحاجة. ويستدل على نضج كومة سماد الكمبوست بانخفاض درجة حرارة الكومة واختفاء رائحة الأمونيا وتحول سماد الكمبوست إلى اللون البني وكذلك وصول نسبة الكربون: النيتروجين عند مستوى (15-20) : 1 مما يدل على نضج سماد الكمبوست.

3. مراحل نضج سماد الكمبوست
Phases of Maturity Compost

هناك أربعة مراحل يمر بها سماد الكمبوست حتى يصل لمرحلة النضج ويصبح صالح للاستخدام في المزارع العضوية كما هو موضح في شكل (20)، وهذه المراحل الأربعة تستغرق من 45 إلى 60 يوم وهي كما يلي:

- **مرحلة متوسطة الحرارة Mesophilic phase**

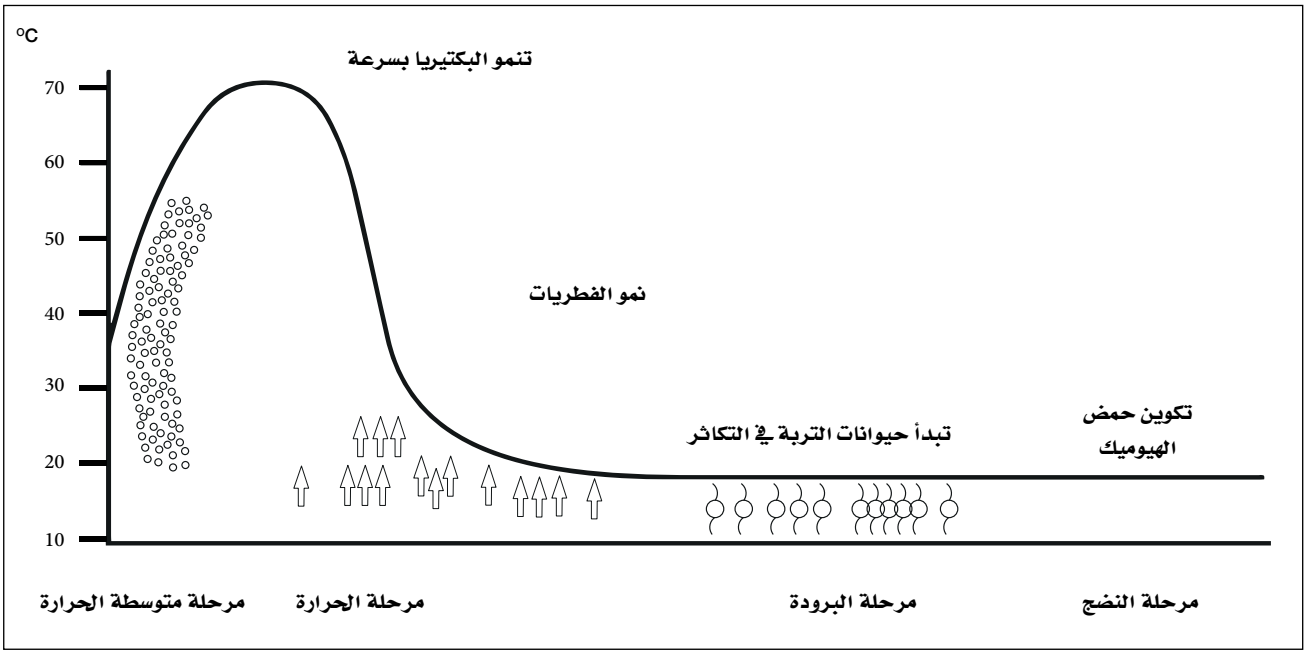
عندما نبدأ في تحضير كومة سماد الكمبوست العضوي تبدأ أعداد الفطريات والأكتينوميسيتات والبكتيريا التي تناسبها درجات الحرارة المعتدلة في التكاثر في درجات الحرارة المتوسطة ويطلق على هذه الكائنات الحية الدقيقة الميزوفيلية Mesophilic Microorganisms، ويتسبب ذلك في رفع درجة حرارة كتلة سماد الكمبوست لتصل إلى 40 – 44°م، وتعمل هذه الكائنات الدقيقة عند تحضير سماد الكمبوست على دمج الكربون مع الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والطاقة، حيث يستهلك جزء من الطاقة من قبل الكائنات الحية الدقيقة للتكاثر والنمو، وتنطلق بقية الطاقة في صورة حرارة، وهذا يحدث في المرحلة الأولى من عملية تحضير سماد الكمبوست حيث يبدأ تحلل المخلفات العضوية البسيطة سهلة التحلل.

- **مرحلة الحرارة Thermophilic phase**

بعد ذلك تبدأ المرحلة الثانية حيث ترتفع درجة حرارة كومة سماد الكمبوست ويبدأ نشاط الكائنات الحية الدقيقة المحبة للحرارة المرتفعة التي يطلق عليها Thermophilic Microorganisms حيث تنمو وتنشط البكتيريا والأكتينوميسيتات المتحوصلة، وتتم هذه المرحلة بسرعة إلى حد ما وخلال هذه المرحلة تتحلل المواد ذات الوزن الجزيئي الكبير مثل: النشا والدهون والبروتين وينتج عن ذلك ارتفاع رقم الـ pH نتيجة انطلاق الأمونيا من البروتينات. ويمكن لهذه المرحلة أن تستمر لأيام قليلة فقط أو أسابيع وقد تصل درجة الحرارة خلال هذه المرحلة إلى 60 – 70°م. وخلال هذه المرحلة يجب ألا ترتفع درجة حرارة كومة سماد الكمبوست عن 70°م لأن ارتفاعها أكثر من ذلك يؤدى إلى قتل العديد من الكائنات الحية الدقيقة النافعة، وهنا تأتي أهمية عملية تقليب وترطيب كومة سماد الكمبوست أثناء عملية التحضير.

- **مرحلة البرودة Cooling phase**

بعد حوالي ثلاثة أسابيع من إعداد كومة سماد الكمبوست تبدأ درجة حرارة الكومة في الانخفاض حتى تصل إلى درجة حرارة الجو من 20 – 30°م وتزداد الكائنات الحية الدقيقة الميزوفيلية تدريجياً حتى تظل ثابتة، ويبدأ نشاط الفطريات التي تهاجم المواد السليولوزية وبالتالي إعادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة المحبة للحرارة المعتدلة



شكل (20): مراحل نضج سماد الكمبوست.

وخلال هذه المرحلة تنخفض سرعة التحلل حيث يبدأ تحلل المواد الصعبة التحلل كاللجنين، ويطلق على هذه المرحلة مرحلة البرودة أو مرحلة هبوط النشاط.

- **مرحلة النضج Maturing phase**

وهذه هي المرحلة النهائية في عملية تحضير سماد الكمبوست ويطلق عليها مرحلة النضج، كما قد تسمى مرحلة المعالجة Curing stage وخلال هذه المرحلة يتكون الدبال والأحماض الدبالية مثل حمض الهيوميك وحمض الفولفيك وتنشط الكائنات الحية الدقيقة المكونة للمضادات الحيوية. وللإسراع من عملية التحلل البيولوجي هذه يمكن إضافة جزء من تربة زراعية خصبة أو معدن البنتونيت (الطفلة) Bentonite بنسبة تتراوح ما بين 4-10% من المواد المستخدمة في إعداد كومة السماد، حيث يشجع ذلك على زيادة نمو ونشاط الكائنات الحية الدقيقة وسرعة تكوين المواد الدبالية التي تكون مركباً معقداً مع معادن الطين، كما يمكن إضافة 10% من كمبوست ناضج للإسراع من عملية التحلل لما يحتويه من ميكروبات نشطة. بالإضافة إلى ما سبق فقد يضاف صخر الفوسفات Rock Phosphate كمصدر للفوسفور، كما أن إضافة صخر الفوسفات يقلل من فقد الأمونيا بتفاعل الأمونيوم مع الكبريتات وتكوين كبريتات الأمونيوم في الكومة، كما يمكن إضافة صخر الفلسبار المطحون Feldspar كمصدر للبوتاسيوم، الدولوميت المطحون Dolomite كمصدر للكالسيوم والمغنسيوم.

4. العوامل المؤثرة على سرعة تحلل المخلفات في الكمبوست

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على سرعة تحلل المخلفات المكونة لكومة الكمبوست، وفيما يلي سوف نستعرض أهم هذه العوامل والأجهزة المستخدمة لمراقبة تحلل المخلفات في الكمبوست:

- **حجم المخلفات النباتية**

كما سبق القول بأن حجم المخلفات النباتية يجب ألا يزيد طول القطعة بها عن خمس سنتيمترات وقطرها عن واحد سنتيمتر، وذلك باستخدام آلة فرم وتقطيع المخلفات النباتية، حيث تؤدي عملية تقطيع وطحن المخلفات إلى زيادة عملية التحلل الميكروبي نتيجة لزيادة الأسطح المعرضة لفعل الكائنات الحية الدقيقة بكومة الكمبوست، كما يساعد ذلك أيضاً على زيادة معدل التهوية وحفظ الرطوبة بكومة السماد بالإضافة إلى سهولة تقليبها ونقلها.

- **نسبة الكربون إلى النيتروجين في المخلفات الزراعية (ك / ن)**

المقصود هنا هو نسبة الكربون/النيتروجين (ك: ن) C/N ratio في المخلفات المستخدمة في تكوين كومة الكمبوست، ومن المعروف أن هذه النسبة تتراوح من (5: 1) إلى (500: 1) وذلك تبعاً لنوعية المخلفات النباتية المستخدمة. وتلعب نسبة الكربون إلى النيتروجين دوراً مهماً في عملية تحلل المادة العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، وتحول النيتروجين العضوي بها إلى نيتروجين معدني وهو ما يسمي بمعدنة النيتروجين العضوي Nitrogen Mineralization، فكلما كانت نسبة الكربون إلى النيتروجين واسعة بمعنى أن المادة العضوية تحتوي على نسبة عالية من الكربون ونسبة منخفضة من النيتروجين فإن الكائنات الحية الدقيقة لن تجد النيتروجين الكافي لنموها وسيكون تحلل المادة العضوية بطيئاً، كما أن ذلك يعني اختفاء لمعظم النيتروجين المعدني في المادة العضوية وتحوله إلى نيتروجين عضوي بداخل أجسام الكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي لا يكون هناك تحرر للأمونيا NH_3.

وجدير بالذكر أن زيادة الكربون في المادة العضوية أكبر من (33: 1)، سواء تلك الموجودة بالتربة أو المضافة من خلال التسميد العضوي للنباتات، قد يدفع الكائنات الدقيقة في التربة إلى استهلاك النيتروجين المعدني المتحلل من معادن التربة أو النيتروجين المعدني المضاف إلى التربة من خلال تحلل المواد العضوية وبالتالي سوف تعاني النباتات النامية تحت هذه الظروف من نقص النيتروجين الصالح للامتصاص، أما إذا انخفضت نسبة الكربون إلى النيتروجين في المادة العضوية عن (8.5: 1) فإن تحلل المادة العضوية سوف يتوقف.

وعلى سبيل المثال نجد أن مخلفات محاصيل النجيليات مثل: القمح والشعير وغيرها تحتوي على نسبة عالية من الكربون ونسبة منخفضة من النيتروجين تصل إلى (100–200) : 1 أي أن نسبة الكربون إلى النيتروجين تكون متسعة، وعليه فإن الكائنات الحية الدقيقة لن تجد النيتروجين الكافي لنموها وبناء أنسجتها وسيكون تحلل المخلفات بكومة سماد الكمبوست بطيئاً جداً، أما في حالة مخلفات محاصيل البقوليات فإن نسبة الكربون إلى النيتروجين تكون ضيقة حيث تصل إلى (20 : 1) وبالتالي ستجد الكائنات الحية الدقيقة احتياجاتها من النيتروجين اللازم لنموها مما يسرع من تحلل المخلفات وسرعة إعداد سماد الكمبوست، وبالتالي يؤدي ذلك إلى الإسراع في عملية معدنة النيتروجين العضوي وتحوله إلى نيتروجين معدني صالح للامتصاص بواسطة النباتات.

وقد وجد أن نسبة الكربون إلى النيتروجين (ك: ن) في المخلفات الزراعية المستخدمة في كومة الكمبوست يجب أن تتراوح بين (25–30): 1 وذلك لتوفير معيشة جيدة للكائنات الحية الدقيقة لتقوم بدورها في تحليل المواد العضوية المعقدة إلى مواد بسيطة وفي وقت قصير نسبياً، حيث يزداد نشاط هذه الكائنات الحية الدقيقة عندما تحتوي هذه المخلفات على نسبة نتروجين عالية، حيث يعتبر النيتروجين ضرورياً لنمو هذه الكائنات في حين أن الكربون هو مصدر الطاقة لها لذا فإن نسبة الكربون للنيتروجين مهمة.

وجدير بالذكر أن نسبة الكربون إلى النيتروجين (ك: ن) في كومة الكمبوست تقل أثناء عملية التحلل ولابد من أن نحافظ على هذه النسبة أثناء تلك العملية، ومن مواصفات الكمبوست الجيد الناضج ألا تزيد نسبة الكربون إلى النيتروجين به عن (18–20): 1. وفي حالة استخدام مخلفات نباتية بها نسبة عالية من الكربون مثل: قش الأرز أو القمح أو نشارة الخشب يفضل إضافة مخلفات بقولية ومخلفات حظائر حيوانية حتى يتم رفع نسبة النيتروجين في الكومة.

- **درجة الحرارة**

أثناء عملية التحلل لمكونات كومة الكمبوست تنطلق الحرارة مما يؤدى إلى رفع درجة حرارة الكومة، ولقد وجد أن المواد الخام التي تتكون منها كومة الكمبوست لها قدرة عالية على الاحتفاظ بالحرارة، والحرارة المناسبة أثناء عملية تحلل هذه المكونات يجب أن تتراوح بين 55 إلى 60 درجة مئوية وهذه الدرجة يجب أن تستمر على طول الكومة خلال مرحلة النشاط والتي يطلق عليها The active composting stage ويجب الاحتفاظ بها لمدة أسبوعين حيث يؤدي ذلك إلى نشاط البكتيريا المحبة للحرارة كما أن هذه الدرجة تؤدي إلى قتل بذور الحشائش إن وجدت بالكومة السمادية وكذلك القضاء على الديدان الثعبانية (النيماتودا) ومسببات الأمراض النباتية (سواء البكتيرية أو الفطرية)، وبالتالي فإن الكمبوست الناتج يكون خالياً من المسببات المرضية والطفيليات وبذور الحشائش. ودرجة الحرارة المناسبة هذه يمكن الحصول عليها أثناء عملية إنتاج سماد الكمبوست عن طريق

عملية تقليب كومة السماد كل 4 أيام وكذلك توفير نسبة الكربون إلى النيتروجين (ك : ن) المناسبة وهي (25 : 1). ويجب أن نقوم بقياس درجة الحرارة بكومة سماد الكمبوست باستمرار وذلك باستخدام جهاز Long Stem Dial Thermometer، الموضح في شكل (21)، وهو جهاز لقياس درجة الحرارة ذو ذراع معدنية طويلة (طولها حوالي متر) ويجب أن يتم قياس درجة الحرارة بطول كومة الكمبوست كل 15 متر حيث يعكس هذا مدى النشاط الفعلي بكل الكومة السمادية. ويمكن أن نقوم بتعديل درجة الحرارة عند الحاجة لذلك عن طريق ترطيب كومة الكمبوست بإضافة الماء للكومة.

وبعد أن تبدأ درجة حرارة الكومة في الانخفاض يجب أن يتم أخذ عينة عشوائية وممثلة لكومة الكمبوست لمعرفة ما تحتويه من العناصر، حيث إنه بإمكاننا أن نقوم بتعديل نسبة الفوسفور أو البوتاسيوم أو رقم الحموضة (pH) أو المغنسيوم وذلك بإضافة بعض المواد الطبيعية التي سيأتي الحديث عنها لاحقاً والمسموح باستخدامها في الزراعة العضوية. ويتم إضافة هذه المواد إلى كومة الكمبوست بمعدلات ثابتة، ثم يتم تقليبها في الكومة على أن يتم رش الكومة بالماء ثم تترك الكومة لحوالي شهر حتى تنضج، حيث تقوم الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الكمبوست بتيسير هذه العناصر المضافة وجعلها صالحة للامتصاص بواسطة النباتات.

- **التهوية**

من المعروف أن إنتاج الكمبوست يتم تحت الظروف الهوائية، وعليه فإن توفر الأوكسجين بكومة الكمبوست يعتبر عامل هام ومؤثر على نشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بعملية التحلل. ولقد وجد أن نسبة الأوكسجين بالكومة يجب ألا تقل عن 5 %، لذلك يجب تقليب الكومة السمادية كل 4 أيام تقريباً وذلك لتهويتها وتوفير الأوكسجين اللازم لعملية تحلل المخلفات. ويجب توفر جهاز لقياس نسبة الأوكسجين بالكومة Oxygen meter، الموضح في شكل (22).

- **الرطوبة**

يجب توفير رطوبة مناسبة في كومة سماد الكمبوست حيث إنها عامل هام لنمو ونشاط الكائنات الحية الدقيقة بالكومة لتقوم بعملية تحليل المخلفات، حيث يؤدى انخفاض الرطوبة بكومة الكمبوست إلى تثبيط نمو البكتيريا المسؤولة عن التحلل وزيادة نمو الفطريات على سطح الكومة وليس داخلها وبالتالي تقل سرعة تحلل المخلفات كما يحدث

شكل (21): Long Stem Dial Thermometer

فقد لنواتج التحلل. هذا ويجب توفر جهاز لقياس نسبة الرطوبة بالكومة لكي نحافظ على الدرجة المثلى للرطوبة اللازمة لإتمام عملية تحلل المخلفات.

ويوضح شكل (23) جهاز قياس نسبة الرطوبة بالكمبوست Moisture detection equipment وقد وجد أن النسبة المئوية المثلى للرطوبة الواجب توفرها بالكومة يجب أن تتراوح ما بين 40 – 60 %، حيث إن انخفاض الرطوبة عن 40% يؤدى إلى تقليل نشاط الكائنات الحية الدقيقة بالكومة وكذلك زيادتها عن 65 % يؤدى إلى قلة الأوكسجين المتوفر بالكومة وبالتالي قلة نشاط الكائنات المسؤولة عن

شكل (22): Oxygen Meter

التحلل، ويمكن توفير هذه الرطوبة المناسبة عن طريق رش كومة المخلفات عند بنائها لإنتاج سماد الكمبوست، ثم نعاود ترطيب الكومة برشها بالماء على الأقل مرة كل أسبوع مع ملاحظة عدم إغراق الكومة بالماء حتى لا يتسبب ذلك في قلة الأوكسجين بالكومة مما يتسبب في توفر الظروف اللاهوائية غير المناسبة لإتمام عملية تحلل المخلفات بالكومة، كما أن إغراق الكومة بالماء يؤدى إلى إذابة وفقد العناصر الغذائية المتكونة بالكومة ويمكن قياس الرطوبة في كومة الكمبوست باستخدام جهاز Moisture Meter، الموضح في شكل (23).

كما يمكن إجراء اختبار حقلي بسيط لمعرفة إذا ما كانت الرطوبة الموجودة بالكومة عند الدرجة المثلى، وذلك عن طريق أخذ كمية من كومة الكمبوست في كف اليد والضغط عليها فإذا ما أبتل باطن كف اليد بالماء فهذا يعنى توفر الرطوبة المناسبة لإتمام عملية التحلل، ولكن إذا لم يبتل فهذا معناه أن الكومة جافة والرطوبة الموجودة بها غير كافية، شكل (25)، وهنا يجب ترطيب الكومة برشها بالماء لرفع نسبة الرطوبة بها.

- **درجة الحموضة (pH)**

درجة الحموضة (تركيز أيون الهيدروجين pH) من العوامل المؤثرة على عملية التحلل في كومة الكمبوست، وعلى الرغم من أن الكائنات الحية الدقيقة المسئولة عن تحليل المخلفات في كومة الكمبوست تعمل في مدى واسع من الحموضة (pH) 5.5 – 9.0 إلا أنه يفضل أن يتراوح رقم (pH) بين 6.5 – 8.0 وإذا انخفض رقم (pH) عن ذلك يفضل إضافة كربونات الكالسيوم إلى الكومة أما إذا ارتفع رقم (pH) عن ذلك فيمكن إضافة الكبريت الزراعي إلى كومة الكمبوست. وعموماً فإن درجة الحموضة (pH) تنخفض في كومة الكمبوست في الأيام الأولى لعملية تصنيع سماد الكمبوست ثم ترتفع بارتفاع درجة الحرارة، ثم يعود رقم (pH) في الانخفاض مع نضج سماد الكمبوست. ويمكن قياس ذلك بواسطة جهاز pH Meter الموضح في شكل (24).

- **التلقيح بالكائنات الحية الدقيقة**

لكي نسرع من عملية إنتاج سماد الكمبوست، يمكن إضافة 2 % من الكمبوست القديم المتحلل الذي يعمل كخميرة بما يحتويه من كائنات حية دقيقة لازمة للإسراع من عملية تحلل مكونات كومة الكمبوست.

شكل (23): Moisture Meter

- **نسبة اللجنين في المكونات**

وجد أن المخلفات المستخدمة في كومة الكمبوست التي تحتوي على نسبة عالية من اللجنين مثل: مخلفات فروع الأشجار والناتجة من عملية التقليم، تحتاج إلى إضافة Ligninolytic fungi للإسراع من تحللها وضمان تحلل اللجنين. بالإضافة إلى ذلك فإنه يمكن إضافة مخلوط من الطحالب البنية التي تساعد على سرعة التحلل مع احتواء مادة الطحالب على عناصر كبرى وصغرى وفيتامينات

شكل (24): pH Meter

ومنشطات نمو، مما يرفع من قيمة الكمبوست الناتج. ويوضح جدول (28) ملخص للعوامل التي يجب توفرها لسرعة إتمام عملية إنضاج سماد الكمبوست.

جدول (28): أهم العوامل التي يجب توفرها في كومة سماد الكمبوست لسرعة إتمام عملية إنضاج الكمبوست.

العامل	المدى المقبول	المدى المفضل
نسبة (ك : ن)	(1 : 20) - (1 : 40)	(1 : 25) - (1 : 30)
الرطوبة	40 – 60 %	50 – 60 %
الأوكسجين	< 5 %	< 12 %
الأس الهيدروجيني (pH)	5.5 – 8.5	6.5 – 8.0
درجة الحرارة	45 – 65 درجة مئوية	55 – 60 درجة مئوية
حجم حبيبات المخلفات	1 – 5 سم	1 – 2.5 سم

5. معايير التأكد من نضج سماد الكمبوست Maturity of Compost

التأكد من نضج سماد الكمبوست أمر بالغ الأهمية وهناك معايير مهمة تساعدنا على التأكد من إنتاج كمبوست ناضج لتحقيق الهدف من استعماله. وقد ذكر Haga (1990) أنه يمكن التأكد من ذلك من خلال دراسة عدة مؤشرات مثل معدل استهلاك الأوكسجين الحيوي Biological Oxygen Demand (BOD)، والأحماض الدهنية المتطايرة Volatile Fatty Acids (VFA)، ونسبة النيتريت، ونسبة السكريات المختزلة، ونسبة (C/N) الكربون/نيتروجين واختبار الإنبات. وجدير بالذكر أنه عند استخدام المنتج النهائي من الكمبوست الناضج يجب أن نعرف محتواه من العناصر الغذائية، ونسبة وجود المعادن الثقيلة أو المواد السامة للنباتات. ومحتوي السماد من المادة العضوية (الدبال) يمكن أن يكون من المعايير الهامة للحكم على نضج سماد الكمبوست. وعموماً فإن وضع معايير ثابتة للتأكد من خصائص السماد العضوي (الكمبوست) في معظم الحالات لا تتوفر بالرغم من الاهتمام الذي يوليه الجميع لذلك. وقد أقترح Anthonis (1994) بعض المعايير الدالة على نضج سماد الكمبوست كما هو موضح في جدول (29). كما اقترح Gaur (2006) بعض المعايير للتقييم السريع لنضج ومراقبة جودة

شكل (25): اختبار حقلي يوضح مدى توفر الرطوبة المناسبة في سماد الكمبوست لإتمام عملية التحلل.

سماد الكمبوست كما هو موضح في جدول (30).

ويشمل ذلك رصد الرقم الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، والرطوبة، والرائحة وغيرها، وذلك في جميع مراحل عملية تحضير الكمبوست وعلى فترات دورية. بالإضافة إلى ذلك ينبغي تحديد نسبة الكربون العضوي والدبال والنيتروجين، وكذلك يجب معرفة تأثير السماد الناضج على نمو النبات.

جدول (29): المعايير المقترحة والدالة على نضج سماد الكمبوست.

المحتوي من العناصر الغذائية	النيتروجين	1–3%
	الفوسفور	1.5–3%
	البوتاسيوم	1–5%
نسبة الرطوبة	15-25%	
الكربون العضوي	على الأقل 20%	
نسبة الكربون / النيتروجين	1 : (10-20)	
pH	6.5-7.5	

Source: Anthonis (1994).

جدول (30): بعض المعايير السريعة لتقييم نضج ومراقبة جودة سماد الكمبوست.

فيزيائياً (طبيعياً)	كيميائياً	بيولوجياً
حجم الحبيبات *	درجة الحموضة pH *#	الميكروبات *#
اللون *	الملوحة *#	الديدان الحلقية
الرطوبة*	الكربون/نيتروجين *#	الديدان
المسامية	النيتروجين *#	الكولومبولا
الكثافة الظاهرية	الكبريت *	الكائنات الحية الدقيقة الهوائية
القدرة على الاحتفاظ بالمياه	العناصر الثقيلة ومتبقيات المبيدات	الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية
درجة الحرارة *	العناصر الغذائية النباتية	الكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي تنمو في درجات الحرارة العالية
مجموع المواد الصلبة	السيليلوز واللجنين	الميكروبات الممرضة #
المواد الصلبة المتطايرة	البروتين والدبال	اختبار فطر *Verticillium*
الرماد	محتوى الأحماض العضوية	الأميبا
	التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء وتحليل المياه المستخرجة*	اختبار استجابة نمو النبات

Source: Gaur (2006). *منتظم # لمراقبة الجودة

وبناء على ما سبق فإنه لمراقبة إنتاج وجودة تصنيع سماد الكمبوست يجب توفر الأجهزة التالية:

- جهاز قياس درجة الحرارة بكومة الكمبوست Long Stem Dial Thermometer
- جهاز قياس درجة الرطوبة Moisture Detection Equipment
- جهاز قياس الأس الهيدروجيني (الحموضة) pH Meter
- جهاز قياس نسبة الأوكسجين Oxygen Meter
- جهاز قياس نسبة النيتروجين Nitrogen Meter

وتستخدم هذه الأجهزة لمراقبة كفاءة وسرعة اتمام عملية تصنيع الكمبوست حيث إنه لابد من توفر ظروف بيئية مناسبة لنحصل على كمبوست ناضج وجيد، وهذه الظروف البيئية يجب تثبيتها ولذلك علينا أن نستمر في مراقبتها طوال عملية تحضير وإنضاج سماد الكمبوست، وهنا يأتي الحديث عن مراقبة الجودة لسماد الكمبوست.

6. مراقبة الجودة لسماد الكمبوست
Quality Control of Compost

المواصفات القياسية لسماد الكمبوست تمر على أساس إمداد التربة بالمادة العضوية. ولا توجد معايير ثابتة أو قواعد لمحتوي الكمبوست من العناصر الغذائية. سماد الكمبوست المستخدم في الزراعة العضوية لابد أن يكون معلوم المصدر وتشير المواصفات إلى المنشأ، والتركيب الكيميائي له، والمواد الخام المستخدمة في إنتاجه يجب تحديد مصدرها. كما أن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للسماد تختلف تبعاً لنوع المواد الخام المستخدمة في

عملية إنتاج الكمبوست مثل: المخلفات الزراعية أو البلدية أو الصناعية. وقد اقترحت العديد من الأساليب والطرق، التي سبق ذكرها، لتقييم نضج ومراقبة الجودة لسماد الكمبوست، التي يمكن توضيحها في الطرق التالية:

- **الطرق الكيميائية**

والطرق الكيميائية في كثير من الأحيان يمكن اجرائها بسرعة وفي وقت قليل نسبياً، وتتضمن ما يلي:

نسبة الكربون / النيتروجين

كما سبق القول بأن نسبة الكربون/النيتروجين هي لبنات بناء الخلايا النباتية والحيوانية وأنها مهمة في النشاط الميكروبي، وبالتالي فإنها هي المعايير الأكثر دراسة خلال عملية إنضاج الكمبوست. وعندما تكون نسبة الكربون/النيتروجين 20 : 1 يدل ذلك على أن سماد الكمبوست ناضج ومستقر.

النيتروجين

وهنا لا يجب أن نراقب نسبة النيتروجين الكلي فقط ولكن أيضاً التغييرات في الأمونيا والنتريت والنترات كمؤشرات لنضج سماد الكمبوست، أن وجود الأمونيا يدل أن السماد لم يتم انضاجه بعد، بينما وجود النترات يدل أن سماد الكمبوست ناضج بشكل جيد.

درجة الحموضة pH

يحدث تغير في الرقم الهيدروجيني pH أثناء فترة إنضاج سماد الكمبوست، وقد اعتبر ذلك كمؤشر محتمل للنضج السماد. عموما، تنخفض درجة الحموضة خلال الفترة الأولى من إعداد سماد الكمبوست ثم تزيد حتى تصل من 6.5 إلى 8، وقد وجد أن قيم الرقم الهيدروجيني الحامضي تشير إلى عدم النضج بسبب قصر الوقت في الإعداد أو حدوث ظروف لا هوائية. ولو أنه غالباً عند إعداد الكمبوست باستخدام مواد أولية ذات درجة حموضة عالية (pH) منخفض مثل (العنب، تفل التفاح، التوت البري)، نجد أنه خلال فترة الإعداد يبقى الكمبوست حامضي حتى في ظل الظروف الهوائية لفترة طويلة من الزمن، ويستخدم هنا جهاز قياس الأس الهيدروجيني (الحموضة) pH Meter.

- **الطرق الفيزيائية**

درجات الحرارة

لابد من تسجيل درجة الحرارة خلال إعداد سماد الكمبوست في المراحل المختلفة من تحلل مكونات كومة الكمبوست. وعند نضج سماد الكمبوست يجب ألا تزيد درجة حرارة الكمبوست عن 5 م أعلى من درجة حرارة الجو المحيط بكومة الكمبوست. وكما ذكرنا سابقاً يتم قياس درجة الحرارة بكومة الكمبوست باستخدام جهاز قياس درجة الحرارة بكومة الكمبوست Long Stem Dial Thermometer.

اللون والرائحة

اللون والرائحة والثقل النوعي وهيكل وبنية حبيبات الكمبوست وكثافة الكمبوست من أهم الطرق الفزيائية لتقييم نضج سماد الكمبوست. وعموماً يجب أن يكون السماد الناضج غير متبلور، ولونه بين البني الداكن إلى اللون الأسود بغض النظر عن المواد الخام المستخدمة في تحضير سماد الكمبوست. والسماد الناضج يجب أن يكون ذات رائحة مقبولة وغير منفرة، مثل رائحة التربة في الغابات، وهذه الرائحة النموذجية يكتسبها الكمبوست من الفطريات والفطريات الشعاعية actinomycetes، ورائحة التربة هي في المقام الأول نتيجة لاثنين من الغازات هما: 2-methylisoborneol، geosmin الناتجة كمنتجات ثانوية من الفطريات والفطريات الشعاعية. وبناءً عليه إذا وجد هاذين الغازين في السماد فمن الممكن أن تستخدم لتحديد نضج سماد الكمبوست.

ويعتبر معيار الرائحة واللون من المعايير الهامة والسهلة للتقييم الدقيق لنضج سماد الكمبوست. أما معيار الثقل النوعي فقد وجد أنه يزيد خلال عملية تحضير سماد الكمبوست وعليه يكون من الصعب قياسه بدقة، وقد وجد أن الثقل النوعي في الكمبوست الناضج يتراوح بين 0.5-0.9 جرام/سم^3 ويعتبر هذا مدى واسع، وبناء عليه فإن هذا المعيار لا يمكن الاعتماد عليه لتقييم نضج سماد الكمبوست. أما بالنسبة لحجم الحبيبات فإن الكمبوست الناضج ذو الجودة العالية يتراوح حجم الحبيبات به من 1-15 ملليمتر وتمثل الحبيبات الكبيرة به أي أكبر من 40 جم أقل من 5 %.

- **الاختبارات الميكروبيولوجية**

هنـاك بعض الاختبـارات ذات العلاقـة بنشـاط الميكروبـات في كومـة سـماد الكمبوسـت ومـن هـذه الاختبـارات نسـبة ثـاني أكسـيد الكربـون، والأوكسـجين، والتغيـرات التـي تحـدث في تعـداد الميكروبـات المختلفـة مثل: الفطريـات، والفطريـات الشـعاعية، والبكتيريـا وغيرهـا، وكذلـك اختبارات النشاط الإنزيمي.

وسـماد الكمبوسـت الناضـج يجـب ألا يحتـوي علـى أي مـن الميكروبـات الممرضـة للإنسـان أو الحيـوان. ولقد وجد أن أغلب الميكروبات الممرضة للإنســان والحيـوان تمـوت عنـد تعريضهـا لدرجــة حــرارة أعلـى مـن 55° م. لمـدة ثلاثـة أيـام، فيمـا عـدا بعـض الميكروبـات المقاومـة للحـرارة مثـل: *Clostridium perfringens* and *C. botulinum* وكذلـك حويصلات وبيض البروتوزوا والديدان الطفيلية.

ويوضـح جـدول (31) درجـات الحـرارة اللازمـة للقضـاء علـى العديـد مـن الميكروبات الممرضة للإنسـان والتي قد تتواجد في كومة سماد الكمبوسـت. وعمومـاً يجب أن تتحقق الشروط التالية في سماد الكمبوست:

* يجـب أن تكـون بكتيريـا القولـون البرازيـة أقـل مـن MPN 1000 لـكل جرام من المواد الصلبة محسوبة على أساس الوزن الجاف، ويستخدم طريقة أكبر عدد محتمل Most Probable Number.

* السـالمونيلا *Salmonella* sp. يجـب أن تكـون أقـل مـن MPN 3 لكل 4 جرام من المواد الصلبة محسوبة على أساس الوزن الجاف.

- **اختبارات الإنبات**

أوضـح العـالم Gaur (1982) أن إجـراء اختبـارات الإنبـات لتقييـم نضـج سـماد الكمبوسـت تعطـي الجـواب النهائـي علـى نضـج سـماد الكمبوسـت مـن عدمـه، ويمكـن إجـراء هـذه الاختبـارات علـى نباتـات مناسـبة وكاشـفة مثل: نبـات الخـردل الـذي يعطـي النتائـج في غضـون خمسـة أيـام مـن الزراعـة. ولقـد أقـترح Gaur (2006) بعض المواصفـات القياسـية لتقييـم جـودة ونضـج سـماد الكمبوسـت، كمـا هـو موضح في جدول (32).

وجديـر بالذكـر أن هنـاك طـرق عديـدة لتقييـم نضـج سـماد الكمبوسـت، ويوضـح جـدول (33) المواصفـات القياسـية الدالـة علـى نضـج سـماد الكمبوسـت. ويمكـن اختيـار الأسـاليب الفيزيائيـة والكيميائيـة والبيولوجية السابق ذكرها للحكم على نضج سماد الكمبوست.

جدول (31): درجة الحرارة والمدة اللازمة للقضاء على الكائنات المرضة في كومة سماد الكمبوست.

الكائن الممرض	اسم المرض	درجة الحرارة المميتة
بكتيريا *Salmonella typhosa*	التيفويد	لا تعيش على درجة حرارة أكثر من 46°م. تموت خلال ساعة على درجة 55 – 60°م. تموت خلال 20 دقيقة على درجة 60°م.
بكتيريا *Escherichia coli* Shigella spp.	التسمم الغذائي	تموت خلال 15 دقيقة على درجة 60°م.
بكتيريا *Mycobacterium tuberculosis* var. *hominis*	السل	تموت خلال 20 دقيقة على درجة 60°م.
بكتيريا *Corynebacterium diphtheriae*	الدفتيريا	تموت خلال 45 دقيقة على درجة 55°م
بكتيريا *Clostridium perfringens*	التسمم الغذائي الغرغرينا	-----
بكتيريا *Clostridium botulinum*	الشلل الرخو للعضلات	-----
بكتيريا *Listeria monocytogenes*	الالتهاب السحائي	-----
حويصلات الأميبا *Entamoeba histolytica*	الدوسنتاريا الأميبية	تموت خلال دقائق قليلة على درجة 45°م. تموت خلال ثواني قليلة على درجة 55°م.
الديدان الشريطية Tapeworm الديدان الخطافية Hookworm	الأنيميا الأنيميا	تموت بسرعة على درجة 55°م.
بيض ديدان الإسكارس *Ascaris lumbricoides*	اليرقات تمتص الدم	يموت خلال ساعة على حرارة أكبر من 50°م.

Source: Gaur (2006).

جدول (32): معايير نضج وجودة سماد الكمبوست.

المواصفات	كمبوست جيد	كمبوست رديء
اللون	بني إلى أسود	يختلف
الرائحة	مقبولة (رائحة التراب)	رائحة غير مقبولة
pH	8.0-6.5	<6 أو >8
الكربون / النيتروجين	1 : (20-10)	1 : (<10 أو >20)
درجة الحرارة	30 - 45 °م	<45 °م
الرطوبة	30-25 %	<30 %
الدبال	<4 %	>4 %
نمو النبات	نمو جيد	تثبيط النمو
النيتروجين	<1.25	>1 %

جدول (33): المواصفات القياسية الدالة على نضج سماد الكمبوست.

اللون	بني غامق
الرائحة	رائحة التراب (رائحة مقبولة)
القوام	اسفنجي
الرطوبة	30-25 %
pH	أقل من 8 (8-6.5)
درجة الحرارة	لا تزيد عن 5 °م أعلى من درجة حرارة الجو المحيط بكومة الكمبوست
ثاني أكسيد الكربون CO_2	صفر - 1 %
الأوكسجين O_2	20-19 %
النيتروجين الكلي	1.2-0.8 %
الأمونيوم NH_4	0.5 جزء في المليون لا يزيد عن 2 جزء في المليون

النترات NO_3	في الصيف لا يزيد عن 300 جزء في المليون في الشتاء لا يزيد عن 100 جزء في المليون
النيتريت NO_2	لا يوجد
المادة العضوية	22-16 %
الكربون العضوي	15-10 %
الرماد	لا يزيد عن 70 %
الفوسفور الكلي	لا يقل عن 0.8 %
البوتاسيوم الكلي	لا يقل عن 1.0 %
نسبة الكربون / النيتروجين	1 : (20-18)
الكثافة الكلية	600 - 700 كجم/م^3

7. تخزين سماد الكمبوست الناضج

Storage of Mature Compost

يجب تخزين الكمبوست الناضج في أماكن مظللة ذات سقف وذلك للمحافظة على الكمبوست وحمايته من جميع التقلبات الجوية كالأمطار وأشعة الشمس حتى لا تفقد العناصر الغذائية الموجودة بالكمبوست. وفي حالة عدم توفر مكان مظلل في المزرعة لحفظ الكمبوست الناضج، يمكن أن يتم تغطية كومة الكمبوست الناضج بالبلاستيك أو القش وذلك يعتبر كافي بالنسبة للمزارع المتواجدة بالمناطق الجافة. وعند استخدام البلاستيك لتغطية كومة الكمبوست الناضج لابد من القيام بتهوية الكومة عن طريق رفع غطاء البلاستيك من وقت لآخر لكي نسمح للأكسجين أن يدخل إلى كومة الكمبوست، وبمعنى آخر لكي يتنفس الكمبوست. كما يمكن أن نقوم بتخزين كومة الكمبوست الناضج عن طريق تغطيتها بالتربة.

وجدير بالذكر أنه خلال فترة تخزين الكمبوست الناضج للاستعمال لابد من أن تبقى كومة الكمبوست رطبة ولكن لا تحتوي على نسبة عالية من الماء. وعموماً فإنه من الأفضل عدم تخزين الكمبوست لفترة طويلة حتى لا تفقد العناصر الغذائية الذائبة به خاصة النيتروجين وحتى لا تكون مأوى للآفات الضارة.

8. تعديل نسبة النيتروجين في الكمبوست

Amendment of Nitrogen in the Compost

من المعروف أن نسبة النيتروجين في سماد الكمبوست الناضج تكون في حدود 1.2 إلى 1.5% ولكن هناك بعض المحاصيل تحتاج إلى نسبة عالية من النيتروجين في بداية حياتها مثل: محاصيل الخضروات بالصوب والبطاطس والفراولة ولذلك فإننا نحتاج لتعديل ورفع هذه النسبة من النيتروجين. وهنا يمكن إضافة بعض المواد الغنية بالنيتروجين مثل: كمبوست زرق سبلة الدواجن (يحتوي على 2 إلى 2.5 % نيتروجين) أو مسحوق ريش الدواجن (يحتوي على 10 % نيتروجين) وتضاف هذه المواد لسماد الكمبوست قبل استعمال الكمبوست مباشرة. كما قد يضاف السماد العضوي أجروبيوسول AgroBiosol بمعدل 5 – 10 كجم/م^3 من الكمبوست، حيث يحتوي هذا السماد العضوي من 6 – 8 % نيتروجين.

9. معدلات استخدام سماد الكمبوست

Compost Usage Rates

يستخدم سماد الكمبوست الناضج بمعدل 10 – 20 متر مكعب (حوالي 5 – 10 طن) للفدان سنوياً في حاله المحاصيل الحقلية أو الخضروات الكثيفة أثناء خدمة الارض وقبل الحرثة الأخيرة ويجب أن يتم تقليب سماد الكمبوست مباشره بالتربة وعدم تركه معرضاً للشمس. أما بالنسبة لأشجار الفاكهة فمعدلات إضافة سماد الكمبوست سنوياً تختلف من نوع لآخر، ففي أشجار التفاح والكمثري والخوخ يستخدم بمعدل 10 م^3 / فدان (حوالي 5 طن) للأشجار من عمر 1 – 3 سنوات ثم تزداد هذه الكمية حتى 20 م^3 / فدان (حوالي 10 طن) للأشجار التي عمرها أكبر من 6 سنوات، أما أشجار التين فيستخدم بمعدل 30 م^3 / فدان، أما أشجار الزيتون فيستخدم بمعدل 7 م^3 / فدان للأشجار من عمر 1 – 3 سنوات ثم تزداد هذه الكمية حتى 12 م^3 / فدان للأشجار التي عمرها أكبر من 6 سنوات، أما أشجار العنب فيستخدم بمعدل 5 م^3 / فدان للأشجار من عمر 1 – 2 سنوات ثم تزداد هذه الكمية حتى 10 م^3 / فدان للأشجار التي عمرها أكبر من 5 سنوات، أما أشجار المانجو فيستخدم بمعدل 8 م^3 / فدان للأشجار من عمر 1 – 4 سنوات ثم تزداد هذه الكمية حتى 15 م^3 / فدان للأشجار التي عمرها أكبر من 10 سنوات، أما أشجار الموز فيستخدم بمعدل 60 م^3 / فدان.

10. الإضافات المعدنية المسموح باستخدامها مع سماد الكمبوست في الزراعة العضوية

تسمح نظم الزراعة العضوية باستخدام الكثير من الصخور والمعادن الطبيعية، حيث تتميز هذه الصخور والمعادن باحتوائها غالباً على تركيز عالي من بعض العناصر الكبرى مع وجود كميات مختلفة من العناصر الصغرى، وتستخدم هذه الصخور أو المعادن كإضافات عند تحضير سماد الكمبوست أو مباشرة في التربة عند الزراعة. واستعمال هذه الصخور يكون لتحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية وزيادة محتواها من العناصر الغذائية حيث إن مثل هذه الخامات الطبيعية التي يتم إضافتها في صورة مسحوق ناعم للتربة أو إلى كومة سماد الكمبوست، وبوجود المادة العضوية والنشاط الحيوي ودرجة الحرارة العالية والرطوبة يسرع من التحلل وانطلاق العناصر الغذائية منها في صورة صالحة وميسرة للامتصاص

بواسطة النباتات. ومن المعروف أن الصخور والمعادن تختلف في محتواها من العناصر ومدى ذوبانها وانطلاق العناصر منها. وجدير بالذكر أن نسبة الإضافات المختلفة من المعادن والصخور الطبيعية مثل: صخر الفوسفات والفلسبارات والكبريت الزراعي وغيرها إلى كومة الكمبوست تمثل حوالي 5%. ويوضح جدول (34) النسبة المئوية لمكونات كومة الكمبوست من المخلفات النباتية والمخلفات الحيوانية والإضافات المختلفة.

جدول (34) النسبة المئوية من المخلفات النباتية والمخلفات الحيوانية والإضافات المختلفة في كومة الكمبوست.

مكونات كومة الكمبوست	النسبة المئوية
المخلفات النباتية	% 65
المخلفات الحيوانية	% 35
الإضافات المختلفة	% 10

- **صخر الفوسفات Rock Phosphate**

يستخدم صخر الفوسفات كمصدر لعنصر الفوسفور، وهو مركب فوسفاتي ثلاثي صعب الذوبان في الماء خاصة في الأرض القلوية. ويمكن أن يستخدم صخر الفوسفات مباشرة في التربة ولكن يفضل إضافته إلى كومة سماد الكمبوست وخلطه مع كمية من الكبريت وذلك لتغيير وسط كومة الكمبوست إلى الوسط الحامضي أو المتعادل وهذه الظروف مناسبة لتيسير الفوسفور الذي يمتص بواسطة النباتات.

كما أن الفوسفات يساعد على تقليل الفقد في النيتروجين المنفرد في صورة الأمونيا وذلك بتفاعل الأمونيوم مع الكبريتات وتكوين كبريتات الأمونيوم في كومة الكمبوست. ولا يشترط الحصول على موافقة جهة التفتيش ومنح الشهادات العضوية عند استخدام صخر الفوسفات في الزراعة العضوية، ولكن يلزم التأكد من عدم احتواءه على نسبة عالية من العناصر الثقيلة، حيث يجب ألا يحتوي على أكثر من 90 ملليجرام كادميوم لكل كجم من خامس أكسيد الفوسفوريك (P_2O_5). ويضاف صخر الفوسفات لكومة الكمبوست بمعدل (7 – 10 كجم/م^3 كمبوست).

- **الفلسبارات Feldspar**

تستخدم الفلسبارات كمصدر لعناصر البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم. والفلسبارات هي مجموعة كبيرة من المعادن تتكون أساساً من سلكيات الألمونيوم وهي ترسيبات طبيعية تحتوي على نسبة عالية من البوتاسيوم بالإضافة إلى عناصر أخرى وهي بطيئة التحلل في التربة. ويمكن إضافة صخور الفلسبارات المطحون إلى كومة الكمبوست لزيادة معدلات البوتاسيوم في الكمبوست المنتج. وتضاف صخور الفلسبارات لكومة الكمبوست بمعدل (7 – 10 كجم/م^3 كمبوست).

- **الدولوميت Dolomite**

يستخدم الدولوميت كمصدر لعنصري الكالسيوم والمغنسيوم. والدولوميت صخور رسوبية من كربونات الكالسيوم والمغنسيوم CaMg $(CO_3)_2$، ويختلف الدولوميت عن أحجار الجير بوجود المغنسيوم. ويستخدم صخر الدولوميت المطحون بإضافته إلى كومة الكمبوست كمصدر للكالسيوم والمغنسيوم هذا إلى جانب احتواء هذه الصخور الطبيعية على بعض العناصر الأخرى الضرورية للنباتات، ويضاف الدولوميت لكومة الكمبوست بمعدل (1 – 2 كجم/م^3 كمبوست).

- **الجبس الزراعي (calcium sulfate) Gypsum**

يستخدم الجبس الزراعي كمحسن للتربة ومصدر للكالسيوم والكبريت. وهو منتج طبيعي نقي من كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$) قد تصل نقاوته إلى 99 % وذو نعومة عالية جداً ويتميز بأنه أبيض اللون وجاف تماماً، ويعتبر مصدر أساسي ورئيسي للكالسيوم الذائب المستخدم في استصلاح وتحسين صفات التربة في الأراضي القلوية سيئة الصرف ويحول دون تدهور صفات الأرض الملحية أثناء استصلاحها.

وجدير بالذكر أنه غالباً ما يخلط الجبس الزراعي مع التربة أو يضاف من خلال مياه الري وهذا يتم لإصلاح التربة القلوية حيث يتحلل الجبس الزراعي إلى $Ca^{++} + So4^{=}$ وبذلك يزداد تركيز الكالسيوم فيطرد الصوديوم المتبادل على الغرويات فتنخفض نسبة الصوديوم المتبادل، ويعمل الجبس الزراعي على خفض رقم الحموضة (pH) لتيسير حصول النباتات على العناصر الغذائية. والجبس الزراعي لا يحتوي على أملاح ضارة بالنباتات أو سامة لها ويشترط في الجبس الزراعي أن يحتوي على 70% بالوزن كبريتات كالسيوم، ويجب ألا تزيد نسبة كلوريد الصوديوم عن 2 %. ويتميز الجبس الزراعي بخلوه من العناصر الثقيلة السامة كما يحتوي على نسبة عالية من الكبريت ويحتوي أيضاً على نسبة طفيفة من العناصر الصغرى في صورة عضوية مفيدة للنباتات. وتبلغ معدلات إضافة الجبس الزراعي للفدان في المتوسط ما بين 3 – 5 طن للفدان لجميع أنواع الأراضي الزراعية. ويضاف الجبس الزراعي لكومة الكمبوست بمعدل (3 – 5 كجم/م^3 كمبوست).

- **الكبريت الزراعي Sulfur**

يستخدم الكبريت الزراعي كمحسن للتربة في الأراضي القلوية بدلاً من الجبس الزراعي، بالإضافة لكونه له دور في تعديل قلوية التربة وكمصدر للكبريت، حيث إن أكسدة الكبريت بواسطة الكائنات الحية الدقيقة يتكون حامض الكبريتيك وفي وجود كربونات الكالسيوم طبيعياً في التربة يتكون الجبس. ومعدل استخدام الكبريت يتراوح من 150 – 250 كجم/فدان، ويفضل أن يخلط الكبريت في كومة الكمبوست بمعدل 3 – 5 كجم/م^3 كمبوست حتى يمكن تحوله بواسطة بكتيريا الكبريت Thiobacteria إلى صورة قابلة للامتصاص بواسطة النباتات. ويستخدم أيضاً الكبريت القابل للبلل رشاً على المجموع الخضري لأشجار الفاكهة لمقاومة فطريات البياض الدقيقي على العنب وكذلك لمكافحة الأكاروسات النباتية على أشجار الفاكهة والخضروات وهنا يجب التأكد من أن درجات الحرارة أقل من 32°م حتى لا يسبب استخدام الكبريت حروق على المجموع الخضري. ويسمح باستخدام الكبريت الزراعي في الزراعة العضوية ولكن يتطلب ذلك اخذ الإذن من جهة التفتيش ومنح الشهادات العضوية.

- **الطفلة Clay**

يمكن استخدام الطفلة حيث إنها تحتوي على نسبة من معادن الطين Clay minerals التي تساعد على حفظ العناصر، وهي ترسيبات طبيعية يمكن إضافتها للتربة الرملية لتحسين قوامها وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية حيث إن الطَفلة تحتوي على نسبة عالية من معدن البنتونيت Bentonite ذو القدرة التبادلية العالية مما يساعد على احتفاظ التربة بالعناصر وعدم فقدها بالغسيل ويجب التأكد من عدم احتواء الطَفلة على نسبة عالية من الأملاح الضارة مثل كلوريد الصوديوم. وتضاف الطفلة إلى كومة الكمبوست بنسبة 5 % من المواد الأولية المستخدمة لتحضير الكمبوست.

- **محلول كلوريد الكالسيوم Calcium chloride**

هناك بعض المحاصيل تحتاج إلى كميات إضافية من الكالسيوم وخاصة خلال فترة نمو الثمار، مثل أشجار التفاح والكمثري التي يجب أن ترش من 6 – 8 مرات بالكالسيوم خلال فترة نمو الثمار. وتسمح الزراعة العضوية باستخدام محاليل كلوريد الكالسيوم بعد أخذ الإذن من جهة التفتيش ومنح الشهادات العضوية.

- **كبريتات المغنسيوم Magnesium sulfate**

تستخدم كبريتات المغنسيوم منفردة أو مخلوطة مع كبريتات البوتاسيوم، ويحتاج عند استخدامها في الزراعة العضوية إلى الحصول على إذن وموافقة من الجهة المانحة للشهادات العضوية. ويمكن أن تضاف كبريتات المغنسيوم مع الكمبوست قبل إضافته للتربة الزراعية أو قد تضاف بعد الزراعة كما في حالة الأشجار المستديمة وخاصة أشجار الموالح والمانجو والتي يتحسن إنتاجها بإضافة هذا العنصر، علاوة على ذلك فإن أملاح البوتاسيوم الأخرى أو مركباته مسموح باستخدامها في الزراعة العضوية.

- **خبث الحديد Iron slag**

من المعروف أن خبث الحديد يعتبر منتج ثانوي يتم الحصول عليه أثناء استخلاص الحديد من خاماته. ويمكن استخدام خبث الحديد في الزراعة العضوية بعد أخذ الإذن من جهة التفتيش ومنح الشهادات العضوية.

11. المعادن الثقيلة في سماد الكمبوست
Heavy Metals in Compost

من المعروف أن المعادن أو العناصر الثقيلة Heavy Metals عبارة عن عناصر معدنية ذات وزن جزيئي عالي وكثافتها عالية جداً، حيث إن كثافتها أكبر من كثافة الماء بخمسة مرات على الأقل. ويوجد أكثر من 20 عنصر من المعادن الثقيلة والتي تعتبر سامة للإنسان مثل: الرصاص، النيكل، الزئبق، الكروم، الزرنيخ، الكوبلت، الكادميوم. ولكن يوجد أربعة عناصر ثقيلة ذات سمية عالية للإنسان ويمكن أن تسبب له أمراض وآثار خطيرة على صحته، حتى لو كانت موجودة بتركيزات منخفضة جداً، وهذه العناصر الأربعة هي:

الرصاص Lead (Pb)، الكادميوم Cadmium (Cd)، الزئبق Mercury (Hg)، الزرنيخ Arsenic (As).

ومن المعروف أيضاً أن المصدر الأساسي لهذه العناصر السامة أو المعادن الثقيلة هو الصرف الصناعي ومياه الصرف الصحي والتي تصل إلى التربة الزراعية أو تكون موجودة مع أحد المكونات المستخدمة في تحضير سماد الكمبوست وهذه العناصر إذا وصلت للتربة الزراعية فإنها تنتقل بالتالي إلى النباتات ثم على الإنسان والحيوان من خلال السلسلة الغذائية وتسبب العديد من الأمراض التي تفتك بصحة الإنسان إذا كانت بتركيزات عالية عن المعدلات المسموح بها عالمياً.

وهذه المعادن أو العناصر الثقيلة يمكن أن يتم تخزينها وتراكمها في الأنسجة الرخوة مثل: الكلى أو الأنسجة الصلبة مثل: العظام وبما أننا نضيف سماد الكمبوست إلى التربة الزراعية قبل الزراعة فإن محتواها من هذه العناصر الثقيلة لابد وأن يكون موضع اهتمام حتى لا يتم تلويث التربة وبالتالي تلويث المنتجات الزراعية بهذه العناصر الثقيلة التي تنتقل إلى الإنسان (المستهلك لهذه المنتجات الزراعية) بدورها وتسبب له أخطار صحية جسيمة، حتى لو كانت بتركيزات منخفضة جداً. وبناءً عليه، فقد تم وضع الحدود القصوى المسموح بها من العناصر الثقيلة في سماد الكمبوست. ويوضح جدول (35) الحدود القصوى المسموح بها من العناصر الثقيلة في سماد الكمبوست في الدول المختلفة.

جدول (35): الحدود القصوى المسموح بها من العناصر الثقيلة في سماد الكمبوست في الدول المختلفة.

البلد	الحدود المسموح بها من العناصر الثقيلة في سماد الكمبوست (ppm) (ملليجرام لكل كجم)							
	الرصاص (Pb)	الكادميوم (Cd)	الزئبق (Hg)	النيكل (Ni)	الزنك (Zn)	النحاس (Cu)	الكروم (Cr)	الزرنيخ (As)
النمسا	150	1	1	60	400	100	70	–
بلجيكا	120	1.5	1	20	300	90	70	–
دانمارك	120	0.8	0.8	30	4000	1000	100	–
فنلندا	150	3	2	100	1500	600	–	50
فرنسا	800	8	8	200	–	–	–	–
المانيا	150	1.5	1	50	400	100	100	–
إيطاليا	500	10	10	200	2500	600	(Cr^{+3}) 10 (Cr^{+6}) 500	–
هولندا	65	0.7	0.2	10	75	25	50	5
النرويج	60	0.8	0.6	30	400	150	60	–
إسبانيا	1200	40	25	400	4000	1750	750	–
سويسرا	120	1	1	30	400	100	100	–
كندا	500	20	5	180	1850	–	50	20 – 10
أمريكا	300	10	8	200 – 50	2500 – 400	750	100	10
كولومبيا	150	2.5	0.8	50	315	600	210	13
نيوزيلاندا	600	15	10	200	2000	1000	1000	–
كوريا	150	5	2	–	–	–	5	50
تايوان	150	5	2	25	500	150	5	50

Source: Barth, J. *et al*. (2012).

12. الأضرار التي قد يسببها سماد الكمبوست للنباتات

من الصعب وغير المنطقي أن يسبب استخدام سماد الكمبوست الناضج أي أضرار للنباتات، حيث إننا نقوم باستخدام الكمبوست لكي نحصل على نبات قوى عن طريق إمداده بالعناصر الغذائية اللازمة لنموه والموجودة بالكمبوست. وبالرغم من هذه الحقيقة، فقد تحدث بعض الأضرار عند استخدام كمبوست لم يتم إنتاجه وتحضيره بالطريقة الصحيحة أو عند إضافته للتربة بطريقة غير ملائمة. هذا ويمكن أن يزداد الضرر من الكمبوست عند استخدامه بمعدلات عالية مع النباتات الحساسة والشتلات الصغيرة. وتوجد عوامل عديدة قد تحول الكمبوست من مادة مفيدة ومغذية للنباتات إلى مادة ضارة للنباتات، ويمكن تقسيم هذه العوامل إلى عوامل لها تأثيرات حادة Acute effects وأخرى لها تأثيرات مزمنة Chronic effects، وفيما يلي سوف نستعرض هذه العوامل:

العوامل ذات التأثيرات الحادة
Factors with acute effects

- **الملوحة العالية High salinity**

قد تعتبر الملوحة العالية أحد الأسباب المتكررة التي تسبب مشاكل من سماد الكمبوست. فمن المعروف أن النبات يحصل على احتياجاته من العناصر الغذائية من التربة في صورة أملاح ذائبة، ولكن في حالة وجود تركيزات عالية من هذه الأملاح تسبب أضراراً للجذور، ومن أعراض الأضرار التي تسببها الأملاح حدوث ذبول سريع للنباتات واصفرار للأوراق. عموماً فإن الملوحة العالية تتسبب في ضعف النباتات وغالباً ما تؤدي إلى تعفن الجذور Root rot وبوجه خاص يكون ذلك نتيجة الإصابة بالفطريات المحمولة في التربة مثل: *Pythium* and *Phytophthora*، كما أن معدلات الملوحة في سماد الكمبوست يجب أن تتراوح بين 3-4 ملموز/سم، حيث إن زيادتها عن ذلك تتسبب في حدوث سمية للنباتات إذا لم يتم غسل الأملاح أولاً. ويمكن أن يتم خفض نسبة الملوحة بسماد الكمبوست عن طريق غسله بالمياه لإزالة أو تخفيض الملوحة، أو مزج سماد الكمبوست بالتربة مع نوع آخر من سماد الكمبوست المنخفض الملوحة مثل سماد الكمبوست المصنع من لحاء الأشجار. وجدير بالذكر أن نسبة الملوحة في سماد الكمبوست تعتبر أحد معايير مراقبة الجودة Quality control في الكمبوست ويمكن قياس الملوحة في الكمبوست بواسطة جهاز Conductivity meter.

- **سمية الأمونيا Ammonia toxicity**

بالرغم من أن الأمونيا هي مصدر النيتروجين للنباتات، إلا أن وجود تركيزات عالية منها في سماد الكمبوست تتسبب في حدوث سمية للنباتات Phytotoxicity وهذه النباتات تموت سريعاً إذا تعرضت لمستويات عالية من الأمونيا، كما أن المستويات المنخفضة من الأمونيا تتسبب في حدوث حروق على حواف الأوراق الصغيرة. وفي النباتات ذات الحساسية المنخفضة تتحول أطراف الجذور إلى اللون البني، وتعتبر نباتات الأزاليا Azaleas من النباتات الحساسة جداً التي تؤخذ كمرشد أو دليل على سمية الأمونيا.

وجدير بالذكر أن الخطورة من سمية الأمونيا، تكون عالية في سماد الكمبوست الذي يحتوي على كمية عالية من النيتروجين، أي أن نسبة (كربون : نيتروجين) تكون منخفضة، خاصة إذا كان النيتروجين موجود في صورة قابلة للامتصاص، وعلاج ذلك يكون عن طريق إضافة سماد الكمبوست بمعدلات تساوى أو أقل من احتياجات النباتات المزروعة، بمعنى عدم إضافة نيتروجين بمعدلات أكبر عما يمتصه النبات.

- **الأحماض العضوية Organic (Fermentation) acids**

توجد الأحماض العضوية في سماد الكمبوست غير الناضج أي غير المتحلل بقدر كافٍ، أو سماد الكمبوست الذي خزن تحت الظروف اللاهوائية حتى لو تم ذلك لمدة قصيرة. ومن المعروف أن كثير من الأحماض العضوية غالباً ما تسبب سمية للنباتات، حيث تتسبب في حدوث أضرار مباشرة للنباتات، فهي تؤدي إلى اختفاء اللون الأخضر من الأوراق حيث تصبح الأوراق مبيضة أو ذات لون باهت. ففي سماد الكمبوست الذي به نسبة الكربون/النيتروجين عالية (أكبر من 40: 1) يتكون أساساً حمض الخليك مع بعض الكحوليات، أما سماد الكمبوست الذي به نسبة الكربون: النيتروجين منخفضة فإنه تحت الظروف اللاهوائية ينتج مركبات الأمونيوم (النشادر) وتكون رائحته كريهة. إن نقصان أو زيادة نسبة الـ pH التي يستدل منها على حموضة أو قلوية سماد الكمبوست لا يجب أن يستدل منها أو تكون مرشد يمكن الاعتماد عليه في مشكلة السمية، وذلك لأن هذه المركبات تتحلل بسرعة في خلال 24 – 48 ساعة بعد أن تحدث الضرر للنباتات. وخط الدفاع الأول لتجنب حدوث ذلك هو أن نتأكد من أن سماد الكمبوست المستخدم ناضج.

وجدير بالذكر أن كثيراً من الأحماض العضوية لها رائحة نفاذة تدل على وجودها، والاختبارات الدالة على نضج سماد الكمبوست وكذلك الاختبارات الحيوية يمكن أن تستخدم لتحديد وجود الأحماض العضوية في الكمبوست. ومع ذلك فإن الأحماض العضوية في سماد الكمبوست الناضج نسبياً تتحلل أو تتبدد إذا ما تم تعريض الكمبوست للهواء. وكتدبير وقائي فإن الكمبوست الذي تم تخزينه في أكوام أو شاحنات محكمة الإغلاق يجب أن يعرض للهواء لعدة أيام قبل الاستخدام أو البيع للمستهلك.

العوامل ذات التأثيرات المزمنة
Factors with chronic effects

الأعراض هنا تظهر وتتطور ببطء، وهي غالباً تكون معقدة نظراً لتفاعلها مع عوامل أخرى.

- **نسبة (ك: ن) العالية**

سماد الكمبوست الذي يحتوي على نسبة عالية من الكربون: النيتروجين (70: 1) يمكن أن يتسبب في تجميد عنصر النيتروجين ولذلك يحدث نقص لعنصر النيتروجين في النباتات، وسبب ذلك أن الكائنات الحية الدقيقة (الميكروبات) تحلل الكربون الزائد ولذلك فهي تحتكر النيتروجين المتاح وتترك النباتات تعاني من نقص النيتروجين، وهنا تظهر الأعراض المثلى لنقص عنصر النيتروجين وهو الاصفرار العام للمجموع الخضري خاصة أوراق النموات الحديثة وبطء النمو.

إن سماد الكمبوست المحتوي على نسبة عالية من (ك: ن) يمكن أن يستخدم لتغطية سطح التربة mulches ويمكن تعويض النقص في عنصر النيتروجين الذي حدث نتيجة تجميده عن طريق اضافته للتربة. وعلى الرغم من أن النيتروجين تقريباً يكون دائماً عنصر مقيد، فنسبياً الكميات الكبيرة من الكربون المتوفر تؤثر على توفر العناصر الأخرى إذا تم تواجدها بمستويات محدودة.

- **سمية النبات نتيجة الزيادة في نسبة بعض العناصر**

جدير بالذكر أن بعض الإضافات إلى سماد الكمبوست يمكن أن تمدنا بكميات كبيرة من عناصر محددة، وبعض العناصر قد تسبب سمية للنباتات إذا تواجدت بتركيزات كبيرة. وهذه العناصر يتم تحديدها ليس بواسطة تواجدها ولكن بسبب تعارضها أو تداخلها مع قابلية توفر عناصر أخرى، ومثال ذلك: سمية عنصر البورون الذي قد يتسبب في فقد المحصول.

وزيادة تركيزات عنصر البورون يمكن أن تحدث عند استخدام بعض الإضافات للكمبوست مثل: رماد الفحم أو انفراد السيليلوز وغيرها. وهنا يجب وضع حدود قياسية أو معايير جودة للكمبوست مع اجراء اختبارات للكمبوست عند إضافة أي مواد له من المعروف أنها قد تتسبب في وجود تركيزات سامة من بعض العناصر.

- **الحموضة (نسبة الـ pH)**

ربما تكون نسبة الـ pH العالية في سماد الكمبوست من أهم المشاكل المزمنة التي تحدث في سماد الكمبوست المثبت للكالسيوم والناتج من مخلفات المجاري الصلبة، أو سماد الكمبوست الذي تم معاملته أو إضافة بعض العناصر له التي تعمل على زيادة نسبة الـ pH، وبالرغم من أن العديد من المحاصيل الزراعية تستفيد من الكالسيوم في سماد الكمبوست، فإن غالبية نباتات بساتين الحدائق لا تستفيد منه وتفضل التربة ذات الـ pH من 5 – 6.

وجدير بالذكر أن الإضافات المثبتة للكالسيوم في سماد الكمبوست يجب أن تستخدم بمعدلات لا تزيد عن احتياجات النباتات منها وفي الغالب يكون من الصعوبة أن نتمكن من تخفيض نسبة pH في التربة المتأثرة، وبذلك تكون النتيجة فشل نمو المحاصيل. وعموماً يجب أن نستخدم سماد الكمبوست الذي تتوافر عنه المعلومات الكافية من ناحية محتوياته ونسبة الـ pH به وجودته ومدى احتواءه على العناصر الغذائية المختلفة وغيرها من المواصفات السابق ذكرها.

خامساً: شاي الكمبوست Compost Tea

شاي الكمبوست أو محلول سماد الكمبوست هو المستخلص المائي للكمبوست المتخمر تحت الظروف الهوائية، والمقصود بكلمة تخمير هنا هو تنمية الميكروبات الهوائية من خلال الإمداد الجيد بالأكسجين للوسط حتى لا تنمو الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية التي لا يمكن أن تقوم بنفس الفعل والأثر الايجابي التي تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة الهوائية النافعة. ويحتوي شاي الكمبوست المستخلص على ثلاث مكونات رئيسية هي:

• الكثير من العناصر الغذائية (العناصر الأساسية الكبرى والعناصر الصغرى).

- بعض الكائنات الحية الدقيقة النافعة التي تحتوي على أنواع مختلفة من البكتيريا، والفطريات، والبروتوزوا، والنيماتودا وهذه تشمل بعض الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في المكافحة الحيوية التي تعمل على تثبيط فعل بعض الفطريات والبكتيريا المسببة لبعض الأمراض النباتية، كما أن بعض الكائنات الحية الدقيقة في شاي الكمبوست تتنافس مع بعض الميكروبات المسببة للأمراض النباتية وتمنع انتشارها.
- بعض منظمات النمو وهي عبارة عن مركبات عضوية.

1. طريقة تحضير شاي الكمبوست

How to Prepare Compost Tea

هناك طريقة سهلة وسريعة لتحضير شاي الكمبوست (محلول سماد الكمبوست) خاصة عند استخدامه في المزارع الصغيرة أو البيوت المحمية. وقد قام طه (2007) بوصف طريقة تحضير شاي الكمبوست وذلك باستخدام وعاء من البلاستيك سعته 20 لتر ويثبت في حافة الوعاء موزع لمضخة هواء تخرج منه خراطيم تصل لقاع الوعاء، حيث يضاف الماء حتى يصل إلى أسفل حافة الوعاء بحوالي 8 سم، وعند استخدام ماء الحنفية يجب أن يترك الوعاء لمدة ساعة لتهويته حتى يتم التخلص من الكلورين، ثم يوضع حوالي 5 – 8 كجم من الكمبوست الجيد دون كبس الكمبوست أو الضغط عليه وبعد ذلك يقلب الكمبوست ويخلط بالماء بواسطة عصا طويلة ثم يضاف حوالي 30 جرام مولاس غير معامل بالكبريت مع التقليب ثم يتم ضخ تيار قوي من الهواء داخل الوعاء من مضخة الهواء لتخرج فقاقيع الهواء من القاع على أعلى الوعاء مسببة تقليب قوي لمحتويات الوعاء حتى تتشبع محتويات الوعاء بالهواء وتستمر التهوية لمدة 3 أيام وقد يضاف بعض المغذيات الأخرى للكائنات الحية الدقيقة مثل: خميرة العلف الجافة كمصدر للفيتامينات والأحماض الأمينية وهنا يضاف حوالي 10 % من حجم المولاس المضاف أي يتم إضافة حوالي 3 جرام أو يلقح المحلول ببعض الكائنات الحية الدقيقة الهامة التي تعمل على إفراز منظمات النمو أو تكون مثبطة لنمو الميكروبات المرضية أو تشجع على امتصاص العناصر المعدنية بواسطة النباتات، مثل أنواع:

Azospirillum, Arthrobacter, Bacillus, Paenibacillu polymyxa, Saccharomyces cerevisiae, Serratia marcences, Pasteuria penetrans, Pseudomonas putida

والكائنات الحية الدقيقة السابقة الذكر تلعب دور هام في إفراز منظمات النمو، كما أنها مثبطة لنمو الميكروبات المرضية وكذلك تقوم ببعض التحولات الغذائية التي تساعد النباتات على امتصاص العناصر الغذائية.

بعد انتهاء فترة التهوية يجب التأكد من عدم وجود روائح كريهة، حيث إن وجود مثل هذه الروائح يدل على عدم التهوية الجيدة التي ينتج عنها نمو للكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية وهذه تنتج كحوليات وغازات تكون سامة للجذور حيث إن الجذور لا تتحمل منها أكثر من واحد جزء في المليون، ولذلك في حالة ظهور روائح كريهة لشاي أو محلول الكمبوست يجب إعادة تهويته لعدة ساعات أخرى حتى تختفي هذه الروائح. بعد ذلك يتم ترشيح محلول الكمبوست خلال شاش وبذلك نحصل على شاي الكمبوست الذي يجب أن يتم استخدامه مباشرة أي في خلال ساعة من إنتاجه سواء عن طريق رش المجموع الخضري للنباتات أو معاملة التربة عن طريق سقي النباتات أو من خلال أنظمة الري. كما أن هناك مخمرات تجارية Commercially compost tea brewers هي عبارة عن أنظمة تجارية متعددة الأحجام تعتمد على التقنية الهوائية للحصول على شاي الكمبوست وتحتوي تلك الأنظمة على فتحات ليخرج منها شاي الكمبوست الناضج ويوجد منها أحجام مختلفة كما هو موضح في شكل (26) وهذه يمكن الحصول عليها من .www growingsolutions.com .

ولا يوجد اختلاف كبير في طريقة تحضير شاي الكمبوست في هذه المخمرات التجارية عن الطريقة السابق ذكرها، ولكن هنا يمكن استخدام ما يعرف بالمواد المحفزة أو المساعدة Compost Tea Catalyst وهي عبارة عن مسحوق يتكون من مزيج فريد من مسحوق الأعشاب البحرية القابلة للذوبان ومسحوق الصخور الطبيعية ومزيج من المكونات النباتية، وذلك لتحفيز نمو الكائنات الحية الدقيقة المتنوعة هوائياً أثناء إنتاج شاي الكمبوست، وهذه المواد مصرح باستخدامها في الإنتاج العضوي وهي تعمل كغذاء للكائنات الحية الدقيقة مما يؤدي إلى زيادة أعدادها وأيضاً يعمل على إثراء نمو التنوع البيولوجي الطبيعي من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في سماد الكمبوست المستخدم لإنتاج شاي الكمبوست.

شكل (26): مخمرات تجارية لإنتاج شاي الكمبوست
Commercially compost tea brewers (Landmanagement, 2008)

2. العوامل المؤثرة على إنتاج وجودة شاي الكمبوست
Factors Affecting the Production and Quality of Compost Tea

أهم العوامل المؤثرة في عملية استخلاص وإنتاج شاي الكمبوست (محلول الكمبوست) هو نوع الكمبوست المستخدم ومدى نضجه فكلما كان الكمبوست المستخدم أكثر نضجاً يكون شاي الكمبوست أكثر جودة حيث إن الكمبوست الناضج يكون خالي من مسببات الأمراض النباتية. ويمكن حصر أهم العوامل المؤثرة في إنتاج وجودة شاي الكمبوست في النقاط التالية:

- **نوعية سماد الكمبوست المستخدم في إنتاج شاي الكمبوست**

تشتمل المواد العضوية التي تستخدم في عملية إنتاج سماد الكمبوست على العديد من المخلفات مثل المخلفات الحيوانية والمخلفات النباتية وغيرها وكل نوع من هذه المخلفات له خصائص ومكونات معينة تؤثر على جودة سماد الكمبوست المنتج. وعموماً فإن سماد الكمبوست المستخدم يجب أن يكون ذو مواصفات وجودة عالية وغني وناضج ورطب وخشن قليلاً والرطوبة المثلى تكون من 45 – 50 %.

وتشير بعض الأبحاث إلى أن نوع الكائنات الحية الدقيقة التي تتواجد في سماد الكمبوست الناضج تعتمد على مصدرسماد الكمبوست ومثال على ذلك فإن المخلفات الغنية في الكربون مثل أوراق الأشجار الجافة وبقايا الأخشاب ينتج عنها كمبوست غني في محتواه من الفطريات بينما المخلفات الغنية في النيتروجين مثل المخلفات الحيوانية وسبلة الدواجن ينتج عنها كمبوست غني في محتواه من البكتيريا. ولذلك فإن اختيار نوعية الكمبوست المستخدم لاستخلاص وإنتاج شاي الكمبوست يعتمد على الهدف من استخدام شاي الكمبوست وذلك كما يلي:

* يستخدم سماد الكمبوست الغني بالبكتيريا في تحضير شاي الكمبوست الذي سيستخدم في التسميد الورقي Foliar fertilizers رشاً على النباتات.

* يستخدم سماد الكمبوست الغني بالفطريات في تحضير شاي الكمبوست الذي سيستخدم في معاملة التربة بالسقي Soil application حول أشجار الفاكهة أو في زراعات الفراولة.

وعموماً يجب الأخذ في الاعتبار فهم دور وأهمية كل نوع من الكائنات الحية الدقيقة للنبات عند العمل على زيادة أعدادها في إنتاج شاي الكمبوست حتى لا تحدث مشاكل عند إضافته للنبات. وجدير بالذكر أنه عند إعداد سماد الكمبوست يمكن أن نجعل البكتيريا هي السائدة في سماد الكمبوست المنتج وذلك باستخدام مخلوط من المواد الأولية كما يلي: 45 % مخلفات خضراء + 25 % مخلفات غنية بالنيتروجين مثل الأسمدة العضوية (مخلفات حيوانية) والبقوليات (البرسيم والفاصوليا واللوبيا) + 30 % مخلفات خشبية، بالإضافة إلى ذلك فإن كثرة تقليب كومة سماد الكمبوست يزيد من أعداد البكتيريا عن الفطريات في سماد الكمبوست المنتج، حيث إن كثرة التقليب يعمل على تقطيع هيفات الفطريات ويجعل البكتيريا تسود في الكمبوست المنتج.

- **نوعية الماء المستخدم لإنتاج شاي الكمبوست ودرجة حرارته**

من المعروف أن الكلورين موجود في ماء الشرب العادي الذي يستخدم في عملية إنتاج شاي الكمبوست وهو يعمل على تثبيط النمو الأمثل للكائنات الحية الدقيقة النافعة، ولذلك قبل إضافة الكمبوست وبداية عملية الاستخلاص يجب الاهتمام بتهوية المياه في أوعية إنتاج شاي الكمبوست للتخلص من الكلورين لمدة لا تقل عن ساعة. ودرجة الحرارة المثلى أثناء عملية الاستخلاص يجب أن تتراوح بين 21 – 24 م حيث إن درجات الحرارة المنخفضة تؤدي إلى بطء نمو الميكروبات النافعة، أما درجات الحرارة المرتفعة فتؤدي إلى خفض مستوى الأوكسجين الذائب في محلول الكمبوست.

- **المغذيات المضافة**

كما سبق القول بأنه يجب أن تضاف بعض المواد كمغذيات ومحفزات للنمو Compost Tea Catalyst التي تعمل كمشجع وبادئ للنشاط البيولوجي وذلك لتحفيز نمو الكائنات الحية الدقيقة المتنوعة هوائياً أثناء عملية تحضير شاي الكمبوست، مثل: المولاس أو أحماض الهيوميك والفولفيك أو المواد السكرية ومستخلصات الأسماك، وهنا يجب الحذر عند إضافة هذه المغذيات لأنه عند وجود بعض الكائنات الحية الدقيقة الضارة أو مسببات الأمراض في الكمبوست المستخدم في إنتاج شاي الكمبوست مثل *Salmonella* أو *E. coli* فإن أعدادها ستزيد عند استخدام مثل تلك المحفزات.

- **التهوية**

تشجع التهوية وتوفر الأكسجين أثناء عملية إنتاج شاي الكمبوست في نمو أعداد متنوعة من الكائنات الحية الدقيقة النافعة، بينما نقص التهوية يؤدي إلى نمو الكائنات الحية الدقيقة الضارة للإنسان والنبات.

3. ملاحظات هامة عند استخدام شاي الكمبوست
Important Notes About Compost Tea

- يستخدم شاي الكمبوست عدة مرات خلال الموسم، حيث يمكن أن يستخدم كل 10 – 30 يوم وقد يستخدم بمعدل مرتين في الأسبوع ولكن يجب أن يوقف استخدامه خلال أسبوع قبل جمع المحصول خاصة عند استخدامه رشاً على المجموع الخضري للنباتات.

- شاي الكمبوست يستخدم مباشرة بعد الاستخلاص وفي خلال 24 ساعة على الأكثر ولا يخزن، حيث إنه يحتوي على العديد من الكائنات الحية الدقيقة النافعة والتي قد تقل أعدادها كثيراً إذا تم تخزينه لفترة أطول.

- عند استخدام شاي الكمبوست رشاً على المجموع الخضري يجب أن يكون الرش شامل حتى يصل محلول الرش إلى جميع الأجزاء الخضرية ويفضل أن يكون الرش في الصباح الباكر أو العصر وذلك لتجنب أخطار التعرض للأشعة فوق البنفسجية التي قد تؤثر على الكائنات الحية الدقيقة في محلول الكمبوست.

- عند استخدام شاي الكمبوست كرش على المجموع الخضري فإنه يجب الأخذ في الاعتبار ملوحة المستخلص المضاف حتى لا تتسبب الملوحة الزائدة في حرق أوراق النبات والتأثير بالسلب على المحصول. ويلاحظ أن من فوائد رش شاي الكمبوست على المجموع الخضري أنه يعطي مناعة للنبات ضد الظروف البيئية غير الملائمة.

- يمكن أن يضاف شاي الكمبوست مع الري بالتنقيط في السمادة ويجب الترشيح الجيد في هذه الحالة حتى لا يحدث انسداد لفتحات التنقيط عند ضخ السائل في خطوط الري.

- يجب التأكد من تهوية المياه المستخدمة في تحضير شاي الكمبوست للتخلص من الكلورين الموجود بها، كما يمكن أن يستخدم شاي الكمبوست الذي تم إنتاجه من كمبوست عالي الجودة بدون تخفيف بالماء لرش المجموع الخضري، ولضمان التوزيع الجيد للمحلول يفضل أن يخفف شاي الكمبوست بالماء بنسبة (1:1).

- عند استخدام شاي الكمبوست لمعاملة التربة سقياً Drenching يجب استخدام كمية كافية من الماء في المحلول حتى نتأكد من وصولة للمنطقة حول المجموع الجذري، ومعدل التخفيف الأمثل في هذه الحالة هو (1) شاي كمبوست: (5) ماء.

- عند استخدام شاي الكمبوست رشاً على النباتات يجب التأكد من عدم وجود رواسب بالشاي المنتج، وإن وجدت رواسب يجب ترشيحه مرة أخرى للتخلص من هذه الرواسب.

- معدات الرش المستخدمة يجب أن تكون جديدة أو غير مستعملة سابقاً في رش المبيدات الكيميائية التي يمكن أن يوجد منها متبقات في معدات الرش وهذه تسبب أضرار حيث قد تؤثر على نمو الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في شاي الكمبوست.

4. فوائد استخدام شاي الكمبوست في الزراعة العضوية
Benefits of Using Compost Tea in Organic Agriculture

• تحسين خواص التربة الحيوية عن طريق زيادة عدد الكائنات الحية الدقيقة النافعة في التربة التي تقوم بتحويل وتوفير العناصر الغذائية للنباتات في صورة سهلة للامتصاص مما يقلل من تكاليف الإنتاج.

• يعمل شاي الكمبوست على توفير العناصر الغذائية الرئيسية مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والكبريت وكذلك العناصر الصغرى مثل: الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس اللازمة لنمو النباتات، وأنواع وكمية هذه العناصر تعتمد على نوع سماد الكمبوست المستخدم في إنتاج شاي الكمبوست وكذلك عمر شاي الكمبوست.

• بالإضافة لما سبق يقوم شاي الكمبوست بتوفير المواد الغذائية العضوية مثل: السكريات والأحماض الأمينية ومنظمات النمو للنباتات.

• يقوم شاي الكمبوست برفع كفاءة مقاومة النباتات للأمراض والحشرات، حيث يحتوي شاي الكمبوست على بعض الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في المقاومة الحيوية التي تقوم بتثبيط فعل بعض الفطريات والبكتيريا التي تتسبب في بعض الأمراض النباتية، كما أن بعض الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في شاي الكمبوست تتنافس مع الميكروبات المرضية وتمنع انتشارها.

• يعمل شاي الكمبوست في زيادة مقاومة النباتات لبعض الأمراض البكتيرية والفطرية، فمن المعروف أن بعض الكائنات الحية الدقيقة في التربة لديها القدرة على قمع العديد من الأمراض النباتية وشاي الكمبوست يساعد على نمو وزيادة أعداد هذه الكائنات، وقد وجد أن رش المجموع الخضري لنباتات الطماطم والبطاطس يعمل على تثبيط الإصابة بفطريات *Phytophthora*، كما أن إضافة شاي الكمبوست للتربة يعمل على مقاومة النباتات لأمراض الذبول Damping-off التي تسببها الفطريات المرضية المحمولة في التربة.

• احتواء شاي الكمبوست على بعض الهرمونات الطبيعية ومضادات الأكسدة مما يساهم في مقاومة النبات للظروف المناخية غير الملائمة لنمو النبات من جفاف زائد أو ارتفاع مستوى الماء الأرضي أو حرارة عالية أو صقيع أو ملوحة وغيرها من العوامل التي تسبب إجهاد فسيولوجي للنبات.

سادساً: استخدام سماد باتينتكالي المحبب في الزراعة العضوية
Use of Patentkali Fertilizer in Organic Agriculture

سماد باتينتكالي المحبب Patentkali Granular عبارة عن Sulphate of potash ويستخدم هذا السماد كمصدر لعنصر البوتاسيوم، حيث إنه غني بالبوتاسيوم (25 %) مع نسبة عالية من المغنيسيوم (6%) والكبريت (17%)، وهو سماد صلب في شكل حبيبات مما يعني أن كل حبيبية منه تحتوي على جميع العناصر الغذائية المذكورة وبالتالي يتم توزيع العناصر بانتظام في التربة. وهذه العناصر الغذائية موجودة في شكل كبريتات وقابلة للذوبان في الماء وبالتالي يسهل امتصاصها بواسطة النباتات. ولا يتأثر سماد باتينتكالي Patentkali بحموضة التربة ولذلك يعتبر مناسب للاستخدام في جميع أنواع الأراضي. وحيث إن هذا السماد عبارة عن الملح الخام فقد تم الموافقة على استخدامه في الزراعة العضوية وفقا لقوانين الاتحاد الأوروبي 834/2007 (EC) و 889/2008 (EC) المنظمة للزراعة العضوية.

والشركة المنتجة لسماد Patentkali هي:

(K+S KALI GmbH, Kassel, Germany).

وحيث إن سماد باتينتكالي Patentkali يحتوي على نسبة عالية من الكبريت فهو مناسب جداً للنباتات التي تحتاج لمستويات عالية من عنصر الكبريت مثل: الحبوب الزيتية وعباد الشمس والبصل والكرنب والكرات. كما يستخدم أيضاً على أشجار الفاكهة والعنب والبطاطس والبطاطا، حيث يمكن استخدامه بأمان على جميع المحاصيل وذلك بخلطة مع التربة خلال فصل الربيع لتجنب فقدان العناصر الغذائية المحتملة خلال فصل الشتاء. ويتكون سماد Patentkali من: 30 % (K2O) = (بوتاسيوم 25 %)، 10 % (MgO) = (مغنيسيوم 6 %)، 42.5 % (SO3) = (كبريت 17 %)، ومعدل استخدام سماد باتينتكالي Patentkali هو 300 كجم / هكتار.

سابعاً: سماد السمك Fish Manure

لرفع نسبة النيتروجين في التربة الزراعية في الزراعة العضوية يمكن استخدام مسحوق الأسماك Fish Meal بمعدل 300 كجم/ هكتار بإضافته في التربة مع الكمبوست، ويمكن إضافة هذا المعدل مرتين أو ثلاث مرات خلال الموسم. ويوجد مستحضر تجاري يتم إنتاجه بدولة الإمارات العربية المتحدة بمصنع الإمارات للأسمدة

البيولوجية Emirates Biologica Fertilizer WLL وهو سماد السمك أجروفيش Agrofish Manure، وهو منتج عضوي حاصل على شهادة عضوية تسمح باستخدامه في الزراعة العضوية. ويحتوي سماد السمك أجروفيش على العناصر التالية:

نيتروجين كلي 3.5 – 4.5%، فوسفور 2 – 2.5%، بوتاسيوم 1.5 – 2.0 %، كبريت 0.9 %، كالسيوم 1.5 – 2.0 %، كما يحتوي على حوالي 800 – 1200 جزء في المليون من العناصر الصغرى (الدقيقة) وهي الحديد، المنجنيز، الزنك، النحاس، البورون. ويستخدم سماد السمك أجروفيش على أشجار الحمضيات بمعدل 2 كجم/شجرة، وأشجار المانجو والعنب والنخيل بمعدل 3 – 5 كجم/شجرة، وعلى نباتات الزينة والمسطحات بمعدل 500 كجم لكل 1000م2، كما يحتوي سماد أجروفيش على المادة العضوية بنسبة 50 – 65 %.

ويوجد أيضاً محلول سماد الأجروفيش السائل Agro-Fish Liquid Organic Fertilizer وهو يحتوي على النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بنسبة 8: 2: 2 كما يحتوي على 2 % كالسيوم وكذلك المادة العضوية بنسبة 25 – 30 %. ويستخدم سماد الأجروفيش السائل عن طريق سقي التربة بمعدل 3.8 لتر أجروفيش لكل 1000م2 كل أسبوعين أثناء الموسم، أما أشجار الفاكهة فيمكن أن يستخدم بسقي التربة حول الأشجار بمعدل 100 – 120 مل لكل شجرة.

ثامناً: أسمدة الأحماض العضوية (الدبالية)

Humic Acids Fertilizers

لقد كان معروف منذ قديم الزمان أن المواد الدبالية (الهيوميك) Humic تتكون في التربة نتيجة تحلل المخلفات النباتية والحيوانية، وإن تكون الدبال في التربة هو نتيجة العمليات الحيوية والكيميائية الطبيعية من خلال النشاطات الحيوية للكائنات الحية الدقيقة. وتحتوي المواد الدبالية بشكل أساسي على حامض الهيوميك Humic acid وحامض الفولفيك Fulvic acid واللذان يعتبران من أهم الأحماض لتزويد النباتات والتربة بالمغذيات العضوية الأساسية والعناصر المعدنية الكبرى والصغرى والمفيدة لتغذية النباتات ورفع خصوبة التربة.

وفي الحقيقة أن خصوبة التربة يهددها بشكل كبير جداً انخفاض محتوى المادة العضوية بالتربة ونسبة حمض الهيوميك، حيث إن قدرة حمض الهيوميك العالية على تبادل الأيونات وكذلك محتواه من الأوكسجين والعناصر الغذائية وأيضاً قدرته العالية على الاحتفاظ بالماء هي من الأسباب الهامة التي تدعونا على تشجيع استخدام أسمدة حمض الهيوميك وذلك لتحسين خصوبة التربة وتغذية ونمو النبات بكفاءة ولفترات طويلة. وتأتي أهمية استخدام أسمدة الهيوميك أيضاً في قدرتها العالية على ربط الايونات المعدنية غير المنحلة والأوكسيدات والهيدروكسيدات وإطلاقها ببطء وباستمرار إلى النباتات عند الحاجة، وبسبب هذه الخصائص فإن أسمدة الهيوميك تُعرف بفعاليتها الثلاثية والمتداخلة من حيث التأثيرات المفيدة والهامة، وهذه الفوائد الثلاثية يمكن إجمالها في الفوائد الفيزيائية، والكيميائية، والحيوية (البيولوجية).

1. فوائد استخدام أسمدة الأحماض العضوية في الزراعة العضوية

Benefits of using Organic Acids fertilizers in Organic Agriculture

- **الفوائد الفيزيائية**

أسمدة أحماض الهيوميك تعمل على تحسين بناء التربة وزيادة خصوبتها، حيث إنها تمنع فقد الماء والمغذيات في التربة الخفيفة والرملية وبنفس الوقت تحولها إلى تربة خصبة. كما أنها تحسّن من تهوية التربة وتزيد من احتفاظها بالماء في التربة الثقيلة والمتماسكة وتسِّهل إجراءات الحراثة وكافة العمليات الزراعية. بالإضافة لما سبق، فإنها تعمل على منع تشقق التربة وانجراف الماء السطحي وتعرية التربة وذلك بزيادة قدرة المواد الغروية على التماسك.

- **الفوائد الكيميائية**

أسمدة أحماض الهيوميك تغيّر كيميائياً خصائص التربة الكيميائية للأفضل، حيث إنها توازن وتنظم الحموضة والقلوية في التربة، وتحسن وتفعّل امتصاص النباتات للماء وللعناصر الغذائية العضوية والمعدنية، كما أنها تعمل كمعلق طبيعي للأيونات المعدنية تحت الظروف القلوية وتزيد من امتصاص الجذور لها. وهي ذات محتوى غني من العناصر الغذائية الأساسية لنمو النبات وتمتلك قدرات عالية جداً للتبادل الأيوني، وتزيد من تحويل العناصر الأساسية الكبرى والصغرى إلى أشكال وصور متاحة ومتوفرة للنباتات. وتعمل أسمدة أحماض الهيوميك على إطلاق ثاني أكسيد الكربون من كربونات الكالسيوم في التربة وبالتالي استخدامه في عملية التمثيل الضوئي، كما تزيد من امتصاص النباتات للنتروجين فتمنع اصفرار

النباتات وأيضاً تساعد على القضاء على اصفرار النباتات الناتج عن نقص الحديد في التربة.

- **الفوائد الحيوية (البيولوجية)**

تعمل الأسمدة الدبالية (الهيوميك) على تنشيط النبات حيوياً وتحث وتنشط الكائنات الحية الدقيقة النافعة بالتربة، حيث تعمل كمادة محفزة عضوية في عمليات حيوية كثيرة تؤدي إلى زيادة نمو المزروعات، فهي تنشط أنزيمات النباتات وتزيد إنتاجيتها، كما تحفز نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة النافعة والمرغوبة في التربة، وترفع من المقاومة الذاتية والحيوية للنباتات ضد الأمراض والأوبئة التي تصيبها، وتحث نمو الجذور وخصوصاً عمودياً وتحسن من امتصاص المياه والمغذيات النباتية، وتزيد من تنفس الجذور وتكوين الشعيرات الجذرية، كما أنها تزيد من تطور الكلوروفيل والسكريات والأحماض الأمينية وتساعد في عملية التمثيل الضوئي، كما أنها تحث على نمو النباتات بتسريع انقسام الخلايا وزيادة معدل تطور الأنظمة الجذرية. بالإضافة لما سبق فإنها تزيد من محتوى الفيتامينات والمعادن في النباتات ومنتجاتها من ثمار وفواكه وحبوب، كما أنها تزيد من سماكة جدران الخلايا في ثمار الفاكهة وبالتالي تطيل من فترة التخزين والحفظ للثمار.

بالإضافة لكل ما سبق، فإن التربة التي تحتوي على كمية كافية من أحماض الهيوميك تضمن عدم غسيل النترات الى المياه الجوفية وبالتالي لا تتعرض النباتات لنقص النيتروجين ولا يتم تلويث المياه الجوفية بالإضافة الى انتظام نمو الجذور وخفض تكلفة اضافة النيتروجين بدلا من المفقود مع المياه الجوفية ، كما يؤدى الهيوميك المضاف الى التربة الى امتصاص الملوحة الزائدة عن حاجة النباتات سواء في التربة أو مياه الري وهذا يخفض السمية الناتجة عن كاتيون الـ NH_4 والذي يصير في غاية الخطورة خاصة على النباتات الصغيرة وأيضاً يقلل احتراق الجذور الناتجة عن زيادة الأملاح. ويتم تجارياً إنتاج العديد من أسمدة الأحماض العضوية (الهيوميك)، حيث تستخدم بكفاءة في الزراعات العضوية وغير العضوية، وهي تحتوي على نسبة عالية من حامض الهيوميك Humic acid كما أنها تنتج في شكلان رئيسيان وهما الأسمدة الصلبة والأسمدة السائلة.

2. أمثلة لأسمدة الأحماض العضوية المنتجة تجارياً والمستخدمة في الزراعات العضوية

سماد ديسبر هيوميك Disper humic 85% GS

سماد ديسبر هيوميك هو منتج مستخلص من المواد العضوية الدبالية، ويحتوي على إجمالي 85 % من المستخلصات الدبالية، وهي حامض الهيوميك بنسبة 68 % وحامض الفولفيك بنسبة 17 %، من Leonardite الأمريكية التي تعتبر أفضل مصدر لأسمدة الأحماض العضوية في العالم. والليونارديت Leonardite هو منتج الأكسدة من الفحم الطبيعي من المناجم التابعة لشركة ليونارديت الأمريكية بولاية داكوتا الشمالية وهي واحدة من أغني المناطق التي بها احتياطي من الليونارديت Leonardite في العالم. ويرتبط الليونارديت مع التعدين القريب من السطح وهو قابل للذوبان بسهولة في المحاليل القلوية وهو أفضل مصدر للمواد الدبالية ويوجد على مستوى عال من الأكسدة، ويتميز بأنه شمعي ناعم ولامع، ولونه أسود أو بني، وهو عبارة عن مادة تشبه المعادن التي لا تظهر بوضوح التبلور وزجاجي ويعتبر مصدرا غنياً جداً لحمض الهيوميك وقد تم تسميته باسم ليونارديت Leonardite، تقديراً للعالم A. G. Leonard وهو أول مدير في هيئة المساحة الجيولوجية بولاية داكوتا الشمالية في الولايات المتحدة الأمريكية.

وسماد ديسبر هيوميك محضر في صورة حبيبات قابلة للذوبان Granule Soluble (GS) ويتم إضافته إلى التربة ذات المحتوى المنخفض من المواد العضوية، حيث ينتج عن ذلك فوائد عديدة وتحسناً في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية. وحيث إن حامض الهيوميك Humic acid يشكل الجزء الأهم من مكونات سماد ديسبر هيوميك، لذلك تنسب إليه معظم فوائد هذا السماد عند إضافته للتربة، ويمكن تلخيص هذه الفوائد في النقاط التالية:

- تنشيط الحياة الميكروبية النافعة في التربة، وبالتالي تنشيط إنبات البذور.
- تحويل العناصر الغذائية في التربة إلى أشكال ميسرة للنباتات، حيث يزيد حامض الهيوميك من تيسر عنصر الفوسفور، كما يقوم بتخليب العناصر الصغرى وخاصة منها الحديد، فيحولها بذلك إلى عناصر ميسرة بيولوجياً للنبات.
- تنشيط وتفعيل النمو، حيث يشكل حامض الهيوميك بدخوله خلايا النبات، وخاصة في مراحل النمو المبكرة، مصدراً إضافياً

للمركبات الفينولية التي تساهم كوسيط هام في عملية تنفس النبات، وبالتالي تكثيف الأنظمة الأنزيمية وتسريع تكاثر الخلايا وتحسين نمو شبكة الجذور مما يؤدي إلى تحسين صحة النبات وزيادة في النمو.

- زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، حيث إن طبيعة حامض الهيوميك الغروية تمكنه من امتصاص وتخزين كميات كبيرة من المياه لاستعمال النبات. ومن المعروف أن قدرة المحاصيل على تحمل ومقاومة الجفاف تزيد إذا كانت مزروعة في تربة تحتوي على نسبة عالية من حامض الهيوميك.
- تحسين امتصاص النباتات للعناصر الغذائية الأساسية الكبرى والصغرى، حيث إن كمية قليلة من حامض الهيوميك ومشتقاته تزيد من نفاذية أغشية خلايا النباتات، مما يؤدي إلى تسريع دخول العناصر الغذائية في خلايا الجذور.
- زيادة التهوية في التربة وسهولة الحراثة، حيث إن امتزاج حامض الهيوميك بالتربة يؤدي إلى زيادة تشكل حبيبات التربة في تكتلات منفصلة، مما يحسن نفاذية التربة وتهويتها وحركة المياه فيها واختفاء الكتل الترابية الكبرى التي تؤثر على نمو الجذور.
- معدل استخدام سماد ديسبر هيوميك Disper humic 85% GS يتراوح من 5 إلى 15 كجم/هكتار. ويستخدم هذا السماد بمعدل 5 – 10 كجم/هكتار مع نظام الري بالتنقيط، وبمعدل 8 – 12 كجم/هكتار مع نظام الري بالرشاشات، وبمعدل 10 – 15 كجم/هكتار مع نظام الري السطحي.

سماد هيوماكس Humax

سماد هيوماكس هو منتج من شركة JH Biotech وهو عبارة عن حامض هيوميك مركز عالي النوعية مستخرج من الطبقة العضوية الخام «ليوناريديت Leonardite» والمتكونة في الطبيعة على مدى السنين من تحلل المواد العضوية الميتة وخاصة منها الأجزاء النباتية. ويتم تصنيع سماد هيوماكس بشكلين:

هيوماكس سائل: يحتوي على نسبة مئوية لا تقل عن: 12 % حامض هيوميك + 3 % حامض فولفيك + 3 % بوتاسيوم (K_2O).

هيوماكس 95 محبب: يحتوي على نسبة مئوية لا تقل عن: 80 % حامض هيوميك + 15% حامض فولفيك + 12% بوتاسيوم (K_2O) ضمن جزيئات حامض الهيوميك.

ويستخدم سماد هيوماكس السائل بمعدل 6 – 12 لتر/هكتار، أما سماد هيوماكس 95 المحبب فيستخدم بمعدل 1 – 2 كجم/هكتار. ويجب ألا تضاف الماء إليه إلا قبل الاستعمال مباشرة. ويستخدم سماد هيوماكس بشكل أساسي في التربة، حيث يمكن أن يرش محلول السماد على سطح التربة، ثم يتم حراثة التربة أو ريها بعد الرش مباشرة، أو يستخدم مع أنظمة الري الحديثة، كما يمكن استخدامه رشاً على الأوراق عند الحاجة.

سماد بلاك جاك Blackjak SC

بلاك جاك Blackjak هو خليط مائي مركز من الأحماض العضوية (هيوميك وفولفيك وأوليك) التي يمكن اضافتها للتربة أو تستخدم رشاً على النباتات. والحد الأدنى من المواد العضوية في Blackjak هو 25%، ويحتوي على ما لا يقل عن 18% من الأحماض العضوية. ويمكن استخدام Blackjak وحده أو مخلوط مع مجموعة واسعة من الأسمدة والمواد المستخدمة لوقاية النباتات، ومن الأفضل اجراء اختبار مبدئي لمعرفة إمكانية الخلط من عدمه قبل الاستخدام. وبالطبع Blackjak عبارة عن أحماض عضوية طبيعية ولذلك يمكن استخدامه مع الأسمدة الحمضية أو للحد من درجة الحموضة في المحاليل القلوية، وهو يحسن من سرعة امتصاص الأسمدة الورقية بواسطة النباتات كما يعمل على تحسين النمو الجيد للجذور. والشركة المنتجة هي:

PLOSS CHEMICALS GmbH (Germany) وقد استخدم Blackjak بنجاح على أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضروات والحبوب، حيث استخدم بنجاح على العنب والبطاطس والبصل والذرة وبنجر السكر، وعباد الشمس، والفراولة .... الخ. وتعمل الأحماض الدبالية على توفير العناصر الغذائية الكبرى والصغرى في صورة صالحة للامتصاص بواسطة النباتات. وعندما يستخدم Blackjak في التربة الطينية الثقيلة فإنه يساعد على كسر روابط الطين مما يجعل التربة أخف وزنا ويساعد ذلك أيضاً على زيادة النشاط الميكروبي بالتربة وكذلك دوران الهواء والمياه واحتباس الماء. ويستخدم سماد Blackjak بمعدل لتر/هكتار.

سماد كوداهيومس e-codahumus

سماد كوداهيومس هو منتج من شركة كودا Coda وسماد e-codahumus عبارة مستخلص سائل من «ليوناريديت Leonardite» من المواد العضوية الدبالية، ويحتوي على إجمالي

20.2 % من المستخلصات الدبالية، وهي حامض الهيوميك بنسبة 10 % وحامض الفولفيك بنسبة 10.2%، بالإضافة إلى 3.2% بوتاسيوم (K_2O) مذاب في الماء. ويستخدم سماد كوداهيومس بمعدل 30 – 50 لتر/هكتار في الدورة، حيث يتم توزيع هذه الجرعة على 4 – 8 دفعات، ففي أشجار الفاكهة من المستحسن أن تستخدم الكمية على دفعات من 4–5 أيام أما في الخضروات ومحاصيل الزينة فيجب أن تكون المعاملة كل 7–10 أيام.

كما يوجد أيضاً سماد Codahumus S80 وهو مستخلص من «ليونارديت Leonardite» على هيئة حبيبات سوداء اللون من المواد العضوية الدبالية، ويحتوي على إجمالي 80 % من المستخلصات الدبالية، وهي حامض الهيوميك بنسبة 76 % وحامض الفولفيك بنسبة 4%، بالإضافة إلى 12% بوتاسيوم (K_2O) مذاب في الماء. والسماد سهل الذوبان في الماء ولكن لإذابته في الماء يجب أن يتم إضافته ببطء مع التحريك لمنع تكتل السماد مع التحريك المستمر حتى يذوب السماد تماماً.

ويستخدم سماد Codahumus S80 بمعدل 8 – 15 كجم/هكتار لكل دورة زراعية ويجب ألا تضاف الماء إليه إلا قبل الاستعمال مباشرة. ولتوزيع كمية السماد على دفعات من 4–5 يكون المعدل من 1 – 2 كجم/هكتار/معاملة.

سماد زيلسيس Zelsius

وهو سماد منتج في إسبانيا قابل للذوبان في الماء ويتكون من نتروجين/بوتاسيوم (15/8) وعناصر سمادية صغرى من الحديد والمنجنيز في صورة مخلبية بالإضافة إلى الليونارديت Leonardite كمصدر هام للمواد العضوية والأحماض الدبالية (Humic acids) لتحسين قدرة النبات على امتصاص العناصر وبالتالي سرعة النمو وزيادة كمية وجودة المحصول.

والليونارديت في سماد زيلسيس عبارة عن مواد عضوية من حامض الهيوميك ويحتوي على 29 % حامض الفولفيك الضروري لتحسين طبيعة وتركيب التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر وثبات درجة الحموضة pH. وسماد زيلسيس مركب ثابت وقابل للذوبان يتكون من الحديد والمنجنيز المخلب في مخلوط متجانس جاهز ومتوافق للاستخدام مع النيتروجين والبوتاسيوم والليونارديت المذاب.

وسماد زيلسيس مصنع بتكنولوجيا حديثة تحقق حماية مزدوجة للعناصر الصغرى الحديد والمنجنيز والبوتاسيوم والليونارديت في مركب مخلب في طبقتان: الطبقة الأولي (الداخلية) مصنعة مع حديد مخلب chelate Fe-EDDHMA أو منجنيز مخلب chelate Mn-EDTA، وكلاهما عالي الثبات في محلول التربة فلا يترسب أو يرتشح ويصل إلى جذور النباتات ويسهل امتصاصها. أما الطبقة الثانية (الخارجية) مصنعة بتركيبة من جزيئات عضوية من الليونارديت الأصلي (مثل حامض الفولفيك والهيوميك) والمعامل بأيونات البوتاسيوم في شبكة ثلاثية الأبعاد، وبالتالي تعمل كطبقة ثانية تحمي الحديد المعدني وتمنع ترسيبه أو ترشيحه حتى عند الارتفاع الشديد للحموضة في محلول السماد.

سماد بيوسول Biosol أو أجروبيوسول Agrobiosol

سماد بيوسول Biosol أو أجروبيوسول Agrobiosol هو سماد عضوي من شركة Sandoz وهو مناسب تماماً للاستخدام في الزراعة العضوية ويتوافق مع لوائح الاتحاد الأوروبي للزراعة العضوية. وسماد بيوسول Biosol عبارة عن 100% حبيبات نقية للكتلة الحيوية الفطرية وحجم الحبيبية يتراوح بين 2 – 6 مم. ويحضر سماد بيوسول Biosol بواسطة تحويل البروتينات والسكر والعصائر والعناصر المعدنية النادرة والفيتامينات إلى الكتلة الحيوية الفطرية عن طريق فطريات *Penicillium chrysogenum* وفي هذه العمليات نستخدم المواد الخام التي تؤخذ مباشرة من الإنتاج الزراعي ومن أمثلة المواد الخام المستخدمة لإنتاج سماد بيوسول طحين فول الصويا وعصير الذرة وطحين حبوب القطن وسكر البنجر وتستخدم هذه المواد كمغذيات للسلالات من الفطريات والبكتيريا التي تتواجد بالسماد عند تحضيره عن طريق التخمير.

ويحضر سماد بيوسول Biosol أو أجروبيوسول Agrobiosol في عملية تخمير بيولوجي تستمر لعدة أيام، ثم يتم تجفيف السماد على درجة حرارة عالية لمدة 3–4 ساعات مع إضافة 3 % من كبريتات الكالسيوم. ويحتوي سماد بيوسول Biosol على 6 – 7% من النيتروجين العضوي، بالإضافة إلى 1 – 2 % فوسفور، 3 – 4% بوتاسيوم وأيضاً على نسبة عالية من المادة العضوية. ومن أهم مميزات استخدام سماد بيوسول ما يلي:

- العناصر الغذائية موجودة بصورة عضوية وبالتالي يتم انطلاقها ببطء فتستفيد منها النباتات باستمرار مع تقدمها في النمو، وبالتالي يتم تحسين غلة المحاصيل مع جودة عالية.
- الاستخدام المنتظم لهذا السماد يحسن باستمرار من خصوبة التربة.
- يعمل هذا السماد على زيادة المقاومة والحيوية في النباتات.
- يزيد من محتوي التربة من المادة العضوية ويحسن من تكوين الشعيرات الجذرية.
- سماد منخفض الملوحة، مناسب جدا لزراعات البيوت المحمية والمناطق القاحلة.
- يحسن من خصوبة التربة ونشاط الكائنات الحية الدقيقة بها.

وجدير بالذكر أن معاملة واحدة من سماد بيوسول Biosol خلال موسم النمو تكون كافية لمعظم الزراعات، وينبغي أن تتم إضافة سماد بيوسول في الطبقة السطحية للتربة الزراعية أو يتم خلطة قليلاً بالتربة وذلك قبل أسبوعين من البذر أو الزراعة. وقد تتطلب المحاصيل المكثفة فقط (الخضروات ونباتات الزينة) إضافات تكميلية من سماد بيوسول ولكن بكميات مخفضة.

وكما سبق القول ينبغي إضافة سماد بيوسول للتربة قبل الزراعة أو البذر بأسبوعين، ولكن عند تسميد النباتات مباشرة، يجب أن يضاف السماد بعيداً عن النباتات بمسافة كافية. ويمكن إضافة حبيبات سماد بيوسول يدوياً أو ميكانيكيا أو عن طريق طائرات الهليكوبتر. ويضاف سماد بيوسول على سطح التربة أو يخلط في التربة الزراعية قليلاً (1 – 3 سم). وهذا السماد لديه رائحة الفطريات وهذه الرائحة تختفي بعد فترة وجيزة من المعاملة بالسماد ويعتمد ذلك على درجة الحرارة والرطوبة السائدة.

ويستخدم سماد بيوسول أو أجروبيوسول على أشجار الفاكهة عموماً بمعدل 900 كجم/هكتار، ويمكن عند إعادة الزراعة إضافة الأسمدة موضعيا إلى الصفوف أثناء وضع النباتات. ويضاف السماد للأشجار في أواخر الخريف أو أوائل الربيع، مع ملاحظة أنه يمكن تخفيض معدل استخدام السماد للنباتات القديمة اعتماداً على كمية المحصول ومعدل الامتصاص. ويستخدم سماد بيوسول أو أجروبيوسول على محاصيل الخضروات حيث يضاف قبل الزراعة بأسبوعين بمعدل 800 – 2500 كجم/هكتار.

تاسعاً: الأسمدة الورقية والتسميد من خلال نظم الري الحديثة في الزراعة العضوية

Foliar Nutrients and Fertigation in Organic Agriculture

كما هو معروف تحصل النباتات على احتياجاتها من العناصر الغذائية المختلفة من التربة التي تضاف إليها الأسمدة المحتوية على هذه العناصر وحسب احتياجات كل نبات. ولكننا نلجأ إلى ما يسمى بالتسميد الورقي Foliar Nutrients أو التسميد من خلال نظم الري Fertigation في ظروف معينة خاصة مع الأسمدة المحتوية على العناصر الصغرى مثل: الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس، وخاصة تحت ظروف التربة القلوية حيث لا يمكن للنبات أن يمتص هذه العناصر من التربة لأنها تكون في صورة غير قابلة للذوبان.

وقد تضاف إلى كومة الكمبوست بعض المعادن الطبيعية الحاملة للعناصر الصغرى حيث تتفاعل الأحماض العضوية المنطلقة من عمليات التحلل لسماد الكمبوست مكونة مركبات مخلبية من العناصر الغذائية المضافة وبذلك تزداد فعالية سماد الكمبوست في توفير العناصر الصغرى في صور ميسرة للنباتات.

وعموماً فإن التسميد الورقي بالعناصر الغذائية له أهمية خاصة في الزراعة العضوية وذلك حتى تحصل النباتات على جميع احتياجاتها من العناصر الغذائية في الوقت المناسب في كل مرحلة من مراحل نموها الفسيولوجية مثل التزهير والعقد ونمو الثمار، حيث ينخفض نشاط الجذور أثناء هذه المراحل وبالتالي يقل امتصاص العناصر الغذائية عن طريق الجذور.

ويتميز التسميد الورقي بارتفاع نسبة استفادة النباتات من العناصر الغذائية عند رشها على المجموع الخضري، وكذلك التغلب على مشاكل التربة القلوية التي تقوم بتثبيط العناصر الصغرى وبالتالي لا يستطيع النبات من امتصاص هذه العناصر، بالإضافة إلى سرعة امداد النباتات بحاجتها الزائدة من العناصر أثناء مرحلة نمو معينة.

ومن الأمثلة الهامة على أهمية التسميد الورقي لبعض العناصر هو الاحتياج لزيادة محتوي الثمار من عنصر الكالسيوم لعديد من أشجار الفاكهة، وخاصة أشجار التفاح حيث تصاب ثمار التفاح بالمرض المعروف باسم النقر المرة Bitter Pits ويعود ذلك لانتقال عنصر الكالسيوم المحدود إلى أنسجة الخشب بالأشجار، ولذلك

تحتاج أشجار التفاح إلى الرش الورقي بعنصر الكالسيوم مباشرة على الثمار والمجموع الخضري، وقبل ظهور أعراض هذا المرض، مع ملاحظة أنه يجب أن ترش أشجار التفاح بأحد الأسمدة الورقية المحتوية على عنصر الكالسيوم من 6 – 8 راشات خلال موسم الإثمار. ومن الملاحظات الهامة التي يجب وضعها في الاعتبار عند استخدام التسميد الورقي للنباتات ما يلي:

- يجب أن يتم رش النباتات بالأسمدة الورقية في الصباح الباكر أو بعد العصر عند انكسار درجة الحرارة.
- يجب استخدام أحد المواد الناشرة واللاصقة مع محاليل الأسمدة الورقية لضمان التصاقها بسطح الأوراق وسهولة امتصاصها مع تركيز الرش على الأوراق والنموات الحديثة.
- يجب ضمان أن يصل الرش للسطح السفلي للأوراق لاحتوائه على قدر أكبر من الثغور وبالتالي قدرته العالية على امتصاص محاليل الرش وما بها من العناصر الغذائية.

كما يمكن التسميد من خلال نظم الري الحديثة Fertigation حيث يمكن التسميد مع مياه الري مع جميع النباتات التي تروي بهذه النظم سواء كانت أشجار فاكهة أو محاصيل خضروات. ويتم إضافة الأسمدة المحتوية على العناصر الغذائية المختلفة عن طريق إضافتها مع ماء الري بتركيز محدد حتى لا تزداد ملوحة ماء الري. ومن أهم مميزات التسميد مع مياه الري هو ضمان وصول الأسمدة وما تحتويه من عناصر غذائية إلى منطقة الجذور بصفة مستمرة على مدار مراحل النمو للنباتات أو الأشجار وحسب احتياجات كل مرحلة من العناصر الغذائية، وخاصة أثناء فترات النمو النشطة فسيولوجياً سواء مرحلة النمو الخضري أو الزهري أو أثناء عقد الثمار ونموها ونضجها. كما أن إضافة الأسمدة مع مياه الري يرفع من كفاءتها حيث يقل كثيراً الفاقد من هذه الأسمدة في قطاعات التربة العميقة والبعيدة عن منطقة الجذور.

وهناك العديد من الأسمدة المحضرة تجارياً والتي يمكن استخدامها إما عن طريق رشها مباشرة على المجموع الخضري للنباتات أو يمكن إضافتها مع ماء الري في التربة، وهذه الأسمدة التجارية يجب أن تكون حاصلة على شهادات عضوية تسمح باستخدامها في الزراعة العضوية.

ويوضح جدول (36) أمثلة لبعض من هذه الأسمدة المحتوية على العناصر الغذائية المختلفة ومعدلات استخدامها في الزراعة العضوية.

جدول (36): أمثلة لبعض الأسمدة التجارية المستخدمة في الزراعة العضوية من خلال التسميد الورقي Foliar Nutrients أو التسميد مع مياه الري Fertigation

العناصر الغذائية	الأسمدة التجارية المستخدمة في الزراعة العضوية	معدل الاستخدام	
		التسميد الورقي Foliar Nutrients لكل 100 لتر ماء	التسميد مع مياه الري Fertigation لكل هكتار
كالسيوم	Disper Ca 14% GS	300 – 400 جرام	---
	e-CODASAL	---	4 – 6 لتر
زنك	Disper Zn 14% GS	50 – 100 جرام	3 – 10 كجم
	CODA-Zn-L	200 – 300 سم^3	3 – 5 لتر
منجنيز	Disper Mn 13% GS	200 – 400 جرام	100 – 200 جرام/م^3
	CODA-Mn-L	200 – 300 سم^3	3 – 5 لتر
حديد	Disper Fer 6% GS	100 – 300 جرام	40 – 60 كجم
	CODA-Fe-L	250 – 400 سم^3	3 – 5 لتر
مغنسيوم - بورون - نحاس - حديد منجنيز - مولبيديوم - زنك	e-CODAHORT	---	30 – 60 لتر/هكتار/دورة
حديد - منجنيز- زنك - نحاس مغنيسيوم - بورون - مولبيديوم	Disper Complex	300 – 400 جرام	4 – 8 كجم
نحاس	CODA-Cu-L	200 – 300 سم^3	3 – 5 لتر
بورون	CODABOR	100 – 200 سم^3	1 – 3 لتر
نحاس - حديد - منجنيز - زنك	CODA-VIT	200 – 400 سم^3	---
حديد - منجنيز- زنك - نحاس بورون - مولبيديوم	CODAMIX	200 – 300 سم^3	3 – 5 لتر
زنك - منجنيز	codaquel	200 – 300 سم^3	3 – 5 لتر

عاشراً: سماد الكمبوست الدودي (الفيرمي كمبوست) Vermicompost

تتبع ديدان الأرض Earthworm المملكة الحيوانية Kingdom:Animalia شعبة الديدان الحلقية Phylum: Annelida وقسم Class: Oligochaeta ورتبة Order: Megadrilacea ولون جسم دودة الأرض يتراوح من قرنفلي إلى بني داكن، وهي عبارة عن ديدان طويلة واسطوانية وجسمها مقسم إلى مجموعة من الحلقات من 100 – 250 حلقة، ويصل طولها من عدة مليمترات إلى ثلاثة أمتار كما هو الحال في ديدان الأرض الاستوائية العملاقة Giant Gippsland Earthworm، وتنتشر ديدان الأرض في جميع أنحاء العالم ما عدا القطبين ويبلغ عدد أنواعها المعروفة حتى الآن أكثر من 4400 نوع، وفي الهند فقط تم تعريف أكثر من 350 نوع من ديدان الأرض بينما في أمريكا تم تعريف حوالي 180 نوع.

وديدان الأرض خنثى بمعنى وجود الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية في داخل جسم الدودة الواحدة فكل دودة بها زوج من المبايض وزوجين من الخصيان، وبالرغم من ذلك لا يتم الإخصاب الذاتي داخل الدودة الواحدة ولكن يحدث الإخصاب الخلطي وهو يعني تبادل الحيوانات المنوية من دودة إلى دودة أخرى، حيث تخزن كل دودة الحيوانات المنوية في تركيب يسمي المستودعات المنوية ثم يتم اخصاب للبويضات وتضعها الدودة الأم داخل شرنقة تشبه الليمونة وتغلفها بمادة مغذية تتغذي عليها الصغار بعد الفقس.

ومن المعروف أن ديدان الأرض Earthworm لها فوائد كثيرة وعظيمة فهي تعمل على تهوية التربة من خلال الأنفاق التي تصنعها بها وبالتالي تسمح بدخول الأكسجين إلى الشعيرات الجذرية للنباتات وكذلك جلب الماء من سطح التربة إلى باطنها، كما أنها عند تغذيتها تجلب المخلفات العضوية داخل أنفاقها وتعمل الأنفاق على زيادة مسامية التربة وتمنع الأنفاق تصلب التربة، وبمساعدة الكائنات الحية الدقيقة تعمل على تحرر العناصر الغذائية في صورة يسهل على النبات امتصاصها، كما أنها عند موتها تتحلل أجسامها وتعطى عناصر غذائية للنبات. ونواتج الإخراج لدودة الأرض Worm casts (وهي عبارة عن نواتج عملية هضم المخلفات العضوية التي تختلط بالتربة عند خروجها) غنية بالعناصر الغذائية مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والنيتروجين والفوسفور التي يحتاجها النبات، وتعمل على زيادة نسبة النيتروجين في التربة بنسبة خمس مرات وزيادة الفوسفور بنسبة سبع مرات وزيادة البوتاسيوم بنسبة إحدى عشر مرة والمغنسيوم بنسبة ثلاث مرات والكالسيوم بنسبة مرة ونصف.

وقد ذكر Garg *et al.* (2007) أن هناك بعض التقديرات التي تشير إلى أن ديدان الأرض تقوم بإضافة 230 كجم نيتروجين/هكتار/سنة في الأراضي العشبية، أما في مواقع الغابات فتضيف حوالي 165 كجم نيتروجين/هكتار/سنة، كما أن ديدان الأرض تزيد من إنتاج النترات من خلال تحفيز النشاط البكتيري.

شكل (27): سماد الكمبوست الدودي Vermicompost

بالإضافة إلى ما سبق فإن بأن تركيز الكاتيونات القابلة للامتصاص مثل الكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم، البوتاسيوم، والفوسفور في مخلفات الديدان Worm casts تكون أعلى من تلك الموجودة في التربة المحيطة بها. وهنا لا يمكن القول بأن الكمبوست الدودي يمكن أن يتفوق في توفير العناصر الغذائية على الأسمدة العضوية الأخرى، ولكن يمكن القول بأنها طريقة فريدة من نوعها لإنتاج السماد العضوي. ويوضح جدول (37) التركيب الكيميائي للمخلفات العضوية لديدان الأرض Worm casts.

جدول (37): التركيب الكيميائي لمخلفات ديدان الأرض. (Worm casts).

العنصر	%	العنصر	جزء بالمليون (ppm)
الكربون العضوي	17.88 – 9.15	**الكالسيوم والمغنسيوم**	47.60 – 22.67
النيتروجين الكلي	0.9 – 0.5	**النحاس**	9.5 – 2.0
الفوسفور	0.26 – 0.10	**الحديد**	9.3 – 2.0
البوتاسيوم	0.26 – 0.15	**الزنك**	9.3 – 5.7

Source: Garg *et al.*, (2006).

وقد وصف Ronald and Donald (1977) ستة أنواع من ديدان الأرض وجدت في أوروبا وهذه الأنواع هي:

1. The native night crawler, *Lumbricus terrestris*
2. The common field worm, *Helodrilus caliginosus*
3. The green worm, *Helodrilus chloroticus*
4. The manure worm, *Eisenia foetida*
5. The slim earthworm, *Diplocardia verrucusa*
6. The redworm, *Lumbricus rubellus*

يستخدم في إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicompost بعض الأنواع من ديدان الأرض، حيث تقوم ديدان الأرض بالتغذية على المخلفات العضوية وتدخلها من خلال فتحة الفم الموجودة على الحلقة الأولى من جسمها ثم تبتلعها لتصل إلى البلعوم العضلي ثم إلى المريء ثم بعد ذلك ينتقل الغذاء إلى الحوصلة ثم إلى المعدة ليتم هضمه ومنها إلى الأمعاء ثم المستقيم وتتخلص من نواتج هضم الغذاء خارج جسمها من خلال فتحة الشرج الموجودة على السطح البطني للحلقة الأخيرة من الجسم، ونواتج الإخراج هذه يطلق عليها Worm casts وهي ما يعرف بسماد الكمبوست الدودي.

يحتوي سماد الكمبوست الدودي على العناصر الغذائية الهامة للنباتات مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم، وهذه تكون موجودة في صور أكثر قابلية للذوبان والامتصاص بواسطة النباتات، كما يحتوي الكمبوست الدودي أيضاً على المواد النشطة بيولوجياً مثل منظمات نمو النبات. وبالتالي فإن تعريف Vermicomposting بأنها العملية التي تستخدم فيها بعض أنواع ديدان الأرض لتحويل المواد العضوية (عادة مخلفات) إلى مادة تشبه الدبال تعرف باسم الكمبوست الدودي والهدف من ذلك هو معالجة المخلفات في أسرع وقت ممكن وبكفاءة، وفي هذه العملية تقوم الكائنات الدقيقة بالدور الأول الأساسي في عملية تحليل المواد العضوية.

1. فوائد استخدام سماد الكمبوست الدودي في الزراعة العضوية

Benefits of Using Vermicompost in Organic Agriculture

توضح النقاط التالية الفوائد العامة عند استخدام سماد الكمبوست الدودي في الزراعة العضوية:

- يعمل على إعادة وزيادة أعداد العديد من الميكروبات المفيدة للتربة التي تضم مثبتات النيتروجين، والميكروبات المساعدة في تحليل المركبات العضوية الفوسفورية ..... الخ.

- زيادة المادة العضوية بالتربة مع توفير العناصر الغذائية الكبرى والصغرى وذلك يعتبر حيوي بالنسبة لنمو النباتات.
- تحسين تبادل الأيونات الموجبة مما يساعد على توفر العناصر الغذائية المختلفة في صور صالحة للامتصاص بواسطة النباتات.
- الحفاظ على قيمة الرقم النيتروجيني pH الأمثل للتربة.
- العمل على طرد الصوديوم الزائد بالتربة وإزالة ملوحتها.
- يحسن قوام التربة ويزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالمياه.
- يوفر تهوية جيدة للتربة، وبالتالي تحسين نمو الجذور وانتشار الكائنات الحية الدقيقة المفيدة في التربة.
- يعمل سماد الكمبوست الدودي في المحافظة بشكل ملحوظ على تعداد منخفض من الآفات الحشرية والآفات النيماتودية بالتربة.
- يعتبر سماد الكمبوست الدودي من أكفأ أنواع الأسمدة العضوية في الحد من انتشار الأمراض النباتية المحمولة بالتربة.
- يحسن الاستقرار الهيكلي للتربة، وبالتالي منع تآكل التربة وتعريتها.
- يحسن نوعية الحبوب / الفواكه نظرا لزيادة محتوى السكر بها.

2. دور الكمبوست الدودي في قمع ومقاومة الآفات المختلفة

The Role of Vermicompost in Suppression and Control of Various Pests

من المعروف أن جميع أنواع السماد العضوي (الكمبوست) عندها درجات أو مستويات عالية للحد من إصابة النباتات بالآفات أو الأمراض النباتية خاصة تلك المحمولة في التربة، ولكن يعتبر سماد الفيرمي كمبوست هو الأكثر كفاءة بكثير في الحد من هذه الإصابات. وهناك العديد من العلماء قاموا بشرح الدور الفعال الذي يقوم به سماد الكمبوست الدودي في حماية النباتات من الآفات والأمراض المختلفة ومن هؤلاء العلماء:

(Arancon *et al.*, 2002 Chaoui *et al.*, 2002; Arancon *et al.*, 2005; Compant *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2007; Elmer, 2009 and Jack,2010).

ولقد تم إرجاع هذا الدور لسماد الكمبوست الدودي في السيطرة على الآفات المختلفة إلى القمع أو التأثير الطارد للآفات أو عن طريق تعظيم المقاومة المستحثة في النباتات. كما أن هناك احتمال آخر وهو وجود كائنات حية في الكمبوست تتغذي على الفطريات Fungivorous أو تتغذي على البكتيريا Bacterivorous أو كائنات متطفلة على الحشرات مثل: النيماتودا الممرضة للحشرات Entomopathogenic nematodes. وعموماً يمكن تفسير كيفية حماية سماد الكمبوست الدودي للنباتات من الآفات المختلفة عن طريق ثلاثة طرق وهي:

- **حث المقاومة الحيوية في النباتات**

سماد الكمبوست الدودي يحتوي على بعض المضادات الحيوية والشعاعية التي تساعد في زيادة "قوة المقاومة الحيوية" بين نباتات المحاصيل ضد الآفات والأمراض، حيث تلاحظ زيادة واضحة في مقاومة النباتات للآفات والأمراض والنيماتودا المتطفلة على النباتات ومنها العديد من مفصليات الأرجل مثل:

نطاط الأوراق Jassids (*Empoasca kerri*) والمن Aphids (*Myzus persicae* & *Aphis craccivora*) والعنكبوت Spider mites (*Tetranychus urticae*) والبق الدقيقي Mealy bugs (*Planococcus citri*) وأبي دقيق الكرنب Caterpillars (*Pieris rapae*).

(Chaoui *et al.*, 2002; Arancon *et al.*, 2002, 2005 & 2007 and Edwards *et al.*, 2009).

- **التأثير الطارد للآفات**

من المعروف أنه في الزراعة التقليدية عند استخدام الأسمدة الكيميائية قد يؤدي ذلك إلى وجود وفرة من عنصر النيتروجين في النباتات وذلك يؤدي إلى جذب حشرات المن بكثرة نتيجة لوجود الأحماض الأمينية الحرة. ولقد لوحظ عند استخدام سماد الكمبوست الدودي في الزراعات العضوية فإنها تصاب بدرجة أقل أو لا تصاب بحشرات المن نتيجة لأن جدر خلايا النباتات تكون أكثر صلابة وبالتالي زيادة القوة الميكانيكية للجدران كما أن محتويات المياه انخفضت في الأنسجة النباتية وهذا له تأثير وقائي ضد المن.

وقد أوضح Edwards and Arancon (2004) أن هناك انخفاض ملحوظ في أعداد آفات حشرية عديدة عند استخدام سماد الكمبوست الدودي مثل: حشرات المن والبق الدقيقي وأبي دقيقي الكرنب وكذلك العنكبوت، وبالتالي انخفاض في الأضرار التي تسببها هذه الآفات على نباتات الطماطم والفلفل الملفوف في التجارب التي أجريت عليها عند إضافة 20 و40 % من سماد الكمبوست الدودي

بالتربة. ولقد وجد أن سماد الكمبوست الدودي له تأثير طارد للعديد من الآفات الحشرية كما أنه يقمع مسببات الأمراض النباتية من فطريات وبكتيريا ونيماتودا. ويمكن تفسير ذلك بأن ديدان الأرض في الكمبوست الدودي تقوم بإفراز إنزيمات الكيتيناز Chitinase وهذه الإنزيمات تقوم بتكسير الكيتين المكون للهيكل الخارجي للحشرات. ويمكن لنواتج انهيار الكيتين هذه أيضاً أن تقوم بهضم البكتيريا والفطريات الممرضة للنباتات. كما أن هناك أيضاً الانزيمات المسؤولة عن تكسير السليلوز في سماد الكمبوست الدودي والتي تكون قادرة على هضم البكتيريا والفطريات السيلولوزية مثل فطريات (*Pythium* and *Phytophthora*) التي تسبب مجموعة واسعة من الأمراض الفطرية للمحاصيل المختلفة.

- **قمع الآفات والأمراض النباتية**

لقد وجد أن استخدام سماد الكمبوست الدودي أسفر عن قمع عدد كبير من الآفات الحشرية سواء الحشرات الثاقبة الماصة أو القارضة Edwards and Arancon (2004), Arancon *et al.* (2002), (2004), (2005 & 2007), Yardim *et al.* (2006). ويقوم سماد الفيرمي كمبوست بتثبيط الأمراض النباتية خاصة الفطريات المحمولة في التربة للعديد من المحاصيل مثل: الملفوف والطماطم والخيار، بالإضافة إلى ما سبق فقد وجد أن سماد الكمبوست الدودي عمل على تثبيط النيماتودا المتطفلة على نباتات الفلفل والطماطم والفراولة والعنب.

3. الصفات المرغوبة في الديدان المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست الدودي

Desirable Characteristics in Worms Used in Vermicompost Production

هناك بعض من الصفات الأساسية التي يجب توافرها في الديدان المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست الدودي، وفيما يلي أهم هذه الصفات:

- يجب أن تظهر الديدان كفاءة في استهلاك المخلفات العضوية وتحقيق معدل نمو مرتفع.
- يجب أن يكون لدي الديدان مدى واسع من التحمل للعوامل البيئية بما في ذلك التكيف للتغذية على مجموعة متنوعة من المخلفات العضوية.
- يجب أن تنتج الديدان أعداد كبيرة من الشرانق مع وقت قصير للفقس مما يساعد على النمو السريع لأعدادها، ويرتبط بهذا النمو السريع، إنتاج سماد أسرع من المخلفات العضوية.
- يجب أن تكون دورة حياة الدودة قصيرة بحيث تصل بسرعة لطور النضج.
- استخدام خليط من الأنواع من المرجح أن يكون أكثر فائدة من استخدام نوع واحد.
- يجب أن تكون الديدان مقاومة للأمراض.

4. أنواع ديدان الأرض المستخدمة في إنتاج سماد الكمبوست الدودي

Species of Worms Used in Vermicompost Production

تستخدم العديد من أنواع ديدان الأرض في إنتاج سماد الكمبوست الدودي، ومن أهم هذه الأنواع ما يلي:

Eisenia fetida (Red worm), *Eudrilus eugeniae* (African night crawler), *Perionyx excavatus* (Blue worm), *Megascolex mauritii, Lampito mauritii, Eisenia Andrei, Lampito rubellus* and *Drawida willis.*

وفيما يلي وصف لدورة حياة ثلاثة أنواع من ديدان الأرض المستخدمة على نطاق واسع في إنتاج سماد الكمبوست الدودي (Vermicompost):

- **النوع *Eisenia fetida***

الاسم القديم لهذا النوع هو *Eisenia foetida* ويعرف هذا النوع أيضاً باسم الدودة الحمراء Red worm كما هو موضح في شكل (28)، أو الدودة الحمراء المهتزة Red wiggler worm أو الدودة المرقطة Trout worm أو الدودة النمرة Tiger worm أو ديدان كاليفورنيا الحمراء Red Californian earthworm أو دودة السماد

شكل (28): ديدان الأرض النوع *Eisenia fetida*

Manure worm وهذا النوع ربما يكون هو الأكثر استخداما على نطاق واسع في عملية إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicomposting.

وهذا النوع من ديدان الأرض تكيف تماماً للتغذية والمعيشة على المواد العضوية المتحللة ونادرا ما يوجد في التربة، ولكنه يزدهر ويتكاثر في أماكن تعفن النباتات والسماد. ويمكن الحصول على هذا النوع من الديدان الحمراء في كومة سماد إسطبل الخيل أو سماد المزارع، كما يمكن شرائها من الشركات العالمية المتخصصة في إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicompost. ويفرز هذا النوع من ديدان الأرض سائل لاذع كريهة الرائحة عندما تمسك الديدان باليد بعنف ومن هنا يأتي اسم هذا النوع وهو foetida بمعنى نتن، وهذا هو المفترض لتكيف النوع لأن هذا السائل يعتبر طارد للمفترسات Antipredator.

والطور الكامل من الدودة الحمراء ينتج في المتوسط شرنقة كل يوم ثالث أي بمعدل من 2 – 3 شرانق في الأسبوع وكل شرنقة تفقس إلى 1 – 3 أفراد بعد حوالي 23 يوماً والدودة حديثة الفقس ذات لون أبيض ويبلغ طولها حوالي 1.5 سم وتنمو بسرعة بالتغذية على المخلفات العضوية وتصل لمرحلة النضج أو البلوغ في خلال 40 – 60 يوماً، ويمكن للدودة البالغة أن يصل وزنها إلى 1500 ملليجرام.

- **النوع *Eudrilus eugeniae***

يطلق على هذا النوع الزواحف الليلية Night Crawler والموطن الأصلي لهذا النوع هو غرب إفريقيا الاستوائية وهو منتشر الآن في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، ويمكن القول إن هذا النوع يأتي في المرتبة الثانية من حيث الاستخدام على نطاق واسع في عملية Vermicomposting. وتنمو ديدان هذا النوع بشكل أسرع من الأنواع الأخرى من ديدان الأرض، حيث يبلغ معدل النمو حوالي 12 ملليجرام في اليوم الواحد، والديدان الناضجة يمكن أن يصل وزن الدودة الواحدة بها حوالي 4.3 جرام. وتصل ديدان هذا النوع لمرحلة النضج أو البلوغ في خلال 40 يوماً، وبعد أسبوع تبدأ الأفراد البالغة في وضع شرانق البيض حيث تضع كل دودة في المتوسط شرنقة واحدة في اليوم. ويتراوح عمر ديدان هذا النوع في المختبر من 1 إلى 3 سنوات.

- **النوع *Perionyx excavatus***

وهذا النوع شائع الاستخدام جداً في جبال الهيمالايا الشرقية والغربية في الهند وفي البنغال وجزر أندامان الصغرى، وهو قابل للتكيف للغاية ويمكن أن يعيش في مدى واسع من الرطوبة ونوعيات مختلفة من المواد العضوية. ويبلغ متوسط معدل النمو لديدان هذا النوع حوالي 3.5 ملليجرام من وزن الجسم في اليوم، ويمكن أن يصل الحد الأقصى لوزن ديدان هذا النوع لحوالي 600 ملليجرام لدودة الواحدة. وتصل ديدان هذا النوع لمرحلة النضج أو البلوغ في خلال 21 يوماً، وتبدأ في وضع الشرانق في اليوم 24، وكل شرنقة تفقس إلى 1 – 3 أفراد. ويري فريق من العلماء أن هذا النوع هو من بين الأنواع الأكثر ملاءمة للاستخدام في عملية الـ Vermicomposting في المناطق الاستوائية.

5. عملية إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicomposting

هي عملية هوائية وغير حرارية تعتمد على الأكسدة الحيوية للمخلفات العضوية باستخدام بعض أنواع من ديدان الأرض التي تتغذي على هذه المخلفات العضوية وتحللها بتعزيز النشاط الميكروبي. وهنا يجب أن نقوم بشراء أو إكثار ديدان الأرض، ويطلق على عملية إكثار وتربية ديدان الأرض Vermiculture والهدف من ذلك هو الحصول على أعداد كافية من الديدان واستخدامها في عملية الـ Vermicomposting كما يمكن بيع الأعداد الزائدة من الديدان حيث يمكن استخدامها لنفس الغرض أو لأغراض أخرى.

ويتم إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicompost على نطاق محدود للاستخدام في المزارع الصغيرة أو الحدائق باستخدام أوعية خاصة يطلق عليها Vermireactor شكل (29)، أو على نطاق واسع مثل كومة سماد الكمبوست العضوي المعدة على سطح الأرض وهذه يطلق عليها Windrow system.

مما سبق يتضح أنه خلال عملية الـ Vermicomposting تنتج عندنا ديدان الأرض كمنتجات من خلال عملية Vermiculture وعلاوة على ذلك، يتم إنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicompost الذي يعرف أيضاً باسم Vermicast وينتج أيضاً خلال هذه العملية سائل سماد الكمبوست الدودي الذي يسمي Vermiwash. ويعتبر سماد الكمبوست الدودي وسائل سماد الكمبوست الدودي من الأسمدة الحيوية التي يمكن استخدامها في

الزراعة العضوية. ويمكن استخدام سائل سماد الكمبوست الدودي Vermiwash رشاً على المجموع الخضري للنباتات حيث إنه غني بالعناصر الغذائية الأساسية والنادرة.

وقد ذكر Siddique (2005) أن معدل نمو ديدان الأرض سريع جداً والدودة الناضجة يمكن أن يصل وزنها الى 1500 ملليجرام، وبعد 50-55 يوما من الفقس من الشرنقة يمكن أن يكون لها القدرة على التكاثر، وتستهلك الديدان الحمراء يومياً ما يعادل وزن جسمها من المواد العضوية. وفي المتوسط تزن مليون دودة ما يقرب من طن واحد، وهذا المليون يتضاعف كل شهرين بحيث يمكن أن نحصل على حوالي 64 مليون من الديدان في خلال سنة واحدة وهذا العدد من الديدان يمكن أن يستهلك ما يقرب من 64 ألف طن يومياً من المخلفات العضوية وتنتج ما يقرب من 32 طن من سماد الكمبوست الدودي في اليوم الواحد، ونحتاج إلى مساحة فدانين لنحصل على هذا الإنتاج في نظام Windrow system.

6. الاحتياجات والمتطلبات الأساسية لإنتاج سماد الكمبوست الدودي

وقد قام Garg *et al.* (2006) بوصف الاحتياجات والمتطلبات الأساسية التي يجب توفرها لإنتاج سماد الكمبوست الدودي والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

- **الفرشة**

في الأساس يجب توفير فرشة Bedding أي موطن مستقر لديدان الأرض وهذه الفرشة يجب أن تكون قادرة على امتصاص المياه الزائدة والاحتفاظ بها والناتجة من تنفس ديدان الأرض، كما يجب أن تسمح بحصول الديدان على احتياجاتها من الأوكسجين. كما يجب أن هذه الفرشة على نسبة منخفضة من النيتروجين، فبالرغم من أن الديدان تتغذي أيضاً على محتويات الفرشة وتحللها فمن المهم جدا أن تتم هذه العملية ببطء لأن التدهور السريع للفرشة والحرارة الناتجة عن ذلك قد تكون قاتلة للديدان. ومن أهم المواد التي يمكن أن تستخدم كفرشة لديدان الأرض ما يلي: سماد الخيل، البيت موس، سيلاج الذرة، قش الشوفان والقمح، وورق الجرائد، ونشارة الخشب، وورق الأشجار، وسيقان وكيزان الذرة، ومخلفات المطبخ فيما عدا الزيوت ومخلفات اللحوم والأسماك.

- **مصادر الغذاء**

بعد ذلك يجب توفير مصادر من المواد العضوية لتغذية ديدان الأرض وهو الخطوة الأكثر أهمية في عملية الـ Vermicomposting. ويمكن لديدان الأرض استخدام مجموعة متنوعة واسعة من المواد العضوية كغذاء مثل: روث الأبقار، روث الدواجن، ومخلفات الأغنام والماعز، والمخلفات الزراعية المختلفة، مخلفات الخيول، الأعشاب المائية، المخلفات النباتية، المخلفات الورقية، المخلفات البلدية الصلبة. وفي الظروف المثالية، يمكن لديدان الأرض أن تستهلك كمية من المواد الغذائية أكبر من وزن الجسم، وعموماً يمكن القول إن معدل استهلاك دودة الأرض من الغذاء يومياً يعادل نصف وزنها.

- **الرطوبة**

تعتبر الرطوبة من الاحتياجات الهامة في عملية إنتاج سماد الفيرمي كمبوست Vermicompost ولعل أهم شرط لمعيشة ديدان الأرض هو توفر رطوبة كافية، حيث إنها تتطلب رطوبة في حدود 60-70 %، ولا ينبغي أن تكون المواد العضوية المستخدمة رطبة جداً وإلا فإن ذلك يتسبب في خلق الظروف اللاهوائية التي قد تكون قاتلة لديدان الأرض.

شكل (29): يوضح الأوعية الخاصة المستخدمة لإنتاج سماد الكمبوست الدودي Vermicompost, على نطاق المزارع الصغيرة وتسمى هذه الأوعية Vermireactor

- **التهوية**

تعتبر عوامل مثل ارتفاع مستويات المواد الدهنية/الزيتية في المخلفات أو الرطوبة الزائدة إلى جانب سوء التهوية قد تجعل الظروف اللاهوائية سائدة في عملية الـ Vermicomposting، وهنا تعاني الديدان ويحدث موت لعدم توفر الأوكسجين وكذلك بسبب تراكم المواد السامة مثل: الأمونيا، وهذا من الأسباب الرئيسية بمنع استخدام اللحوم الدهنية أو النفايات الزيتية الأخرى في المخلفات العضوية في إنتاج السماد الدودي.

- **درجة الحرارة**

تتأثر العمليات الحيوية المختلفة في ديدان الأرض إلى حد كبير بدرجة الحرارة ويشمل ذلك: النشاط، والتمثيل الغذائي والنمو والتنفس والتكاثر. ومعظم أنواع ديدان الأرض المستخدمة في عملية الـ Vermicomposting تتطلب درجات حرارة معتدلة من 10 – 35 $^{\circ}$م، حيث تختلف درجة تحمل درجات الحرارة من نوع إلى آخر. ويمكن لديدان الأرض أن تتحمل وتتعايش مع الظروف الباردة والرطبة أفضل بكثير من الظروف الحارة والجافة، وارتفاع درجات الحرارة أكبر من 35هم قد يؤدي إلى ارتفاع معدل الموت في ديدان الأرض.

- **درجة الحموضة pH**

يمكن لديدان الأرض البقاء على قيد الحياة في درجة حموضة pH تتراوح من 5 إلى 9 ولكن درجة الحموضة المثلى لها هي pH من 7.5 إلى 8.0. وبشكل عام فإن درجة الحموضة في خلال عملية الـ Vermicomposting تميل إلى الإنخفاض بمرور الوقت نتيجة تحلل المواد العضوية تحت سلسلة من التفاعلات الكيميائية، وبالتالي إذا كانت المخلفات العضوية ذات مصادر قلوية فإن درجة الحموضة تميل لأن تصبح متعادلة أو قليلة الحامضية، أما في حالة كانت المخلفات العضوية ذات مصادر حامضية فإن درجة الحموضة pH يمكن أن تنخفض كثيراً لتصل لأقل بكثير عن 7 وفي مثل هذه الظروف الحامضية تجذب هذه البيئة بعض الآفات مثل: الفراشات والعنكبوت، وهنا يمكن تعديل درجة الحموضة بإضافة كربونات الكالسيوم لتقليل الحموضة ورفع درجة الـ pH.

بالإضافة إلى ما سبق، هناك بعض العوامل الثانوية التي قد تؤثر على ديدان الأرض أثناء عملية إنتاج سماد الكمبوست الدودي ومنها:

محتوى الملح: من المعروف أن ديدان الأرض حساسة جدا للأملاح، وتفضل المخلفات العضوية التي تحتوي على مستويات ملح أقل من 0.5 %، ولذلك إذا تم استخدام الأعشاب البحرية في عملية الـ Vermicomposting يجب أن تشطف بالماء جيداً من أجل الحد من محتوى الملح بها مع العلم أن ديدان الأرض لا تفضل جميع أشكال الأعشاب البحرية.

محتوى البول: إذا تم استخدام سماد الأبقار كمخلفات عضوية، وكانت هذه الأبقار مرباه بمناطق بها كتل خرسانية فإنه سيحتوي على نسبة عالية من البول، ويتسبب ذلك في تراكم الغازات السامة مثل الأمونيا في بيئة ديدان الأرض، وهنا يجب غسل سماد الأبقار بالماء للتخلص من البول الزائد قبل الاستخدام.

الحادي عشر: الأسمدة الحيوية Biofertilizers

في نهاية القرن التاسع عشر الميلادي أوضح العالم Beijerinck أن العقد الجذرية الموجودة على جذور النباتات البقولية تحتوي على خلايا نوع من البكتيريا تقوم بتثبيت الأزوت الجوي وإمداد النباتات بما تحتاجه من النيتروجين. وفي نهاية القرن العشرين وحتى منتصفه تقدم علم ميكروبيولوجي التربة وتم توضيح وتفسير العمليات الحيوية والكيميائية التي تحدث في التربة وخصوصاً التربة الغنية بالمادة العضوية. وقد وجد أن نشاط الكائنات الحية الدقيقة المفيدة (من بكتيريا وفطريات وغيرها) يعتمد على وجود المادة العضوية في التربة وخاصة تلك الكائنات التي تعتمد على الكربون العضوي كمصدر للطاقة ومن أمثلة ذلك البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي تحت الظروف الهوائية مثل: *Azotobacter* sp. وكذلك تحت الظروف اللاهوائية مثل: *Clostridium pasteurianum* هذا بالإضافة إلى نشاط الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للأزوت الجوي عن طريق المعاشرة مثل أنواع بكتيريا *Rhizobium* sp. وهي تعيش معيشة تكافلية مع نباتات العائلة البقولية، كما توجد سلالات أخرى تعيش تكافلياً مع نباتات غير العائلة البقولية.

وجدير بالذكر أن هناك مجموعات من الكائنات الحية الدقيقة تعمل على إذابة وتيسر العناصر الغذائية للنباتات من المركبات والمعادن الحاملة لهذه العناصر مثل: عنصري الفوسفور والبوتاسيوم وكذلك العناصر الصغرى ومن هذه الكائنات الحية الدقيقة بعض أنواع

بكتيريا: *Bacillus*, *Streptomyces* and *Mycrrohyzae* ونشاط مثل هذه الكائنات يعتمد أيضاً بتوفر المادة العضوية.

ومصطلح الأسمدة الحيوية Biofertilizers يمكن أن يطلق على المستحضرات أو الكتلة الحيوية Biomass التي تحتوي على سلالات من الكائنات الحية الدقيقة التي قد يطلق عليها Microbial Inoculants حيث يمكن أن تضاف للتربة بغرض أن تقوم من خلال نشاطها الحيوي بإمداد النباتات ببعض احتياجاتها من العناصر الغذائية.

وبناء عليه يمكن تعريف الأسمدة الحيوية بأنها تحضيرات تحتوي على خلايا كائنات حية دقيقة لسلالات عالية الكفاءة في تثبيت النيتروجين وإذابة الفوسفات أو البوتاسيوم التي تستخدم لإضافتها مع البذور أو التربة بهدف زيادة أعداد هذه الكائنات الدقيقة وإسراع عمليات ميكروبية معينة تزيد من صلاحية العناصر الغذائية للنبات. وتعتبر الأسمدة الحيوية عنصر هام من عناصر تقليل الأضرار الناتجة عن استخدام الأسمدة الكيميائية وهي تعمل على توفير الاحتياجات السمادية للمحاصيل. كما ان كثير من المحاصيل البقولية ترتبط باستخدام الأسمدة (المخصبات) الحيوية وهذا يزيد من كمية البروتينات التي يحتاجها الأنسان وبذلك يتم التوازن في مكونات الغذاء بأقل التكاليف ودون تلوث للبيئة. ويمكن تلخيص الفوائد العامة للأسمدة الحيوية عند استخدامها في الزراعة العضوية في النقاط التالية:

* تعمل على زيادة صلاحية العناصر الغذائية عن طريق تنشيط الميكروبات المتخصصة المستخدمة.
* توفير كمية من الأسمدة المستخدمة في حدود 25 %.
* زيادة صلاحية العناصر الغذائية الأخرى وتيسير امتصاصها.
* إفراز بعض المضادات الحيوية التي تقاوم بعض أمراض النبات.
* إفراز مواد منشطة للنمو.
* تقوية نمو الجذور والمجموع الخضري وبالتالي زيادة المحصول وتحسين جودته.
* الحد من تلوث البيئة.

ويمكن تقسيم الأسمدة الحيوية على أساس نشاطها الحيوي ونوع العناصر الغذائية التي توفرها للنبات إلى:

1. أسمدة حيوية لمعدنة المادة العضوية
Biofertilizers for Mineralization of Organic Matter

تتحلل المادة العضوية الموجودة في التربة أو المضافة إليها بواسطة العديد من الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في التربة، فإذا وجدت هذه الكائنات بأعداد قليلة فإن تحلل المادة العضوية يكون بطيئاً وقد يستغرق فترات زمنية طويلة ولذلك فإننا نقوم بإكثار هذه الكائنات الحية الدقيقة معملياً ثم تضاف للتربة أو تلقح بها. ومن المعروف أن الجزء الأكبر من المادة العضوية يتكون من السليلوز يليه الهيميسيلولوز واللجنين التي تتحلل ببطء بالمقارنة مع المكونات الأخرى مثل: الكربوهيدرات والبروتينات والأحماض الأمينية والدهون وما إلى ذلك. ومن الكائنات الحية الدقيقة التي تستخدم لهذا الغرض أنواع خاصة من الفطريات والأكتينوميسيس والبكتيريا، ومن أهمها فطريات:

Trichoderma viride, *Aspergillus niger*, *Triuchurus spiralis* and *Paecilomyces fusisporu*

وكذلك البكتيريا من جنس *Cellulomonas*، وجنس *Cytophaga*

2. أسمدة حيوية لإمداد النبات بالنيتروجين
Nitrogen Fixing Biofertilizers

يوجد العديد من الكائنات الحية الدقيقة (بكتيريا-فطريات-طحالب) التي يمكنها أن تقوم بتثبيت الأزوت الجوي إما أثناء نموها تكافلياً مع أحد النباتات الراقية أو أثناء معيشتها حرة بالتربة أي أنها تعيش معيشة لا تكافلية، وتستخدم كلتا المجموعتين في تحضير الأسمدة أو المخصبات الحيوية التي تستخدم في الزراعة العضوية، ويمكن تقسيم الأسمدة الحيوية التي تقوم بإمداد النبات بالنيتروجين إلى أسمدة حيوية تكافلية وأسمدة حيوية لا تكافلية كما يلي:

- **أسمدة حيوية تكافلية Symbiotic Biofertilizers**

وهنا يتم إنتاج هذه الأسمدة من أحياء دقيقة تعيش معيشة تكافلية (بمعنى تعاونية) مع جذور أحد النباتات حيث تقوم هذه الكائنات الحية الدقيقة بإمداد النباتات ببعض العناصر الغذائية مع أخذ احتياجاتها الغذائية وخصوصاً الكربون من النبات، أي أنه يحدث تبادل منفعة بين كائنين مختلفين يعيشان مع بعضهما هما أحد الكائنات الحية الدقيقة والنبات، وهذا يعني أن هاذين الكائنين يكفل أحدهما الآخر ولذلك يطلق عليهما الكائنين المتكافلين أي Symbionts. ومن أمثلة الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في ذلك ما يلي:

بكتيريا العقد الجذرية

لقد عرف منذ القديم أهمية المحاصيل البقولية في زيادة خصوبة التربة الزراعية وكذلك الدور الذي تقوم به بكتيريا العقد الجذرية في تثبيت الأزوت الجوي تكافلياً بواسطة عدة أجناس من بكتيريا العقد الجذرية مثل:

Rhizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium and *Sinorhizobium* spp.

حيث تعيش هذه البكتيريا معيشة تعاونية مع نباتات العائلة البقولية فتكون على جذور نباتات هذه العائلة عقداً جذرية تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي (تقوم بتثبيت من 50 – 100 كجم نيتروجين/ هكتار) داخل العقد ثم توصيله إلى النبات مقابل حصول هذه البكتيريا من عوائلها النباتية على بقية العناصر الغذائية اللازمة لنموها وتكاثرها. ويتم إكثار سلالات خاصة من بكتيريا العقد الجذرية لتلقيح النباتات بها لتحسين وزيادة المحاصيل البقولية وكذلك المحصول الذي يليه وبذلك يمكن الاستغناء عن الأسمدة النيتروجينية في تسميد هذه النباتات أو التقليل منها. ويتوقف نوع البكتيريا المستخدمة في التلقيح على نوع النباتات النامية، وفيما يلي أمثلة لبعض أنواع من بكتيريا العقد الجذرية والنباتات التي تستخدم عليها:

* استخدام النوع *Rhizobium meliloti* على نباتات البرسيم الحجازي والحلبة.
* استخدام النوع *Rhizobium trifolii* على نباتات البرسيم العادي.
* استخدام النوع *Rhizobium leguminosarum* على نباتات البسلة والعدس والفول البلدي.
* استخدام النوع *Rhizobium phaseoli* على نباتات الفاصوليا.
* استخدام النوع *Bradyrhizobium japonicum* على نباتات فول الصويا.
* استخدام النوع .*Sinorhizobium* spp. على نباتات السيسبانيا *Sesbania rostorata*.

الفرنكيا *Frankia*

جنس الفرنكيا *Frankia* من أجناس الأكتينوميسيتس *Actinomycetes* التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي في العقد الجذرية التي تكونها على جذور عديد من أنواع الأشجار والشجيرات غير البقولية وهناك ما يقرب من 120 نوعاً نباتياً من الأشجار والشجيرات تعيش معها هذه البكتيريا معيشة تكافلية ومن أمثلة أجناس هذه النباتات ما يلي: *Alnus, Casuarina, Ceanothus, Eleagnus, Myrica, Hippophae* and *Purshia* وتستخدم بعض سلالات من جنس الفرنكيا لتلقيح بعض أشجار الغابات، ومثال ذلك استخدام بكتيريا *Frankia casuarina* لتلقيح شتلات أشجار الكازوارينا وهي من الأشجار التي تستخدم كمصدات رياح علي نطاق واسع.

وجدير بالذكر أن أنظمة تثبيت النيتروجين غير البقولية ذات أهمية زراعية متواضعة، وقد وجد أن تثبيت النيتروجين من هذه كاسيات البذور يختلف ويعتمد بشكل كبير على نوع التربة والظروف المناخية وعمر النبات. وقد ذكر (2006) Gaur أن تثبيت النيتروجين كان في نطاق 12–200 كجم/هكتار/سنة بالنسبة للأنواع من جنس *Alnus*، 27–179 كجم/هكتار/سنة بالنسبة للأنواع من جنس *Hippophae*، بينما كان حوالي 58 كجم/ هكتار/سنة بالنسبة للأنواع من جنس *Casuarina*، 60 كجم/هكتار/سنة بالنسبة للأنواع من جنس *Ceanothus* بينما كان يتم تثبيت النيتروجين بمقدار 10 كجم/ هكتار/سنة بالنسبة للأنواع من جنس *Myrica*.

- **أسمدة حيوية لاتكافلية Non-symbiotic Biofertilizers**

هناك مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة اللاتكافلية، حيث تعيش حرة في التربة وتستطيع أن تنمو وتنشط وتتكاثر بالتربة وتقوم بتثبيت الأزوت الجوي وبناء خلايا غنية بالنيتروجين العضوي، وبالتالي تزداد الكتلة الحيوية لهذه الكائنات الحية وعند موتها وتحللها يحدث معدنة للنيتروجين العضوي بواسطة كائنات أخرى وتنطلق الأمونيا التي يستفيد منها النبات. ومن أهم الأمثلة لهذه الكائنات الحية الدقيقة، البكتيريا من أجناس:

Azotobacter, Azospirillum, Clostridium and *Beijerinckia* sp.

بكتيريا *Azotobacter*

تنتمي بكتيريا الأزوتوباكتر *Azotobacter* إلى عائلة *Azotobacteriaceae*، وهي بكتيريا غير هوائية وتعيش معيشة حرة بالتربة. استخدام هذه البكتيريا يساعد في إضافة من 10 إلى 20 كجم نيتروجين/هكتار، كما أنها تفرز مواد تعمل على تحسين إنبات البذور والنمو الجيد للمجموع الجذري، وكذلك تنتج السكريات المتعددة مما يحسن من تجميع حبيبات التربة. بالإضافة إلى ما سبق فإن بكتيريا الأزوتوباكتر تعمل على قمع نمو الكائنات الحية الدقيقة الرمية أو المسببة للأمراض النباتية التي توجد بالقرب من المجموع الجذري للنباتات.

وقد وجد أن استخدام بكتيريا الأزوتوباكتر يساعد في الحفاظ على كثافة النباتات والنمو الجيد لها وبالتالي زيادة العائد من المحصول، حيث وجد في الهند أن استخدام هذه البكتيريا على محاصيل مثل: الذرة الرفيعة والذرة والخردل والقطن ومحاصيل الخضر (مثل الطماطم والبطاطا وغيرها)، وبشكل عام في محاصيل الحبوب نتج عنها زيادة في المحصول، وقد ذكر (2006) Gaur أن هذه الزيادة تتراوح من 15 إلى 30 %.

بكتيريا *Azospirillum*

وجدت هذه البكتيريا تعيش داخل جذور محاصيل الذرة الرفيعة والدخن، وهي تنتمي إلى عائلة Spiriliaceae وتقوم هذه البكتيريا بتثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي حيث تعمل على إضافة حوالي 15–30 كجم نيتروجين/هكتار، هذا بالإضافة إلى أنها تفرز مواد منظمة للنمو، وقد وجد أن استخدام لقاحات من بكتيريا Azospirillum يساعد في زيادة العائد من محصول الدخن (2006) Gaur، ويوصى أيضاً باستخدامها على محاصيل الأرز والذرة والقمح وقصب السكر.

الطحالب الخضراء المزرقة Blue-green algae

الطحالب الخضراء المزرقة، المعروفة أيضاً باسم البكتيريا الزرقاء cyanobacteria، وهذه الطحالب تشكل نمو غروي غير ليفي على الأرض وعلى سطح التربة والمياه، ولها أوجه شبه مع البكتيريا باستثناء قيامها بعملية التمثيل الضوئي. وهي منتشرة عالمياً بجميع المناطق ولها القدرة على البقاء على قيد الحياة في الظروف المناخية القاسية. وهي تتكاثر خضرياً بالانقسام، أما التكاثر الجنسي يكون بتكوين جراثيم خارجية وجراثيم داخلية والأبواغ، حيث إن الطحالب الخضراء المزرقة لا تتكاثر جنسياً.

وتثبيت النيتروجين الجوي بواسطة الطحالب الخضراء المزرقة يتم في خلايا خاصة يطلق عليها Heterocysts التي تتواجد على شريط (خيط) الطحلب، وهي كبيرة ولها جدار سميك وتنمو بين الخلايا الملونة على شريط الطحلب، والخلايا المتخصصة في تثبيت النيتروجين Heterocysts والأخرى الخضرية تعتمد كل منها على الأخرى عند تثبيت النيتروجين. ويمكن تقسيم أنواع الطحالب الخضراء المزرقة التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي إلى 3 مجموعات هي: أشكال Heterocystous الهوائية، أشكال وحيدة الخلية الهوائية، وأخيراً أشكال Microaerophilic غير الخيطية. ومن أهم أجناس الطحالب الخضراء المزرقة التي تستخدم في إنتاج الأسمدة الحيوية ما يلي:

Nostoc, Anabaena, Calothrix, Tolypothrix, Plectonema, Avcillatoria, Cylindrospermum, Aulosira and *Scytonema.*

وقد وجد (2006) Gaur أن التسميد الحيوي بالطحالب الخضراء المزرقة يؤدي إلى زيادة محصول الأرز بنسبة تتراوح من 15 إلى 20 %، كما أنه يؤدي إلى زيادة خصوبة التربة لأنه بالإضافة إلى تثبيت النيتروجين من الهواء الجوي فإن هذه الطحالب تفرز فيتامين ب والأوكسينات وحمض الأسكوربيك وأندول حمض الخليك وحمض الجبريليك التي قد تلعب دورًا هامًا في نمو نباتات الأرز.

وكما سبق القول بأن هذه الطحالب تقوم بعملية التمثيل الضوئي وبالتالي ينتج عنها مواد كربوهيدراتية لازمة للبكتيريا الموجودة في منطقة التربة المحيطة بالجذور. ويؤدي تلقيح الأرز بالطحالب الخضراء المزرقة إلى تقليل كميات الأسمدة الأزوتية المعدنية إلى حوالي 25 % من الاحتياجات المطلوبة. وتبلغ كمية النيتروجين المثبتة حيوياً بواسطة الطحالب الخضراء المزرقة من 20 – 30 كجم نيتروجين/هكتار/السنة في حقول الأرز ذات الأرض الرطبة.

نبات الأزولا Azolla

هناك نوع من الطحالب يعيش تكافلياً مع نوع معين من النباتات السرخسية Water Ferns تنتمي إلى عائلة *Azollaceae* وهو نبات الأزولا Azolla ويعيش في التجاويف الخاصة بأوراق نبات الأزولا طحلب *Anabaena azollae* حيث يقوم الطحلب بتثبيت الأزوت الجوي ويمد النبات بالنيتروجين ويأخذ منه الكربوهيدرات. ويتم تنمية نبات الأزولا Azolla في أحواض ثم تلقح به التربة المنزرعة بالأرز لإمداد النباتات بالنيتروجين، ويستخدم ذلك في بعض أجزاء من الهند ودول جنوب شرق آسيا.

3. أسمدة حيوية لمعدنة الفوسفور العضوي
Biofertilizers for Organic Phosphorus Mineralization

تقوم بعض ميكروبات التربة بمعدنة الفوسفور العضوي الموجود في بقايا النباتات والحيوانات والكائنات الحية الأخرى التي تحتوي على الفوسفور العضوي في خلاياها، وعادة يوجد الفوسفور العضوي في المواد العضوية في صورة PO_4^{3-} ومن أهم الكائنات الحية الدقيقة بالتربة التي تستطيع تحليل المركبات العضوية الفوسفورية أنواع عديدة من الفطريات والبكتيريا والأكتينوميسيتات. ومن أنشط الكائنات الحية الدقيقة في تحليل المركبات العضوية الفوسفورية ما يلي:

Aspergillus niger, A. awamori, Penicillium digitatum, Pseudomonas striata, Bacillus polymyxa, Streptomyces sp., *Flavobacterium* sp., *Erwinia* sp., *Enterobacter* sp., *Achromobacter* sp. and *Schwanniomyces occidentalis*

وهنا يتم اختيار أكفأ السلالات من هذه الكائنات الحية الدقيقة حيث يتم إكثارها معملياً ثم تلقح بها التربة الزراعية أو بذور النباتات حيث تقوم بمعدنة الفوسفور العضوي وتستفيد النباتات من انطلاق الفوسفور وتحرره من تحلل المادة العضوية.

4. أسمدة حيوية لإذابة الفوسفات المعدني
Biofertilizers for Phosphate Solubilizing

يوجد غالبية الفوسفور المعدني في التربة في صورة فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ وهي صورة غير ميسرة أي غير قابلة للامتصاص بواسطة النباتات وذلك في التربة المتعادلة أو القلوية (القاعدية). وعند إضافة الأسمدة الفوسفاتية المعدنية في الزراعة التقليدية أو صخر الفوسفات في الزراعة العضوية إلى التربة فإنها تتحول بسرعة إلى الصورة غير الذائبة (أي غير ميسرة للنبات)، وهنا تكون التربة غنية بالفوسفات ولكن لا يستفيد منها النبات.

وقد وجد أن هناك العديد من ميكروبات التربة تلعب دوراً مهماً في تحويل الفوسفور من الصورة غير الذائبة وهي فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ إلى الصورة الذائبة أي فوسفات أحادي الكالسيوم $Ca(H_2PO_4)_2$ وذلك نتيجة إفرازها لبعض الأحماض العضوية مثل: الخليك والفورميك والسكسنيك بالإضافة إلى ثاني أوكسيد الكربون، وقد وجد أن دور هذه الميكروبات مهم جداً في الأراضي المتعادلة أو المائلة للقلوية.

ويمكن تقسيم الميكروبات المذيبة للفوسفات المعدني إلى:

- **ميكروبات غير تكافلية**

وتعيش هذه الميكروبات معيشة حرة في التربة ولا ترتبط مع الأنسجة النباتية (أي مع جذور النباتات)، وتسمى بالميكروبات المذيبة للفوسفات Phosphate dissolvers ويتبع هذه الميكروبات العديد من الفطريات والبكتيريا والأكتينوميسيتات. ومن أهم أنواع البكتيريا التي تستخدم كسماد حيوي النوع *Bacillus megatarium* var. *phosphaticum*، وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن هذه الميكروبات لها دور هام في إذابة الفوسفات الصخري Rock Phosphate عند إضافته إلى التربة كمصدر للفوسفور في الزراعة العضوية.

- **ميكروبات تكافلية (فطر المايكورايزاMycorrhiza)**

يعتبر فطر المايكورايزاMycorrhiza من الفطريات النافعة للنباتات من خلال مصاحبتها لجذور النباتات في علاقة تكافلية ذات فائدة لكلاهما (الفطر والنبات)، مما دعا العلماء الى تسميته بفطر الجذور، ومن هنا جاءت تسمية هذا الفطر المايكورايزا Mycorrhiza " حيث إن (Myco= fungi; rhiza= root). ويعيش هذا الفطر على جذور معظم الأنواع النباتية في الطبيعة، حيث يعتبر هذا الفطر جزءا لا يتجزأ من النظام البيئي الطبيعي للنبات لأكثر من 90 % من نباتات الكرة الارضية حسب الدراسات والابحاث التي قام بها العلماء في مختلف انحاء العالم.

ويقوم النبات من خلال العلاقة التعايشية مع الفطر بتزويد الفطر بالمواد الكربوهيدراتية المنتجة بواسطة عملية التمثيل الضوئي في النبات، بينما يقوم الفطر بمساعدة النبات على زيادة امتصاص الماء والعناصر المعدنية (حتى لو كانت بتراكيز قليلة جداً او مثبتة في التربة) وخصوصاً العناصر بطيئة الحركة في التربة وذلك من خلال الشبكة الهائلة من الخيوط الفطرية الدقيقة (الهيفات) التي يكونها الفطر وكأنها تعمل كامتداد طبيعي للنظام الجذري للنبات لاستكشاف التربة ولمسافات طويلة داخل التربة قد تصل عشرات اضعاف ما قد يصل اليه جذر النبات الطبيعي ولهذه الفطريات دور آخر غير الدور التكافلي فهي تعمل أيضاً على مقاومة الأمراض النباتية. ومن أهم أنواع فطر المايكورايزاMycorrhiza ما يلي:

الميكورايزا الخارجية (الأكتوميكورايزا) Ectomycorrhiza

وتشكل الأكتوميكورايزا عباءة مدمجة حول جذور بعض الأشجار أو غمد فوق سطح الجذر وخيوط تنبثق في التربة، وهي تعيش معيشة تعاونية اختيارية Facultative symbiosis وتساعد الأكتوميكورايزا النباتات في امتصاص الفوسفور من خلال زيادة مساحة سطح الامتصاص حيث تقوم بإذابة الفوسفات الثلاثي أو الفوسفات الصخري، كما توفر الحماية للنباتات من بعض مسببات الأمراض النباتية التي تنتقل عن طريق التربة وتعزز النمو الجيد للشتلات من خلال إنتاج هرمونات النمو. وقد وجدت الأكتوميكورايزا تعيش معيشة تعاونية مع جذور أشجار الغابات بما في ذلك العديد من عاريات البذور Gymnosperms مثل: أشجار الصنوبر، شجرة التنوب، الصنوبر، وكاسيات البذور Angiosperms مثل: البلوط، الزان، الكافور، الحور.

وتضم الأكتوميكورايزا كثيراً من فطريات عيش الغراب Mushrooms ومعظم الفطريات التي تكون أجسام ثمريه تحت سطح التربة مثل: الكمأة (الترفلس) Truffles والفطريات التابعة لجنس *Endogone* ويتم عزل فطريات الأكتوميكورايزا وإكثارها على بيئات غذائية خاصة غنية بكثير من العناصر الغذائية والفيتامينات والأحماض الأمينية، ثم يتم تحميل الفطريات على مادة حاملة مناسبة وتلقح بها تربة المشتل وبعد نقل الشتلات إلى المكان المستديم تقوم الأكتوميكورايزا بإمداد النبات بالفوسفور وبعض العناصر المعدنية الأخرى كما أنها تجعله يتحمل الجفاف. وفي فرنسا يتم تلقيح شتلات الزيتون بفطر الكمأة Truffles فتتكون الأكتوميكورايزا حول جذور الزيتون وعند زراعتها في المكان المستديم تتكون تحت سطح التربة الأجسام الثمرية لفطر الكمأة، وبذلك يمكن الاستفادة من الميكورايزا في إمداد الأشجار باحتياجاتها من العناصر الغذائية خاصة الفوسفور، كما يتم إنتاج ثمار الكمأة التي تستخدم كغذاء غني بالبروتين والفيتامينات والأملاح المعدنية.

الميكورايزا الشجرية (AM) Arbuscular Mycorrhiza

الميكورايزا الشجرية هي ميكورايزا داخلية Endomycorrhiza ويطلق عليها AM وتعيش معيشة تكافلية إجبارية Obligate mutual symbiosis، حيث وجدت تعيش وتنمو في منطقة القشرة للمجموع الجذري لكثير من المحاصيل التقليدية (مثل: القمح، الشعير، الذرة، البرسيم، البصل، البقوليات وغيرها) وتخرج هيفات الفطر خارج

المجموع الجذري وتمتد لمسافات بعيدة عن الجذر، وتتميز بأنها تكون حويصلات Vesicles وتفرعات شجرية Arbuscules وتفرعات حلزونية Coils في خلايا قشرة جذور هذه النباتات وتقوم بإذابة الفوسفات وإمداد النبات بما يحتاجه من هذا العنصر وتأخذ منه المواد الكربوهيدراتية.

وتعتبر الميكورايزا الشجرية AM من أهم أنواع الميكورايزا التي تنتشر في المناطق الجافة وشبة الجافة وخصوصاً في التربة القلوية حيث يكون الفوسفور في صورة غير ميسرة للنباتات. وتتبع الميكورايزا الشجرية مجموعة من الفطريات تابعة لمجموعة Glomeromycota، ورتبة Glomales، وعائلة Endogonaceae وهذه العائلة تضم ستة أجناس. وفيما يلي أهم أجناس الميكورايزا الشجرية:

Glomus, Acaulospora, Entrophosphora, Scutellospora, Gigaspora and *Archaeospora*

ويتم إنتاج الميكورايزا الشجرية على نطاق تجاري وذلك بإكثارها على بعض العوائل النباتية مثل: الذرة والبصل، ثم تجمع جراثيم الفطر ويتم تحميلها على مواد خاملة، وتستخدم في تلقيح النباتات وخصوصاً في الأراضي التي يكون فيها الفوسفور غير متاح أو غير ميسر للنباتات.

وتستخدم ملقحات المايكورايزا في زراعات المسطحات الخضراء والاغطية النباتية والملاعب والشجيرات والزهور ونباتات الزينة والخضروات، والأشجار المختلفة من نخيل وفاكهة وغيره، والمحاصيل الحقلية والاعلاف، وإنتاج الشتلات بالمشاتل. وقد كانت هناك نتائج جيدة عند استخدام ملقحات المايكورايزا مع المحاصيل والأشجار التالية: الذرة والشعير والأرز وأشجار العنب والزيتون والحمضيات والكاكاو والتبغ والقطن وقصب السكر، والأناناس، والخس، والبصل، اللوبيا وفول الصويا، والفراولة، والتفاح، والمطاط والبن والشاي، والفافاي ونخيل الزيت والعديد من أبصال الزينة.

- **فوائد فطر المايكورايزا في الزراعة العضوية**

دلت نتائج الابحاث العلمية التي تم تنفيذها في مختلف البيئات بأن العلاقة التعايشية ما بين فطر المايكورايزا والنبات الذي يتعايش معه الفطر قد أدت الى اكتساب النبات العائل العديد من الفوائد دون ان يؤثر وجود الفطر مع الجذور على وظيفتها الطبيعية. ويعتبر الفطر فعالا جداً تحت ظروف الزراعة العضوية حيث لا يتم استخدام مبيدات فطرية في التربة، وفي المناطق الجافة ذات التربة الفقيرة نسبياً وجد أن الفطر يلعب دورا كبيرا في زيادة الإنتاجية تحت ظروف الزراعة العضوية من خلال الفوائد التالية للنبات:

* تحسين قدرة النباتات على امتصاص الماء من التربة وبالتالي يزيد من كفاءة استخدام المياه.

* يعمل الفطر كسماد حيوي من خلال زيادة قدرة النباتات على امتصاص العناصر المعدنية من التربة وخصوصا العناصر قليلة الحركة مثل: الفسفور والزنك والنحاس وغيرها ومن مسافات بعيدة داخل التربة.

* تحسين نمو النباتات الملقحة بفطر الميكورايزا التي قد تصل الى عشرات الاضعاف مقارنة بغير الملقحة.

* تحسين تركيب التربة بشكل طبيعي من خلال زيادة تماسك حبيبات التربة عن طريق المركب الغروي (الجلومالين) الذي تفرزه خيوط الفطر، شكل (30).

* زيادة قدرة النباتات على تحمل الامراض والآفات مثل النيماتودا.

* تحسين قدرة النباتات على تحمل ظروف الاجهاد البيئي كالجفاف والملوحة وغيرها.

5. أسمدة حيوية لإذابة الكبريت

Biofertilizers for Sulfur Solubilizing

في التربة القلوية يضاف الكبريت المعدني لتقليل قلويتها وزيادة محتواها من الكبريتات اللازمة لتغذية النبات. وتقوم مجموعة

شكل (30): خيوط فطر المايكورايزا والمادة الغروية التي يفرزها.

البكتيريا الكيمومعدنية التغذية Chemolithotrophs بأكسدة الكبريت المعدني في التربة جيدة التهوية إلى حمض كبريتيك، كما تقوم هذه الميكروبات أيضاً بأكسدة أملاح الكبريتيد والثيوسلفات والتتراثيوسلفات ومن أهمها أجناس: *Sulfobacillus*, *Thiobacillus*, *Sulfolobus* and *Leptospirillum*، كما أن بكتيريا *Thiobacillus denitrificans* تقوم بأكسدة الكبريت في ظروف لاهوائية. وبما أن هذه البكتيريا كيمومعدنية التغذية فقط فيجب عند تلقيح التربة بها عدم إضافة أسمدة عضوية في الفترات الأولي من التلقيح.

6. أسمدة حيوية لاستخلاص البوتاسيوم من معادن الطين
Biofertilizers for Extracting Potassium from Clay Minerals

البوتاسيوم من العناصر الهامة التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة، ويوجد جزء كبير من البوتاسيوم مرتبطاً بالجزء المعدني للتربة في صورة غير قابلة للتبادل، وقد وجدت بعض الأنواع من الكائنات الحية الدقيقة يمكنها تحليل سيليكات الألمونيوم Aluminum silicate في معادن الطين بحيث ينفرد منها البوتاسيوم، ويطلق اسم بكتيريا السيليكات Silicate Bacteria على الكائنات الحية الدقيقة التي لها القدرة على تحويل البوتاسيوم من الصورة غير الذائبة إلى الصورة الذائبة الصالحة للامتصاص بواسطة النباتات، ومن هذه الكائنات الحية الدقيقة ما يلي: *Penicillium, Pseudomonas, Bacillus, Streptomyces, Aspergillus* وقد وجد أن بكتيريا

Bacillus circulans تستطيع تحرير عنصري السيليكون والبوتاسيوم من معادن الطين السيليكاتية مثل: البيوتيت Biotite والأورثوكلاز Orthoclase ولقد أمكن تنمية هذه الكائنات الحية الدقيقة على بيئات غذائية خاصة ومن ثم يتم تجميعها لتلقيح التربة بها.

7. أسمدة حيوية لإذابة بعض العناصر الصغرى
Biofertilizers for Micronutrients Solubilizing

توجد بعض العناصر الصغرى، مثل: الحديد والزنك والمنجنيز وغيرها، في صورة غير ميسرة للنباتات في التربة الجيرية (القلوية) Calcareous soil والميكروبات المستخدمة في صورة أسمدة حيوية (لتحليل المواد العضوية أو لإذابة الفوسفات أو لتحليل الفوسفور العضوي) تستطيع أن تقوم بإذابة بعض العناصر الصغرى لتجعلها في صورة ميسرة للنباتات.

8. أسمدة حيوية للتخلص من بعض ملوثات التربة
Biofertilizers to Get Rid of Some Soil Pollutants

هناك العديد من المواد التي تصل إلى التربة ويكون لها تأثير ضار على خواص التربة سواء الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية ولذلك تسمى هذه المواد ملوثات التربة Soil pollutants ومن أهم هذه الملوثات المبيدات بأنواعها المختلفة مثل: المبيدات الحشرية Insecticides والمبيدات الفطرية Fungicides ومبيدات الحشائش Herbicides وقد تتسبب أنواع معينة من المبيدات في تثبيط عمل كثير من الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بالعمليات الحيوية الهامة في التربة مثل: بكتيريا التأزت والبكتيريا المثبتة للأزوت الجوي ومحللات المواد العضوية ومعدنتها ومذيبات الفوسفات. وقد وجد أن هناك بعض الكائنات الحية الدقيقة تستطيع تحليل بعض من هذه المبيدات والتخلص منها، وهنا يجب انتقاء الكائنات الحية الدقيقة ذات الكفاءة العالية في التخلص من المبيدات وإكثارها معملياً واستخدامها في تلقيح التربة ومن أمثلة هذه الكائنات الحية الدقيقة:

Streptomyces, Xanthomonas, Mucor, Aspergillus and *Trichoderma*

وجدير بالذكر أنه يتم استخدام العديد من الكائنات الحية الدقيقة في المكافحة الحيوية Biological control لبعض الميكروبات الممرضة للنباتات، وتتميز هذه الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في المكافحة الحيوية بمقدرتها العالية على إفراز مضادات حيوية أو

مواد مثبطة لنمو الكائنات الحية المرضة، ومن أمثلة ذلك الكائنات الحية الدقيقة التي تخفض حموضة التربة وبالتالي تعمل على عدم انتشار بعض أنواع من البكتيريا المرضة، كما قد تلقح التربة بفطر يسمي الفطر الصائد للنيماتودا Nematode-Trapping Fungi مثل الفطر *Arthobotrys conoides* الذي يهاجم النيماتودا ويقلل من تعدادها وبالتالي ضررها على جذور بعض النباتات.

الثاني عشر: البيت موس Peat Moss

البيت Peat هو عبارة عن مادة عضوية نباتية متحللة تحلل جزئي Humification ويوجد في المستنقعات على مساحات كبيرة تعرف بمناجم البيت موس، وقد تشمل الأشجار والحشائش والفطريات والمواد العضوية من الحشرات والحيوانات والتي تتجمع تحت درجات حرارة منخفضة مع انخفاض مستويات الأكسجين والمواد الغذائية وهي متوفرة في مستنقعات شمال أوروبا وايرلندا والدول الإسكندنافية وكندا. أما الموس Moss فهو عبارة عن كائنات نباتية غير وعائية ممثلة للضوء لا زهرية، والموس ذو أوراق مفصصه حلزونية تتبع الحزازيات المسماة Bryophyta ويتم إنتاج البيت موس من الجنس Sphagnum وتنتشر هذه النباتات في المستنقعات والبرك، وتمتاز هذه النباتات بقابليّة خلاياها على امتصاص الماء وتخزين كميات كبيرة منه سواء كانت حية أو ميتة، حيث يمكنها تخزين من 16 إلى 36 مرة من وزنها الجاف.

ويستخدم البيت موس بشكل واسع في الزراعة حول العالم ومسموح باستخدامه في الزراعة العضوية، وفي الغالب يتم خلطه بنسب محددة مع سماد الكمبوست أو البيئات الأخرى مثل: الرمل أو التربة العادية أو الفيرموكيوليت Vermiculite أو البيرلايت Perlite. وفيما يلي أهم فوائد استخدام البيت موس في الزراعة العضوية:

* البيت موس ذات درجة حموضة منخفضة فرقم الأس الهيدروجيني pH له يتراوح بين 3.4 – 4.8 وبالتالي يمكن أن يستخدم في تعديل درجة حموضة التربة القاعدية مما يساهم في تحسن في نمو النباتات.

* البيت موس له قدرة عالية على امتصاص الماء وتخزينه إلى نسبة قد تصل إلى 36 ضعف وزنه الجاف، كما يعمل على تصريف الماء الزائدة عن الحاجة. ويقوم البيت موس بحفظ المياه حين يتم إضافته مع الأسمدة العضوية للنباتات، فيتم امتصاص الكمية المضافة من الماء إلى داخل البيت موس ثم إعادة ضخها إلى جذور النباتات مع مرور الوقت. كما أنه يُستخدم لتعبئة النباتات عند شحنها من بلد إلى آخر حتى يحافظ على نسبة الرطوبة لديها.

* يحتوي البيت موس على المواد العضوية بنسب عالية قد تتراوح بين 94 – 99 %، حيث يحتوي على نسب عالية من الكربون الناتج عن التحلل الجزئي للنباتات في المياه الحامضية، مما يجعله وسطاً غذائياً جيداً لزراعة النباتات فهو غني بالمواد العضوية التي تحتاجها النباتات. وبالرغم من أن البيت موس غني بالمواد الكربونية إلا أنه فقير بالأملاح والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات، لذا يلزم خلطه بالأسمدة أو البيئات الأخرى.

* يعتبر البيت موس ذو مسامية عالية مما يساعد النباتات في تهوية جذورها بشكل جيد، ويمنع تعفنها نتيجة تراكم الماء حولها، كما يسمح لها بالنمو الجيد.

* يعتبر البيت موس مادة صديقة للبيئة، فهو خال من مسببات الأمراض وبذور الحشائش الضارة وبقايا الكيماويات والأملاح غير المرغوب بها، كما أنه خال من العناصر الثقيلة الضارة بالبيئة.

الثالث عشر: مستخلصات الأعشاب البحرية Seaweed

يعود استخدام مستخلصات الأعشاب البحرية Seaweed والطحالب في الزراعة كأسمدة إلى ما قبل القرن التاسع عشر على الأقل. وكانت الاستخدامات الأولى لها بمعرفة سكان السواحل، الذين كانوا يجمعون الأعشاب البحرية والطحالب العالقة بها وهي أعشاب بحرية بنية كبيرة التي تجلبها العواصف في العادة ثم يدفنونها في مزارعهم. وتفيد هذه الأعشاب البحرية التربة بما تحتويه من كمية كبيرة من الألياف بالإضافة إلى أنها تساعد التربة في الاحتفاظ بالرطوبة، بينما تعمل المعادن الموجودة فيها كسماد وكمصدر للعناصر الغذائية الأخرى.

وفي أوائل القرن العشرين، بدأت صناعة صغيرة تقوم أساساً على تجفيف وطحن الأعشاب والطحالب البحرية لاستخدامها كأسمدة في الزراعة، ولكن هذه الصناعة تعثرت بسبب ظهور الأسمدة الكيميائية المصنعة. أما اليوم، ومع الإقبال الشديد على الزراعة العضوية، فقد عاد شيء من الانتعاش إلى هذه الصناعة، وإن لم يكن على نطاق كبير، فالتكاليف الإجمالية لعمليات التجفيف والنقل قصرت

استخدام هذا النوع من الأسمدة على المناطق الحارة حيث يعيش مستخدموها على مسافة غير بعيدة من الشواطئ.

والمجال الذي يشهد نموا ملموساً في صناعة الأسمدة من الأعشاب البحرية هو مجال استخلاص السوائل من هذه الأعشاب فهذه السوائل يمكن إنتاجها بشكل مركز ثم يتم تخفيفها عند الاستخدام. وهناك أنواع كثيرة منها يمكن أن تستخدم بصورة مباشرة لتغذية النباتات أو تستخدم لمعاملة التربة حول منطقة الجذور. ولقد كان لاستخدام مستخلصات الأعشاب البحرية في الزراعة العضوية في زراعات الفاكهة والخضر والزهور تأثير إيجابي حيث إنها أحدثت زيادة في غلة المحصول، حيث شجعت على النمو الجيد للنبات سواء المجموع الخضري أو المجموع الجذري بالإضافة إلى تحسن إنبات البذور، كما أنها ساعدت في زيادة القدرة على مقاومة ظروف الإجهاد حيث ساعدت التربة على الاحتفاظ بالرطوبة (الماء) لفترة طويلة وبالتالي تحمل الجفاف، وكذلك زيادة القدرة على مقاومة الصقيع، وزيادة القدرة على مقاومة بعض الآفات والأمراض.

ويمكن تصنيف الأعشاب البحرية وما تحتويه من طحالب في ثلاث مجموعات عريضة تبعاً للون الطحالب وهي: الطحالب البنية Brown Algae مثل: *Laminaria digitata* والطحالب الحمراء Red Algae مثل: *Palmaria palmata* والطحالب الخضراء Green Algae مثل: *Ulva* sp. وقد وجد أن الطحالب الحمراء تسود في المناطق الدافئة، أما الطحالب البنية فتوجد في المناطق الباردة.

وتعتبر مستخلصات الأعشاب البحرية والطحالب البنية Brown Algae من أهم الأنواع التي يمكن الاستفادة منها في مجال الزراعة ومن أمثلتها: إسكوفيللم (*Ascophyllum nodosum*)، ولامينارية (*Laminaria digitata*)، وسارجاسوم (*Sargassum crassifolia*) المنتشر على سواحل البحر الأحمر، والفيوكس (*Fucus* sp.) وهو من أوسع الطحالب البنية انتشاراً ويوجد على السواحل الصخرية للبحر خاصة المناطق الباردة، ويعرف باسم عشب البحر ويكثر على شواطئ المحيط الأطلنطي ويصل طوله بين 30 – 200 سم وطحلب الفيوكس منبسط ذو لون بني داكن وذو مثانات هوائية تمكنه من الطفو على سطح الماء.

كما يوجد النوع (sea bamboo) *Ecklonia maxima* وهو نوع من عشب البحر ينتشر في المحيطات الجنوبية، حيث يوجد على طول ساحل المحيط الأطلسي الجنوبي من إفريقيا (من جنوب إفريقيا إلى شمال ناميبيا). وقد وجد أن الأعشاب البحرية تحتوي على جميع العناصر الغذائية النباتية الرئيسية والثانوية وكذلك على جميع العناصر النادرة، بالإضافة إلى حمض الألجينك Alginic acid والفيتامينات Vitamins والأوكسينات Auxins واثنان على الأقل من هرمونات النمو النباتية Gibberellins والمضادات الحيويةAntibiotics

1. أهمية استخدام مستخلصات الأعشاب البحرية والطحالب في الزراعة العضوية

بناء على ما سبق تأتي أهمية استخدام مستخلصات الأعشاب البحرية والطحالب في الزراعة عامة والزراعة العضوية على وجه الخصوص من حيث تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة على كفاءة نمو المزروعات وتحملها للظروف البيئية غير المناسبة وأيضاً مقاومتها للعديد من الآفات والأمراض النباتية، ويمكن تفسير ذلك في النقاط التالية:

- تحتوي الأعشاب البحرية والطحالب على منظمات نمو طبيعية مثل: مشابهات السيتوكينينات Cytokinins، والأوكسينات Auxins مثل: حمض أندول أسيتيك Indole Acetic Acid، وبيتانين Betanin، وحمض أندول بيوتيرك Indole Butyric Acid، حيث تعمل هذه المواد على تأخير دخول النبات لمرحلة الشيخوخة، ومنع تساقط الأوراق والأزهار والثمار، ومنع اصفرار النباتات لتأثيرها الموجب على البروتين والاحتفاظ بمادة الكلوروفيل ومنع تحللها، وتشجيعها لانقسام الخلايا ونمو الجذور، كما وجد أنها تعمل على تقليل معدل تنفس بعض المحاصيل الورقية فيساعد ذلك على تخزينها لفترة أطول كما في الأسبرجيس والخس والبقدونس.
- احتوائها على منشطات ومحفزات نمو مثل: حمض الألجينك Alginic acid، واللامينارين Laminarin، والمانيتول Mannitol، وفيوكودان Fukudan، وميثيل بينتوسان Methyl pentosan، والمواد العضوية الطبيعية التي تعمل على تحسين خواص التربة عن طريق زيادة السعة التبادلية لها، وزيادة أعداد البكتيريا النشطة في التربة مما يحسن من كفاءة الامتصاص.
- عند رش مستخلصات الأعشاب على النباتات تعمل على تحسين كفاءة عملية التمثيل الغذائي داخل الورقة عن طريق زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي، وزيادة مقدرة مقاومة بعض النباتات للإصابة ببعض الآفات والأمراض مثل: العنكبوت الأحمر وحشرات المن وبعض أنواع فطريات البياض والجرب، كما تقلل من الإصابة بالديدان الثعبانية (النيماتودا) عند حقنها مع ماء الري في التربة.
- تحتوي الأعشاب البحرية على مجموعة من المركبات تلعب أدوار هامة في تنشيط المناعة بالنباتات مثل مادة البيتاين Betaines فمثلاً: الإسكوفيللم Ascophyllum يحتوي على Amino butyric acid betaine, Amino valeric acid betaine واللامينارية Laminaria وفيوكس Fucus يحتويان على مادة N6-trimethylglycine (laminine)، وفيوكس يحتوي على مادة glycine betaine.
- احتوائها على مادة Oligosaccharides وهي تتكون عند استخلاص الطحالب، حيث يحدث تحول للألجينات إلى Oligosaccharides وهي ترفع من كفاءة تحمل النباتات لمعظم ظروف الإجهاد وزيادة المناعة حيث تحسن المناعة الداخلية بالخلايا عن طريق زيادة مستوى الإنزيمات الداخلية المسؤولة عن تكوين مركبات المناعة.
- احتوائها على فينولات طبيعية (Phenols) C_6H_5OH التي لها دور كبير كمضادات بكتيرية وفطرية وفي نفس الوقت تقوم بدور مشابه لهرمونات النمو الطبيعية وتحسن من تكوين اللجنين بالنباتات مما يزيد من زيادة تحملها للأمراض النباتية.
- احتوائها على حمض الألجينك Alginic acid: ويعمل حمض الألجينك كمادة مخلبية طبيعية تعمل على سهولة امتصاص الحديد والزنك والمنجنيز والمغنسيوم والكالسيوم، كما ينشط تكوين البولي سكارايدز، وكذلك ينشط تكوين منظمات النمو الطبيعية والبولي أمين والمضادات الحيوية الطبيعية داخل النبات ومركبات المناعة «الفيتوالكين».
- احتوائها على مادة (اللامينارين) Laminaran التي تعمل على مقاومة ظروف الإجهاد التي قد تتعرض لها النباتات مثل: الأمطار الغزيرة أو الحرارة الشديدة أو الصدمة التي تتعرض لها عند نقلها وزراعتها في الأرض المستديمة.
- احتوائها على العديد من الأحماض الأمينية الحرة مثل: جليسين Glycine، الأنين Alanine، فالين Valine، ميثونين Methionine،

ايزوليوسين Isoleucine، ثريونين Threonine، سيستين Cysteine، سيرين Serine، فنيل الانين Phenylalanine، سريونين Threonine، لايسين Lysine، جلوتاميك Glutamic acid، اسبارتك Aspartic acid، ارجنين Arginine، هيدروكسى برولين Proline وتعمل هذه الأحماض الأمينية كمركبات طبيعية تساعد على النمو المتوازن والجيد للنبات وتزيد من استجابة النبات للتسميد وزيادة المقدرة على تحمل بعض الأمراض وكذلك لتحمله لظروف الإجهاد المختلفة، كما تعمل على تحسين نمو المحاصيل البستانية المختلفة (خضر – فاكهة – محاصيل) ونباتات الزينة وتزيد من قوة نموها بزيادة المجموع الجذري للنباتات وتقويته، كما تعمل على زيادة تركيز الكلوروفيل واستقبال الطاقة الضوئية وسكريات البناء الحيوي، بالإضافة إلى أنها تعمل على توفير الطاقة اللازمة لتصنيع البروتين داخل النبات وكذلك توفير جزء من الاحتياجات النيتروجينية للنباتات ومنع التسمم الداخلي للنباتات بالأمونيا.

- احتوائها على بعض أنواع الفيتامينات مثل: ثيامين (فيتامين B1)، وريبوفلافين (فيتامين B2)، وفيتامين B12، وفيتامين C (Ascorbic acid) بالإضافة إلى فيتامين K، وفيتامين E، وكذلك تحتوي على أحماض Pantothenic, folic and folinic acids وهذه جميعها تعمل على تنشيط النمو وتنظيمه داخل النبات، وتنشيط عملية التمثيل الضوئي (الكلوروفيلي) وتكوين السكريات داخل النبات، وكذلك تنشيط تكوين الأوكسينات الطبيعية في النباتات، كما تشارك في نقل الالكترونات أي عمليات الأكسدة والاختزال داخل النباتات.
- احتوائها على بعض العناصر المغذية للنباتات مثل: النيتروجين العضوي والفوسفور والكالسيوم والحديد واليود وهذه تعمل كمكمل غذائي نشط داخل برامج التسميد، كما تشجيع نمو الجذور والمجموع الخضري، وتعالج نقص بعض العناصر الصغرى مثل: (الحديد، واليود، والمنجنيز، والزنك)، وكذلك زيادة مقاومة النبات لبعض الأمراض الفسيولوجية الناجمة عن نقص الكالسيوم.

وجدير بالذكر أن الأعشاب البحرية والطحالب تستخدم إما في صورة كمبوست، حيث توضع مع تجهيز التربة للزراعة أو تخلط مع بيئات الزراعة في المشاتل، أو تستخدم في صورة مستخلص مركز سائل أو صلب، حيث تستخدم بعد تخفيفها إما رشاً على المجموع الخضري أو في التربة Soil drenching حيث تضاف مع ماء الري، كذلك يمكن استخدامها مع البذور بنقعها في المستخلص لزيادة نسبة وسرعة الإنبات أو بمعاملة قواعد العقل بالنقع قبل غرسها بالمشاتل لتحسين نسبة التجذير، هذا وتختلف معدلات الاستخدام تبعاً لنوع النباتات والتربة وكذلك تبعاً لتركيزات ونقاوة المستخلص المستخدم.

2. أمثلة لبعض المنتجات التجارية لمستخلصات الأعشاب البحرية المستخدمة في الزراعة العضوية

ماكسي كروب Maxicrop

ماكسي كروب Maxicrop مستخلص طبيعي من الأعشاب البحرية من عشب البحر *Ascophyllum nodosum* والذي يطلق عليه Egg Wrack وهو مستخلص في صورة قابلة للذوبان بشكل كامل، وتتراوح نسبة الأس الهيروجيني به (pH) 8 – 9. ويحتوي مستخلص ماكسي كروب على مجموعة من العناصر الأساسية الصغرى (النادرة) مثل: الحديد والمنجنيز والزنك والبورون والمغنيسيوم والنحاس التي يمكن أن تمتص مباشرة وبسهولة من خلال الأوراق، وكذلك يحتوي على منشطات النمو للنباتات مثل: السيتوكينينات Cytokinins، والأوكسينات Auxins وكميات من العناصر الغذائية الرئيسية مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

ويعتبر سماد مستخلص الأعشاب البحرية الماكسي كروب مصدر طبيعي للعناصر الغذائية لجميع النباتات، حيث إنه يحتوي على مجموعة واسعة متوازنة بشكل طبيعي من العناصر الغذائية الصغرى، كما أنه مصدر إضافي للعناصر الأساسية الكبرى وهي النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. ويحتوي سماد الماكسي كروب على منشطات النمو مما يؤدي إلى نمو قوي لجذور النباتات مع زيادة محتوى الكلوروفيل في الأوراق، كما يعمل على زيادة مقاومة النباتات للفطريات الممرضة وكذلك زيادة مقاومتها لهجوم الحشرات مثل حشرات المن، كما إنه يوفر المواد العضوية لتحسين هيكل المزيج وتشجيع النشاط الميكروبي. ويعتبر سماد الماكسي كروب من الأسمدة الصديقة للبيئة كما أن ليس له رائحة كريهة والصورة السائلة للسماد تؤدي لسهولة التخفيف والاستخدام سواء عن طريق رش النباتات أو

سقي التربة حول النباتات. ويستخدم مستخلص الأعشاب الماكسي كروب على محاصيل الحبوب ومحاصيل الخضروات وعلى أشجار الفاكهة المختلفة وكذلك على المسطحات الخضراء ونباتات الزينة.

ومعدل الاستخدام لرش النباتات هو 2 – 4 لتر/هكتار وهذا يعادل 200 – 400 ملليتر/100 لتر ماء. ومستخلص الماكسي كروب آمن للاستخدام ويمكن أن ترش به النباتات أسبوعياً. وعموماً فإن عدد مرات الرش تختلف من محصول لآخر، ولكن في المتوسط يجب أن ترش النباتات على الأقل من 3 – 4 رشات في الموسم بين الرشة والأخرى من 10 – 14 يوم.

كلباك Kelpak SL

يعتبر كلباك ®Kelpak مستخلص سائل من أسرع الأعشاب البحرية نموا في العالم *Ecklonia maxima* وهو مستخلص تتراوح نسبة الأس الهيروجيني به (pH) 4.6 وهو منتج من شركة .Kelp products (Pty) Ltd بجنوب إفريقيا. ويحتوي مستخلص الأعشاب Kelpak على أعلى مستويات من منظمات النمو الطبيعية مثل: الأوكسينات Auxins (11.0 ملليجرام/لتر) والسيتوكينينات Cytokinins (0.031 ملليجرام/لتر). ومن المعروف أن الأوكسين يلعب دور مهم فسيولوجياً، حيث إنه هو المسؤول عن استطالة الخلايا وتكبيرها وبالتالي زيادة كبيرة في نمو النبات، كما يرتبط الأوكسين مباشرة في تنمية الجذور العرضية في العديد من المحاصيل. أما السيتوكينينات فتلعب عدة أدوار حيوية في فسيولوجية النبات، حيث إنها ترتبط في الغالب بعملية انقسام الخلايا ونموها وهو أمر مهم لجودة الثمار، كما أنها تحافظ على مستويات RNA والبروتين وبالتالي لها وظيفة هامة حيث إنها يمكن أن توقف الشيخوخة وتزيد من عملية التمثيل الضوئي مما يزيد من نمو النبات وتطوره، كما أنها تزيد من نمو البراعم في النباتات.

ويستخدم مستخلص الأعشاب البحرية كلباك ®Kelpak على المحاصيل الحقلية المختلفة ومحاصيل الحبوب برش النباتات بمعدل 1 – 2 لتر/هكتار، أما محاصيل الخضروات وأشجار الفاكهة المختلفة فمعدل الرش هو 2 – 3 لتر/هكتار. على أن يتم رش النباتات كل أسبوعين أو ثلاثة أسابيع. ويمكن معاملة شتلات الخضروات وأشجار الفاكهة قبل الزراعة عن طريق غمس صواني الشتلات أو جذور شتلات أشجار الفاكهة المختلفة في محلول مخفف من الكلباك بنسبة 1 لتر/100 لتر ماء. أما زهور ونباتات الزينة فيستخدم مستخلص الأعشاب كلباك عن طريق غمس صواني الشتلات في محلول مخفف من الكلباك بنسبة 10 مل/لتر، وبعد ذلك ترش الزهور ونباتات الزينة بمحلول مخفف بنسبة 3 مل/لتر على أن يعاد الرش كل 3 – 4 أسابيع.

جريتنال ويز Greetnal Wiz

جريتنال ويز Greetnal Wiz مستخلص طبيعي قابل للذوبان من عشب البحر *Ascophyllum nodosum* وهو مستخلص تتراوح نسبة الأس الهيروجيني به (pH) 10 – 10.5. ويحتوي مستخلص جريتنال ويز على الأحماض الأمينية بنسبة 4.4 % كما يحتوي على مجموعة من العناصر الأساسية الصغرى (النادرة) مثل: الحديد والمنجنيز والزنك وكميات من العناصر الغذائية الرئيسية مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وتبلغ نسبة المادة العضوية في المستخلص حوالي 45 – 55%، بالإضافة إلى أنه يحتوي على منظمات النمو للنباتات مثل: السيتوكينينات Cytokinins، والأوكسينات Auxins ويعادل محتوي المستخلص من السيتوكينينات حوالي 600 جزء في المليون. ويستخدم جريتنال ويز Greetnal Wiz برش المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة ومحاصيل الخضروات بمعدل 600 – 750 جرام/هكتار وتتراوح عدد مرات الرش من 2 – 4 رشات خلال الموسم.

e-dalgin

e-dalgin مستخلص طبيعي من الأعشاب البحرية من عشب البحر *Ascophyllum nodosum* وهو منتج من شركة Sustainable Agro Solutions (SaS) بإسبانيا. ويحتوي مستخلص e-dalgin على مجموعة من الأحماض الأمينية والكربوهيدرات كما يحتوي على مجموعة من العناصر الأساسية الصغرى (النادرة) مثل: الحديد والمنجنيز والزنك وكميات من العناصر الغذائية الرئيسية الكبرى مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. ويستخدم e-dalgin عن طريق رش المجموع الخضري للمحاصيل المختلفة وأشجار الفاكهة بمعدل 200 – 250 سم^3/100 لتر ماء وتتراوح عدد مرات الرش من 1 – 3 راشات خلال الموسم.

الباب الخامس

استراتيجيات مكافحة الآفات في الزراعة العضوية

Pest Control Strategies in Organic Agriculture

قد يعتقد البعض أن مكافحة الآفات في الزراعة العضوية تعتمد بشكل كبير على المبيدات المشتقة من الطبيعة ومنها المبيدات الحيوية والمستخلصات النباتية وغيرها، ولكن بالرغم من أهمية هذه الوسائل فهي ليست وحدها التي يمكن الاعتماد عليها في مكافحة الآفات في الزراعة العضوية، حيث يوجد العديد من الوسائل والاستراتيجيات التي يمكن أن نعتمد عليها في مكافحة الآفات في الزراعة العضوية. وفي الحقيقة إن استخدام المبيدات العضوية مثل: الروتينون والبيريثرين هي أدوات الملاذ الأخير للعديد من مزارعي المنتجات العضوية الذين يعرفون أن استخدام مثل هذه المبيدات بكثافة سوف تدخلنا في حلقة مفرغة تجعل الأمور أكثر سوءاً على المدى الطويل عند إجراء مسح عشوائي لمعرفة تعداد ونوعية المفترسات والطفيليات الطبيعية ومدى تأثرها باستخدام مثل هذه المبيدات.

إن استراتيجيات مكافحة الآفات في الزراعة العضوية تعتمد في المقام الأول على طرق منع الإصابة أو الحد منها. وعلى سبيل المثال لا الحصر فإن المزارعين أو القائمين على تنفيذ نظام الزراعة العضوية يجب أن يدرسوا ويقوموا بوضع الاستراتيجيات والخطط الملائمة لاستخدام أحد أو العديد من الوسائل في مكافحة الآفات المختلفة مثل: استخدام المبيدات الحيوية Biopesticides واستخدام الدورات الزراعية Crop rotations، واستخدام طرق المكافحة الحيوية للآفات Biological control وكذلك جذب الطفيليات والمفترسات الحشرية مع توفير الغذاء والسكن لها واستخدام المصائد اللاصقة الملونة Coloured sticky traps واستخدام المصائد الفورمونية Pheromones traps واستخدام المحاصيل الصائدة Trap crops وكذلك استخدام الأصناف المقاومة للآفات Pest resistant varieties والتخلص من المحاصيل المصابة بأضرار بالغة ونقل المحاصيل الناجحة لأماكن بعيدة بقدر الإمكان واستخدام المحاصيل البينية Inner-planting crops لخصائصها التكافلية وتأثيرها الطارد للآفات واختيار التوقيت المناسب للزراعة لتجنب أعلى فترات الضغط للآفات ودراسة المدى العوائلي Host Range والعوائل المفضلة Host Preference للآفات المنتشرة بالمنطقة.

وقد ذكر الزميتي (2005) أن استراتيجية مكافحة الآفات يمكن أن تعتمد على جعل المحصول أو الموطن غير مقبول للآفات من خلال التدخل في تفضيلات وضع البيض، أو تمييز النبات المضيف أو الموقع، ويمكن تحقيق ذلك من خلال ممارسات مثل عزل المحاصيل، والزراعة المختلطة، وتناوب المحاصيل. بالإضافة إلى ما سبق هناك العديد من الاستراتيجيات وبعض الممارسات أو الوسائل التي يمكن استخدامها في مكافحة الآفات المختلفة في الزراعة العضوية للحفاظ على معدلات الإصابة بالآفات في أدني مستوياتها بمعنى عند مستوى أقل من الحد الحرج الاقتصادي Economic Threshold وسوف نتعرف في هذا الباب على أهم هذه الاستراتيجيات أو الوسائل والممارسات التي يمكن استخدامها لمكافحة الآفات المختلفة في الزراعة العضوية.

الفصل الأول: المبيدات الحيوية
Biopesticides

لقد استخدم مصطلح المبيدات الحيوية Biopesticides لأول مرة بواسطة بعض العلماء مثل:

Copping (1998) وأطلق على مجموعة Hall and Menn (1999), متنوعة من المبيدات تشتمل على المبيدات المشتقة من العمليات الحيوية (عمليات الأيض) لبعض الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة، أوهي عبارة عن الكائنات الحية الدقيقة نفسها والممرضة للحشرات Entomopathogens وهذه تشمل: الفطريات والبكتيريا والفيروسات والنيماتودا والبروتوزوا. وقد ضم إلى مجموعة المبيدات الحيوية المبيدات المشتقة أو المستخلصة من النباتات وكذلك الفرمونات الحشرية بأنواعها المختلفة عندما تستخدم لتغيير أو تبديل سلوك الآفات الحشرية. ولقد قامت بعض المراجع بوضع النباتات المعدلة وراثياً لمكافحة الآفات في مجموعة المبيدات الحيوية، ونحن لا نتفق مع ذلك، كما نود أن نوضح أن هذه النباتات المعدلة وراثياً غير مسموح باستخدامها في نظم الزراعة العضوية.

وعموماً يمكن تعريف المبيدات الحيوية على أنها أنواع معينة من المبيدات مشتقة أو مستخلصة من كائنات حية أو مواد طبيعية مثل: النباتات أو البكتيريا أو الفطريات أو المعادن الطبيعية وغيرها. وهناك حوالي 1400 منتج تجاري تم تسجيلها وبيعها تحت مسمى المبيدات الحيوية حتى سبتمبر 2015م في جميع أنحاء العالم، وهذه تشتمل على 436 مادة فعالة Marrone (2007). وتوضيح النقاط التالية أهم مزايا استخدام المبيدات الحيوية:

- المبيدات الحيوية عادة ما تكون بطبيعتها أقل سمية من المبيدات التقليدية.
- المبيدات الحيوية تؤثر فقط على الآفة المستهدفة أو الآفات المرتبطة بها ارتباطاً وثيقاً، وعلى النقيض تماماً فإن المبيدات الحشرية التقليدية تؤثر على الكائنات الحية المختلفة مثل الطيور والحشرات والثدييات.
- المبيدات الحيوية تكون فعالة بكميات صغيرة جداً في كثير من الأحيان، وغالبا ما تتحلل بسرعة وبالتالي تكون فترة التعرض لها قليلة وبذلك تجنب مشاكل حدوث التلوث إلى حد كبير عكس ما يحدث مع المبيدات التقليدية.
- عندما تستخدم المبيدات الحيوية كعنصر من عناصر برامج الإدارة المتكاملة للآفات (IPM)، يمكن أن يقلل ذلك كثيراً من استخدام المبيدات التقليدية.

ولقد أمكن تقسيم المبيدات الحيوية إلى ثلاثة مجاميع وذلك وفقاً للمواد الفعالة، وهذه المجاميع هي:

أولاً: المبيدات الحيوية الميكروبية Microbial Biopesticides

ثانياً: المبيدات الكيميائية الحيوية Biochemical Pesticides

ثالثاً: ناقلات الرسائل الكيميائية Semiochemicals

وفيما يلي تقسيمات المبيدات الحيوية مع بيان لأهم المبيدات الحيوية المسموح باستخدامها في نظم الزراعة العضوية:

أولاً: المبيدات الحيوية الميكروبية
Microbial Biopesticides

تتكون المبيدات الحيوية الميكروبية من الكائنات الحية الدقيقة والممرضة للآفات وقد أمكن إنتاج العديد منها تجارياً وتعبئتها لكي تستخدم كمبيدات للآفات، عن طريق رشها على النباتات أو بأي طريقة أخرى لتصل إلى الآفة المراد القضاء عليها. ومثال على ذلك مسببات الأمراض في الحشرات والتي قد تكون إما بكتيريا أو فطريات أو فيروسات أو نيماتودا أو بروتوزوا. وقد يطلق على مثل هذه الكائنات الحية الدقيقة اسم المبيدات الحية Living Pesticides أو المبيدات الميكروبية Microbial Pesticides، وفي العديد من المراجع يطلق اصطلاح المكافحة الميكروبية Microbial Control عند استخدام المستحضرات الميكروبية في مكافحة الآفات. وقد نالت هذه الوسيلة من المكافحة اهتماماً واسعاً في كثير من الدول، خاصة في السنوات الأخيرة عندما تم التوسع في نظم الزراعة العضوية.

وفي الحقيقة فإن المكافحة الميكروبية هي إحدى فروع المكافحة الحيوية (البيولوجية) التي يستخدم فيها الإنسان الكائنات الحية الدقيقة في السيطرة على تعداد الآفات لتقليل الأضرار الناتجة عنها. ولذلك فإن البعض يطلق على الكائنات الحية التي تستخدم لمكافحة الحشرات Biological Insecticides أما تلك التي تستخدم لمكافحة الفطريات فتسمى Biological Fungicides.

ومن المعروف أنه توجد العديد من الفيروسات القاتلة للحشرات، ولكن هذه الفيروسات لا يمكن إكثارها أو تحضيرها خارج الكائنات الحية. وقد كان هناك نوع من الفيروس يصيب يرقات آفة هامة على محصول فول الصويا في شمال وجنوب أمريكا وهي حشرة *Anticarsia gemmatalis*، حيث كان يتم الحصول على هذا الفيروس عن طريق جمع اليرقات المصابة وطحنها ثم ترشيح المستخلص لعمل معلق من الفيروس، وهذا يتم تخفيفه ثم رشه على النباتات لكي تتم عدوى يرقات الآفة بالفيروس والقضاء عليها، وقد أصبح ينتج هذا الفيروس تجارياً على هيئة مسحوق جاف يستخدم عند الحاجة. والآن يوجد العديد من الكائنات الحية الدقيقة، مثل: الفطريات أو البكتيريا أو الفيروس أو النيماتودا الممرضة للآفات يتم إنتاجها تجارياً وتستخدم عند الحاجة إليها.

وجدير بالذكر أنه يوجد بعض الصعوبات التي تواجه استخدام المبيدات الميكروبية في برامج المكافحة المتكاملة أو برامج مكافحة الآفات في الزراعة العضوية، ومن هذه الصعوبات ما يلي:

- بعض من المبيدات الميكروبية تحتاج إلى ظروف جوية خاصة لكي تتكاثر وتحدث تأثيرها، مثل الفطريات التي تحتاج إلى رطوبة تزيد عن 90 % عند الاستخدام.
- العديد من المبيدات الميكروبية شديدة التخصص، ولذلك فهي تستخدم لمكافحة أنواع محدودة من الآفات في وقت واحد، عكس المبيدات الكيميائية التي قد تستخدم لمكافحة أكثر من آفة في نفس الوقت.
- بما أن المبيدات الميكروبية عبارة عن مستحضرات لكائنات حية، فهي تحتاج إلى ظروف خاصة في التخزين حتى لا تفقد حيويتها.
- هناك صعوبة نسبية في إنتاج بعض المبيدات الميكروبية، خاصة تلك التي تتميز بالتخصص، كما أن تكاليف إنتاجها تكون عالية جداً إذا ما قورنت بتكاليف إنتاج المبيدات الكيميائية.
- تحتاج المبيدات الميكروبية إلى فترة من الوقت لإحداث الموت للآفة المستهدفة. وهذه الفترة من وقت المعاملة حتى موت الآفة قد يكون الضرر الناتج خلالها كبيراً، مع العلم أن بعض المبيدات الميكروبية قد تتسبب في توقف اليرقات المصابة بالميكروب عن التغذية.
- عند رش المبيدات الميكروبية، يجب أن يكون الرش عبارة عن تغطية كاملة لأسطح النبات المعامل، حتى يمكن أن تلامس يرقات الآفة الميكروب المسبب للمرض. ولذلك فإنه في حالة الآفات غير المتجولة مثل الحفارات، تكون هناك صعوبة في إيصال المبيد الميكروبي إلى الأطوار غير الكاملة للآفة المستهدفة.

وفيما يلي أهم مستحضرات المبيدات الحيوية الميكروبية المستخدمة لمكافحة الآفات في الزراعة العضوية:

1. البكتيريا الممرضة للحشرات

Entomopathogenic Bacteria

هناك أنواع عديدة من البكتيريا الممرضة للحشرات وهذه البكتيريا أطلق عليها Entomopathogenic Bacteria ويمكن تقسيم هذه البكتيريا إلى مجموعتين كبيرتين هما:

❖ مجموعة الأنواع غير المكونة للجراثيم non-spore forming وهذه الأنواع توجد في البكتيريا التي تتواجد في التربة وأيضاً تتواجد في القناة الهضمية لمفصليات الأرجل، وهي تتبع عائلتي Pseudomonadaceae and Enterobacteriaceae.

❖ مجموعة الأنواع المكونة للجراثيم Spore forming وأهم هذه الأنواع توجد في عائلة Bacillaceae والعديد من أنواع هذه المجموعة من جنس *Bacillus* لاقت اهتماماً كبيراً لما لها من أهمية في مكافحة العديد من الآفات الحشرية.

وتعتبر بكتيريا الباسيليس ثورنجينسيس(*Bt*) *Bacillus thuringiensis* رائدة المبيدات الحيوية على مستوى العالم، وهي أكثر الأنواع تسويقاً كبكتيريا ممرضة لمفصليات الأرجل ولذلك سوف نتناول هذا النوع من البكتيريا (*Bt*) بشيء من التفصيل.

لقد تم وصف بكتيريا (*Bt*) لأول مرة في ألمانيا بواسطة (1911) Berliner حيث تم عزلها من حشرة فراشة دقيق البحر المتوسط *Ephestia kuehniella* التي وجدت في الدقيق المصاب

بها، وقد أطلق العالم Berliner اسم النوع ثورنجينسيس على هذه البكتيريا نسبة إلى مقاطعة Thuringia في ألمانيا. وجدير بالذكر أن بكتيريا الجنس باسيليس قد تم اكتشافها لأول مرة في عام 1901م بواسطة العالم البيولوجي الياباني S. Ishiwata حيث تم عزل هذه البكتيريا من يرقات الحرير كمسبب لمرض سوتو Sotto disease والذي يسبب الموت لهذه اليرقات.

طريقة تأثير بكتيريا *B. thuringiensis* لمكافحة الحشرات

لقد وجد أن بكتيريا *Bt* تنتج عدد من التوكسينات المميتة للحشرات في صورة بلورات بروتينية دون أن تكون هي نفسها عالية الفاعلية كممرض للحشرات. وبكتيريا *Bt* بها عدد كبير من تحت الأنواع Subspecies حيث تنتج كل سلالة بلورات (كريستالات) البروتين المميتة المميزة لها أو دلتا إندوتوكسين Delta-endotoxin المشفر بجين فردي على أحد البلازميدات في البكتيريا، ويختلف النشاط المميت للتوكسين حسب سلالة *Bt*.

وقد ذكر Van Frankenhuyzen (1993) أن بعض توكسينات الـ *Bt* قد تتساوي سميتها مع سمية المبيدات الفوسفورية، ولكنها لا تتشابه معها من حيث التأثير العام حيث إن توكسينات الـ *Bt* تكون أكثر تخصصاً على الحشرات الضارة، ولذلك فهي أكثر أماناً على غالبية الحشرات النافعة من مفترسات وطفيليات وكذلك الحيوانات الأخرى، كما أن توكسينات الـ *Bt* قابلة للهدم أو التحلل الحيوي وبالتالي ليس لها ثبات في البيئة. بالإضافة إلى ما سبق فإن بكتيريا الـ *Bt* تستطيع إنتاج توكسينات أخرى مثل: التوكسينات الخارجية Exotoxins والهيموليسنات Hemolysins والأنتيروتوكسينات Enterotoxins وجميعها لها تأثيرات مميتة على الحشرات.

وجدير بالذكر أن طريقة الفعل السام للتوكسين الذي تنتجه بكتيريا الـ *Bt* تبدأ بعد ساعة واحدة من تغذية يرقات الحشرات على غذاء به بكتيريا الـ *Bt* حيث تتوقف هذه اليرقات عن التغذية ويحدث لها شلل تام في خلال 6 ساعات، كما تنتفخ الخلايا الطلائية المبطنة للمعي الأوسط وتتحلل نتيجة ارتباط البروتين السام (بلورات أو كريستالات البروتين) بمستقبلات خاصة بالخلايا الطلائية للمعي الأوسط وهنا يحدث شلل المعي الأوسط والفكوك ولذلك فإن الحشرات تموت بفعل الجوع والتسمم الدموي. وعموماً فإن موعد حدوث التسمم للحشرات يختلف تبعاً لنوع الحشرات وكذلك تبعاً لنوع التوكسين الذي تنتجة بكتيريا الـ *Bt*.

الاستخدام التجاري لبكتيريا (*Bt*) *B. thuringiensis* لمكافحة الحشرات

لقد بدأ أول استخدام تجاري لبكتيريا الـ *Bt* لمكافحة الآفات الحشرية في أمريكا عام 1958م، حيث بدأ التسويق لمركب ثوريسيد Thuricide والذي تم تحضيرة من بكتيريا *B. t.* subsp. *kurstaki* ولقد حدث أول تسجيل لمركب من بكتيريا الـ *Bt* في وكالة حماية البيئة الأمريكية في عام 1961م، وفي عام 1970م قامت معامل Abbott بأمريكا بتسويق مركب Dipel.

لقد كان الاعتقاد لفترة طويلة أن بكتيريا (*Bt*) *Bacillus thuringiensis* فعالة فقط ضد يرقات حشرات رتبة حرشفية الأجنحة (Order: Lepidoptera) ولكن بعد ذلك توالت الاكتشافات حيث تم اكتشاف أنواع أخرى من بكتيريا (*Bt*) مثل: *B. t.* subsp. *israelensis* الفعالة ضد يرقات حشرات البعوض والذباب الأسود من رتبة ذات الجناحين (Order: Diptera) ثم في عام 1983م تم اكتشاف بكتيريا *B.t.* subsp. *tenebrionis* الفعالة ضد بعض يرقات حشرات رتبة غمدية الأجنحة (Order: Coleoptera) وبعد ذلك توالت الاكتشافات والإنتاج التجاري للعديد من سلالات بكتيريا (*Bt*) وفي الحقيقة فإن كل سلالة جديدة كان لها مستوى معين من التخصص مما شجع كثيراً على المضي في التوسع في استخدام هذه المستحضرات للسيطرة على الآفات الحشرية وعدم الاعتماد الكامل على المبيدات الكيميائية لما لها من آثار سلبية على البيئة والصحة العامة. والمستحضرات التجارية من بكتيريا (*Bt*) توجد إما في صورة سائلة أو جافة. وهناك العديد من المميزات لبكتيريا (*Bt*) الممرضة ليرقات الحشرات تميزها عن بقية أنواع البكتيريا الأخرى، وهذه المميزات يمكن تلخيصها فيما يلي:

* سلالات بكتيريا (*Bt*) متخصصة في مكافحة أنواع معينة من يرقات الآفات الحشرية.
* سهولة إنتاجها بالتخمر Fermentation وعدم وجود مشاكل لتخزينها.
* سهولة نموها على البيئات الصناعية، وتشكل البلورات البروتينية أثناء التجرثم.
* تعتبر السلالة المتخصصة لمكافحة يرقات البعوض مناسبة جداً، حيث الموت لليرقات نتيجة التسمم المباشر للتوكسين وليس نتيجة نمو الجراثيم،

فهي لها درجة عالية من الأمان للكائنات المائية غير المستهدفة.

ويوضح جدول (38) بعض المستحضرات التجارية من بكتيريا (*Bt*) الممرضة ليرقات الحشرات المختلفة والتي يطلق عليها Entomopathogenic Bacteria والتي يمكن استخدامها كمبيدات حيوية Biopesticides لمكافحة الحشرات في الزراعة العضوية.

جدول (38): أهم المستحضرات التجارية من بكتيريا *Bacillus thuringiensis (Bt)* المستخدمة كمبيدات حيوية حشرية (Bio-Insecticides)

بكتيريا (*Bt*)	السلالة	الاسم التجاري	الشركة المنتجة	الحشرات المستهدفة
B. t. subsp. *kurstaki* (*Btk*)	EG2348 SA-12 SA-12 ABTS-351 EG2371	*Condor *Thuricide *CoStar WG *Dipel *Cutlass	Ecogen, Inc. Certis, USA Certis, USA Valent Bioscience Co. Ecogen, Inc.	يرقات حرشفية الأجنحة Lepidopteran larvae ويرقات خنفساء الكلورادو *Leptinotarsa decemlineata*
B. t. subsp. *aizawai* (*Bta*)	ABTS-1857 NB200 GC-91	*XenTari *Florbac *Agree	Valent Bioscience Co. Valent Bioscience Co. Certis, USA	يرقات حرشفية الأجنحة Lepidopteran larvae خاصة التي كونت مقاومة ضد النوع *Btk*
B. t. subsp. *tenebrionis*	NB-176	*Novodor *Track *Foil	Valent Bioscience Co. Mycogen, USA Ecogen, USA	حشرات غمدية الأجنحة Coleoptera خاصة خنفساء الكلورادو في البطاطس *Leptinotarsa decemlineata*
B. t. subsp. *japonensis*	buibui	*M-Press	Mycogen	رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera خاصة الخنافس التي تعيش في التربة.
B. t. subsp. *israelensis* (*Bti*)	SA3A AM65-52 AM65-52	*Teknar *Bactimos *VectoBac	Valent Bioscience Co. Valent Bioscience Co. Valent Bioscience Co.	يرقات حشرات البعوض والذبابة السوداء.
B. t. subsp. *aizawai* encapsulated deltaendo-toxins	(kurstaki + aizawai)	*Maatch *Crymax	Mycogen Ecogen	يرقات حرشفية الأجنحة Lepidopteran larvae

Source: Copping (2009).

2. الفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi

هناك العديد من أنواع الفطريات التي تصيب الحشرات والتي تتجاوز أعدادها لحوالي 400 نوع، ولكن من أهم هذه الأنواع والتي تنتج تجارياً وتستخدم على نطاق واسع في مكافحة العديد من الآفات الحشرية الأنواع التالية:

Beauveria spp., *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* and *Paecilomyces* spp.

والفطريات الممرضة للحشرات تكون قاتلة ولكنها تكون بطيئة التأثير. ومن المعروف أن الفطريات الممرضة للحشرات تتأثر كفاءتها كثيراً بالعوامل البيئية، حيث تؤثر أشعة الشمس بشدة على كفاءتها كما أن جراثيمها تحتاج لدرجات رطوبة نسبية عالية لكي تنبت وتتكاثر. بالإضافة إلى ما سبق فإن جراثيم الفطريات يجب أن تلامس الحشرة لتستطيع أنابيب الإنبات أن تخترق جسم الحشرة ولذلك عند رش الفطريات الممرضة للحشرات يجب أن تكون عملية الرش عبارة عن تغطية شاملة لسطح النباتات المعاملة.

وجدير بالذكر أن الفطريات الممرضة للحشرات غير متخصصة،

حيث إن أي نوع من هذه الفطريات يمكن أن يصيب أكثر من نوع من الحشرات قد تنتمي إلى رتب وعائلات حشرية مختلفة، وهنا قد تؤثر على بعض الحشرات النافعة من مفترسات وطفيليات. ولقد وجد أن الفطر *Beauveria bassiana* يمكن أن يصيب العديد من الحشرات ومن ضمنها بعض الحشرات النافعة مثل المفترسات من عائلة أبو العيد Family: Coccinellidae ولقد اكتشف تأثير فطر البيوفاريا *Beauveria* كفطر ممرض للحشرات بواسطة العالم Agostino Bassi وذلك في عام 1835م حين اكتشف أن دودة الحرير *Bombyx mori* تعاني من مرض بسبب إصابة فطرية ولقد سمي الفطر باسم *Beauveria bassiana* نسبة إلى هذا العالم. وفي عام 1891م تم في فرنسا إنتاج أول منتج ميكروبي فطري لمكافحة الحشرات بشكل تجاري وهو الفطر *Beauveria tenella* (Delacroix) Siemaszko. وكما سبق وأوضحنا بأن الفطريات التي تصيب الحشرات لكي تكمل دورة حياتها وتتكاثر حتى تؤثر على الحشرات المستهدفة فإنه لابد من توفر ظروف بيئية معينة من الرطوبة ودرجات الحرارة، وهذه النقطة ذات أهمية قصوى عندما نقوم باستخدام الفطريات لمكافحة الآفات الحشرية في الحقول المفتوحة. ويوضح جدول (39) أهم المستحضرات التجارية للفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi والتي يمكن استخدامها كمبيدات حيوية Biopesticides لمكافحة الحشرات في الزراعة العضوية.

جدول (39): أهم المستحضرات الفطرية الممرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi والمستخدمة كمبيدات حيوية حشرية (Bio-Insecticides)

الفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الحشرات المستهدفة
Beauveria bassiana	*Naturalis-L	Troy	السلالة (Bb 147) ضد ثاقبات الذرة *Ostrinia* spp.
	*Naturalis-T	Troy	السلالة (GHA) ضد الحشرات الماصة مثل: المن، التربس، الذباب الأبيض، البق الدقيقي.
	*Mycotrol	Mycotech	السلالة (ATCC 74040) ضد الحشرات اللينة من رتبتي: غمدية الأجنحة، ومتشابهة الأجنحة.
	*CornGuard	Mycotech	ثاقبات الذرة.
	*Bio-Power	Stanes	المن، التربس، الذباب الأبيض، البق الدقيق، الحفارات، يرقات حرشفية الأجنحة.
Beauveria brongniartii	*Engerlingspilz *Betel	Andermatt NPP	يرقات غمدية الأجنحة *Hoplochelis marginalis* يرقات الجعال *Melolontha melolontha*
Verticillium lecanii	*Bio-Catch	Stanes	المن، التربس، الذباب الأبيض، البق الدقيق، نطاطات الأوراق.
Metarhizium anisopliae	*Bio-Magic	Stanes	البق الدقيق، نطاطات الأوراق، يرقات حرشفية الأجنحة، يرقات غمدية الأجنحة في التربة، النمل الأبيض، سوسة النخيل الحمراء، الحفارات.
Paecilomyces fumosoroseus	*Priority *PreFeRal	Stanes Thermo Trilogy	العديد من الأكاروسات النباتية على المحاصيل المختلفة. العديد من الحشرات الثاقبة الماصة مثل: الذباب الأبيض، المن، التربس، والأكاروسات.

Source: Copping (2009).

3. النيماتودا الممرضة للحشرات
Entomopathogenic Nematodes

هناك أنواع عديدة من النيماتودا (الديدان الثعبانية) الممرضة للحشرات، حيث تتطفل على أنواع حشرية مختلفة تتبع كل من رتب الحشرات التالية: حرشفية الأجنحة Lepidoptera، وغمدية الأجنحة Coleoptera، وذات الجناحين Diptera، وغشائية الأجنحة Hymenoptera، ومستقيمة الأجنحة Orthoptera. والنيماتودا المتطفلة على الحشرات لها ثلاثة أطوار هي: طور البيضة، والطور اليرقي، والطور الكامل (ذكور وإناث). والطور اليرقي يمر بأربعة انسلاخات والطور اليرقي الثالث يسمى الطور اليافع المعدي "Infective juveniles" وتحدث العدوي للحشرات عن طريق دخول أو اختراق الطور اليرقي اليافع المعدي لجسم الحشرة من خلال الفتحات الطبيعية للحشرة مثل الثغور التنفسية أو فتحة الشرج. وجدير بالذكر أن الأطوار المختلفة من الحشرات التي تختبئ أو تعيش في التربة هي أكثر الأطوار عرضة للإصابة بالنيماتودا مثل طوري اليرقة والعذراء. ومن أهم الشروط التي يجب توفرها لحدوث العدوي ونجاحها عند معاملة التربة بالنيماتودا الممرضة للحشرات أن يتوفر الطور المناسب من الحشرة العائل بالتربة وكذلك توفر درجة عالية من الرطوبة بالتربة. ويوضح جدول (40) أهم المستحضرات التجارية للأنواع المختلفة من النيماتودا الممرضة للحشرات والتي تستخدم لمكافحة الآفات الحشرية المختلفة في الزراعة العضوية.

جدول (40): أهم المستحضرات النيماتودية الممرضة للحشرات Entomopathogenic Nematodes والمستخدمة كمبيدات حيوية حشرية (Bio-Insecticides)

النيماتودا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Nematodes	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الحشرات المستهدفة
Heterorhabditis bacteriophora	*Heteromask ×Cruiser *Lawn Patrol *Nema-green	BioLogic Ecogen Hydro-Gardens e-nema	العديد من الحشرات، ولكن أساساً ضد الخنفساء اليابانية: Japanese beetles
Heterorhabditis megidis	*Larvanem ×Nemasys H	Koppert MicroBio	حشرات التربة مثل: سوسة العنب السوداء *Otiorhynchus sulcatus*
Steinernema carpocapsae	*Exhibit SC-WDG *Bio Safe WG *BioVector WG *Guardian	Novartis BCM Thermo Trilogy Thermo Trilogy Hydro-Gardens	العديد من حشرات التربة مثل: سوسة العنب السوداء، الحفار، الدودة القارضة، حفارات السيقان، البراغيث وغيرها.
Steinernema feltiae	*Nemasys *Entonem *Traunem *X-Gnat	MicroBio Koppert Andermatt Thermo Trilogy	الأنواع المختلفة من ذباب Sciarid مثل: *Bradysia, Lycoriella* and *Sciara* spp. وبعض حشرات التربة.
Steinernema glaseri	*Steinernema glaseri		يرقات الجعال من عائلة Scarabaeidae والتي يطلق عليها White Grubs
Steinernema riobrave	*Biovector WG *Devour WG *Vector MC	Thermo Trilogy Thermo Trilogy Thermo Trilogy	الحوريات والحشرات الكاملة للحفار في النجيل وسوسة الموالح *Pachnaeus litus* وثاقبة سيقان قصب السكر *Diaprepes abbreviatus*
Steinernema scapterisci	*Otinem S	Ecogen	الحفار مثل النوعين: *Scapteriscus vicinus* - *Gryllotalpa* spp.

Source: Copping (2009).

النيماتودا الممرضة للحشرات وكيفية قضائها على الحشرات

النيماتودا الممرضة للحشرات تحدث الموت للحشرات المصابة بها إما نتيجة مهاجمتها للأنسجة الداخلية للحشرة أو نتيجة لنمو البكتيريا المصاحبة للنيماتودا وافرازها لبعض السموم داخل جسم الحشرة، حيث إن بمجرد دخول الطور اليرقي اليافع المعدي Infective juveniles (الطور اليرقي الثالث) إلى جسم الحشرة يبدأ في إطلاق نوع من البكتيريا المسماة *Xenorhabdus* spp. في جسم الحشرة وهذه البكتيريا بدورها تقوم بإفراز بعض السموم في جسم الحشرة وبالتالي يتم قتل الحشرة المصابة بالنيماتودا في خلال 24 – 72 ساعة من دخول أعداد من الطور اليافع المعدي إلى جسم الحشرة، بعد ذلك تقوم هذه البكتيريا بهضم محتويات جسم الحشرة بعد موتها وتحول هذه المحتويات إلى مواد تستطيع أن تتغذى عليها النيماتودا الممرضة، ومن ثم تتطور النيماتودا إلى الطور اليرقي الرابع داخل جسم الحشرة الميتة، ثم يتحول الطور اليرقي الرابع للنيماتودا إلى ذكور وإناث بالغة جنسياً حيث يتم التزاوج داخل جسم الحشرة العائل الميتة ثم تموت الذكور وتبدأ إناث النيماتودا في وضع البيض إما في جسم الحشرة الميتة إذا كان هناك غذاء كافٍ للطور اليرقي الأول والثاني للنيماتودا أو تحتفظ أنثى النيماتودا بالبيض داخل جسمها حيث يفقس ويتطور الطور اليرقي الأول والثاني داخل جسم النيماتودا الأنثى. بعد ذلك يترك العمر اليرقي الثالث (الطور اليافع المعدي Infective juveniles) جسم العائل (الحشرة الميتة) أو جسم النيماتودا الأنثى حيث يعيد دورة الحياة ويهاجم حشرات أخرى. وعادة فإن النيماتودا الممرضة تكمل من 2 – 3 أجيال داخل جسم الحشرة العائل الميتة، ويتوقف هذا على كمية الغذاء المتوفر.

وجدير بالذكر فإن الطور اليافع المعدي للنيماتودا Infective juveniles يستطيع أن ينتقل في التربة عدة سنتيمترات ويسكن منتظراً مصدراً جديداً للغذاء وهو الحشرات التي يدخلها عن طريق إحدى فتحاتها الطبيعية. وتعتمد دورة حياة النيماتودا على حالة ودرجة الحرارة في التربة ومدى توفر الغذاء (الحشرة العائل) في البيئة الموجودة بها. كما أن النيماتودا الممرضة للحشرات لا يمكن أن تنجح في القضاء على الآفات الحشرية أو أن نعتمد عليها في برامج المكافحة سوى مع الحشرات الساكنة في التربة أو التي تزور أو تختبئ في التربة من حين لآخر كما ذكر كل من Figueroa (1990)، Smith *et al.* (1993)، Sen Selvan *et al.* (1994) ومثال على ذلك حشرة حفار عذوق النخيل التي تضع بيضها في المواد المتخمرة بالتربة كما أن طوري اليرقة والعذراء لهذه الحشرة يتواجدان داخل التربة.

4. الفيروسات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Virus

تشتمل الفيروسات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Virus على ثلاث مجموعات رئيسية هي:

- الفيروسات النووية أي التي تصيب أنوية الخلايا Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV)
- الفيروسات التي تصيب سيتوبلازم الخلايا Cytoplasmic Polyhedrosis Virus (CPV)
- الفيروسات المحببة Granulosis Virus (GV)

وتعتبر الفيروسات الممرضة للحشرات التي تصيب أنوية الخلايا ذات أهمية من الناحية التطبيقية حيث إن هذه الفيروسات تتضاعف داخل نواة الخلية وتنتقل الإصابة من خلية لأخرى وبالتالي تصاب عدة أنسجة داخل جسم الحشرة. ومن أهم الأجزاء في الحشرة التي تكون عرضة للإصابة أنوية الخلايا الطلائية المبطنة للقناة الهضمية لكثير من اليرقات من رتبة حرشفية الأجنحة.

وجدير بالذكر أن الفيروسات الممرضة للحشرات لها درجة عالية من التخصص كمبيدات حشرية ويطلق عليها Insecticidal Baculovirus، حيث يصيب النوع الواحد من الفيروسات نوع واحد معين من الحشرات أو قد يصيب نوعين أو أربعة أنواع فقط من الحشرات القريبة الصلة جداً ببعضها. وهذا التخصص بالطبع له فوائد كثيرة من أهمها أننا عند استخدام نوع من الفيروسات لمكافحة نوع محدد من الحشرات فإن هذا الفيروس لن يؤثر أو يصيب أنواع أخرى خاصة الحشرات النافعة المتواجدة في البيئة مثل المفترسات والطفيليات.

وتوجد المستحضرات الفيروسية التجارية على هيئة مسحوق قابل للبلل أو على هيئة مستحلبات، ولابد أن يتم تخزين هذه المستحضرات على درجات حرارة منخفضة. وتستخدم هذه المستحضرات رشاً على النباتات ويجب عدم خلط هذه المستحضرات مع مركبات النحاس أو الكبريت. ويوضح جدول (41) أهم المستحضرات التجارية لبعض الفيروسات الممرضة للحشرات والتي يمكن أن تستخدم لمكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية.

جدول (41): أهم المستحضرات للفيروسات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Virus والمستخدمة كمبيدات حشرية (Insecticidal Baculovirus)

الفيروسات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Virus	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الحشرات المستهدفة
Adoxophyes orana **(granulovirus) (GV)**	*Capex 2	Andermatt	يرقات حشرة *Adoxophyes orana* Fischer
Anagrapha falcifera **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*Anagrapha falcifera NPV	Thermo Trilogy	يرقات حرشفية الأجنحة Lepidopteran larvae
Anticarsia gemmatalis **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*Polygen *Multigen	Agroggen EMBRAPA	حفار قصب السكر *Diatreae saccharalis* يرقات اللوبيا الناعمة *Anticarsia gemmatalis*
Autographa californica **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*VPN 80 *Gusano	Agricola El Sol Thermo Trilogy	يرقات حرشفية الأجنحة *Lepidopteran larvae*
Cydia pomonella **(granulovirus) (GV)**	*Madex 3 *Carposin *Carpovirusine *CYD-X HP	Andermatt Agrichem Calliope Certis, USA	دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella*
Helicoverpa zea **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*GemStar	Thermo Trilogy	دودة اللوز الأمريكية *Helicoverpa zea* دودة براعم التبغ *Helicoverpa virescens*
Lymantria dispar **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*Gypcheck	US Forestry Service	فراشة الغجر في الغابات *Lymantria dispa* وأشجار الظل والزينة.
Mamestra brassica **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*Mamestrin	NPP and Calliope	يرقات ورق الكرنب *Mamestra brassicae*
Spodoptera exigu **(nucleopolyhedrovirus) (NPV)**	*Spod-X *Ness-A	Thermo Trilogy Applied Chemicals Thailand	الدودة الخضراء *Spodoptera exigua*

Source: Copping (2009).

5. المبيدات الفطرية الحيوية Bio-Fungicides

بالإضافة لكل ما سبق فهناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة (الفطريات والبكتيريا) التي يتم إنتاجها تجارياً لمكافحة الفطريات وهذه يطلق عليها المبيدات الفطرية الحيوية Bio-Fungicide ويوضح جدول (42) بعض من هذه المستحضرات التجارية والتي يمكن أن تستخدم لمكافحة الفطريات المختلفة في الزراعة العضوية.

جدول (42): أهم المستحضرات للمبيدات الفطرية الحيوية Bio-Fungicides

المبيدات الفطرية الحيوية Bio-Fungicide	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الفطريات المستهدفة
أولاً: الفطريات			
Candida oleophila	*Aspire	Ecogen	يستخدم لمكافحة أمراض ما بعد الحصاد في ثمار الموالح والتفاح والكمثري والسفرجل.
Coniothyrium minitans	*Contans	Prophytia	فطريات أنواع الجنس *Sclerotinia*
Endothia parasitica	*Non-pathogenic strain	CNICM	لمكافحة فطر *Endothia parasitica* الذي يسبب ذبول أشجار الكستناء Chestnut trees
***Fusarium oxysporum* (strain Fo 47)**	*Fusaclean L *Fusaclean G	NPP NPP	أمراض الذبول الوعائي التي تسببها فطريات: *Fusarium oxysporum* *Fusarium moniliforme*
Gliocladium catenulatum	*Primastop	Kemira	أنواع فطريات التربة مثل: *Pythium and Rhizoctonia* وفطريات ما بعد الحصاد التي تتبع أجناس: *Botrytis, Didymella and Helminthosporium*
Gliocladium virens	*SoilGard	Thermo Trilogy	الفطريات التي تسبب أمراض سقوط البادرات وأعفان الجذور مثل: *Rhizoctonia, Pythium, Fusarium, Thielaviopsis, Sclerotinia* and *Sclerotium* spp.
Pythium oligandrum	*Polyversum		العديد من الفطريات الممرضة المحمولة في التربة.
Trichoderma harzianum	*Trianum-P *Trianum-G *Harzan *Trichodex	Koppert Koppert NPP Makhteshim	الفطريات الممرضة المحمولة في التربة مثل: *Botrytis* and *Sclerotinia* spp.
Trichoderma harzianum ***Trichoderma polysporum***	*PlantGard WG	BINAB Bio-Innovation AB, Sweden	العديد من الفطريات المحمولة في التربة مثل: *Rhizoctonia, Pythium, Fusarium, Verticillium, Chondrostereum* and *Didymella*.
Trichoderma viride	*Bio-Cure F	Stanes, India	الفطريات المحمولة في التربة مثل: *Rhizoctonia, Pythium, Fusarium, Verticillium, Chondrostereum* and *Sclerotium* spp.
Ampelomyces quisqualis	*AQ10	Ecogen	العفن الأبيض في البصل والثوم، البياض الزغبي، البياض الدقيقي اللفحة الأرجوانية والصدأ وذبول الفيوزاريوم.
ثانياً: البكتيريا			
Bacillus subtilis	*Kodiak *System 3 *Serenade	Gustafson Uniroyal Bayer	لمعاملة البذور ضد العديد من فطريات البادرات مثل: *Fusarium, Pythium* and *Rhizoctonia* spp. البياض الدقيقي، الجرب، لفحة الأوراق، الصدأ، العفن الرمادي.

المبيدات الفطرية الحيوية Bio-Fungicide	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الفطريات المستهدفة
***Bacillus amyloliquefaciens* Strain D747**	*DoubleNickel 55	Certis, USA	البيض الدقيقي، البياض الزغبي، تبقعات الأوراق.
Burkholderia cepacia	*Deny *Intercept	CCT Corp Soil Technologies	فطريات التربة الممرضة، النيماتودا.
Pseudomonas chloraphis	*Cedoman	BioAgr.	فطريات التربة الممرضة، فطريات البذور.
Pseudomonas fluorescens	*Bio-Cure B *Dagger *BlightBan	Stanes Ecogen Plant Health Technologies	الفطريات المحمولة في التربة مثل: *Fusarium*, *Pythium* and *Rhizoctonia* spp. البكتيريا المسببة للفحة النارية في التفاح والكمثري *Erwinia amylovora*
Pseudomonas syringae	*BioBlast		الفطريات التي تهاجم المواد المخزونة.
Streptomyces griseoviridis	*Mycostop	Kemira Bioyech, Finland	الفطريات الممرضة المحمولة في التربة، خاصة أنواع الفطر *Fusarium* الذي يسبب الذبول وأعفان القاعدة والجذور، وأيضاً لمكافحة: *Alternaria*, *Pythium* and *Phomopsis* spp.

- **استخدام فطر *Trichoderma* spp. لمكافحة مسببات الأمراض النباتية في الزراعة العضوية**

تعتبر الأمراض النباتية من أهم المشاكل التي تتعرض لها النباتات في الزراعات العضوية، حيث تؤدي الإصابة بالفطريات المحمولة في التربة أو تلك المحمولة عن طريق البذور إلى إصابة النباتات بالعديد من الأمراض الفطرية المختلفة مما يؤدي إلى موت النباتات وهي في طور البادرات أو موتها بعد نموها وتطورها. وفي بعض الأحيان قد تتحمل النباتات الإصابة وتستمر في النمو وهي مصابة وهنا يحدث انخفاض ملحوظ في المحصول الناتج. وتعتبر أمراض موت البادرات وأعفان الجذور والذبول (أمراض المجموع الجذري) وأعفان الثمار من أهم الأمراض الفطرية التي يجب أن نهتم بمكافحتها في الزراعة العضوية. ويوجد العديد من مستحضرات فطر الترايكودرما التجارية تستخدم كمبيد فطري حيوي Bio-fungicide في الزراعة العضوية، لمكافحة الفطريات الممرضة المحمولة في التربة والفطريات المسببة لأعفان الثمار وغيرها. ويوضح جدول (43) أمثلة لمستحضرات فطر الترايكودرما الحيوي التجارية.

جدول (43): بعض المستحضرات التجارية لسلالات فطر الترايكودرما كأحد أهم المبيدات الفطرية الحيوية (Bio-Fungicide)

الاسم التجاري	سلالة فطر الترايكودرما	الشركة المنتجة	الفطريات المستهدفة
Trianum-P (WP) **Trianum-G**	*Trichoderma harzianum* strain T22	Koppert	الفطريات المحمولة في التربة والمسببة لأعفان وذبول الجذور مثل: *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia*
Biocontrol T34 WP	*Trichoderma asperellum* strain T34	Fargro, UK Biocontrol Tec., Spain	الفطريات المحمولة في التربة مثل: *Fusarium oxysporum*
Promot WP	*Trichoderma harzianum* *Trichoderma koningii*	JH Biotech, Inc., USA	الفطريات المحمولة في التربة والمسببة لأعفان وذبول الجذور مثل: *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* and *Sclerotium rolfsii*
PlantGard WG	*Trichoderma harzianum* *Trichoderma polysporum*	BINAB Bio-Innovation AB, Sweden	العفن الأبيض في البصل والثوم. البياض الزغبي واللفحة الأرجوانية. ذبول الفيوزاريم.*Fusarium* spp
Bio-Cure-F	*Trichoderma viride*	Stanes, India	الفطريات المحمولة في التربة والمسببة لأعفان وذبول الجذور مثل: *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Botrytis cinerea*, *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotinia homoeocarpa*

Source: Copping (2009).

وعموماً تتميز مستحضرات فطر الترايكودرما بقدرتها على مكافحة العديد من الفطريات الممرضة لمحاصيل الخضر والفاكهة والمحاصيل الحقلية، حيث إنه يكافح أنواع عديدة من الفطريات التابعة لأجناس:

Fusarium, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Sclerotenia*, *Verticillium*, *Heterbasidion*, *Didymella* and *Macrophomina* spp.

طريقة تأثير فطر الترايكودرما لمكافحة الفطريات الممرضة

- ينمو فطر الترايكودرما حول المجموع الجذري والشعيرات الجذرية ويعمل كحاجز يمنع وصول الفطريات الممرضة للجذور، حيث يشغل مكان الفطريات الممرضة بسرعة نموه.
- يعمل فطر الترايكودرما على مهاجمة الفطريات الممرضة ويتطفل عليها ويلتف حولها ويقتلها مباشرة.
- يفرز فطر الترايكودرما مواد متخصصة لقتل الفطريات الممرضة مثل الترايكودرمين Trichodermine.
- عندما يتم رش فطر الترايكودرما على المجموع الخضري أو الجذري فإنه يقوي مناعة النباتات مما يزيد من قدرتها على مقاومة الفطريات الممرضة.

طرق المعاملة بفطر الترايكودرما

- يمكن استخدام أحد الطرق التالية لمعاملة النباتات بمبيد فطر الترايكودرما الحيوي لمكافحة الفطريات الممرضة:
- يمكن خلط مبيد فطر الترايكودرما الحيوي مع البيت موس عند اعداده للاستخدام في المشاتل وذلك بمعدل 1 كجم/500 كجم بيت موس.
- يمكن إضافة مبيد فطر الترايكودرما الحيوي لسماد الكمبوست عن طريق رشة على أكوام الكمبوست أو رشة على سطح التربة بعد إضافة الكمبوست، كما يمكن إضافته مع مياه الري في شبكة الري بالتنقيط.

• يمكن رش مبيد فطر الترايكودرما الحيوي على الثمار لحمايتها من الإصابة بأعفان الثمار التي يسببها فطر *Botrytis* وذلك بمعدل 85 جرام/100 لتر ماء، كما يمكن إضافته للتربة عن طريق السقي حول النباتات لحماية جذورها من أعفان الجذور أو تقرحات الساق أو الذبول وذلك بمعدل 1.5 كجم/هكتار.

• يمكن استخدام مبيد فطر الترايكودرما الحيوي بديلاً عن المطهرات الفطرية مع تقاوي البطاطس عند الزراعة لمكافحة الفطريات المحمولة في التربة ومرض القشرة السوداء في البطاطس Black scurf والذي يسببه فطر *Rhizoctonia solani* وذلك بمعدل 1-2 كجم/500-1000 كجم تقاوي.

6. المبيدات النيماتودية الحيوية Bio-Nematicides

كما أن هناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة (الفطريات والبكتيريا) التي يتم إنتاجها تجارياً لمكافحة النيماتودية وهذه يطلق عليها المبيدات النيماتودية الحيوية Bio-Herbicides ويوضح جدول (44) بعض من هذه المستحضرات التجارية والتي يمكن أن تستخدم لمكافحة النيماتودا في الزراعة العضوية.

7. مبيدات الحشائش الحيوية Bio-Herbicides

كما أن هناك بعض من الكائنات الحية الدقيقة (الفطريات والبكتيريا) التي يتم إنتاجها تجارياً لمكافحة الحشائش وهذه يطلق عليها مبيدات الحشائش الحيوية Bio-Nematicides. ويوضح جدول (45) بعض من هذه المستحضرات التجارية والتي يمكن أن تستخدم لمكافحة الحشائش في الزراعة العضوية.

جدول (44): بعض المستحضرات التجارية للمبيدات النيماتودية الحيوية Bio-Nematicides

المبيدات النيماتودية الحيوية Bio-Nematicides	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	النيماتودا المستهدفة
أولاً: الفطريات			
Myrothecium verrucaria	*DiTera	Abbott	النيماتودا المتطفلة على النباتات مثل: نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا الحويصلات، والنيماتودا الحافرة.
***Paecilomyces lilacinus* strain 251**	*Bio-Nematon *MeloCon WG	Stanes, India Certis, USA	النيماتودا المتطفلة على النباتات مثل: نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا الحويصلات، والنيماتودا الحافرة.
ثانياً: البكتيريا			
Pasteuria usage	*Econem	Pasteuria Bioscience, Inc.	النيماتودا الواخزة في المسطحات الخضراء. *Belonolaimus longicaudatus*
Pasteuria nishizawae	*Clariva	Syngenta	نيماتودا الحويصلات في فول الصويا وبنجر السكر *Heterodera glycines* and *Heterodera schachtii*

Source: Copping (2009).

جدول (45): بعض المستحضرات التجارية لمبيدات الحشائش الحيوية Bio-Herbicid

مبيدات الحشائش الحيوية Bio-Herbicide	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الحشائش المستهدفة
أولاً: الفطريات			
Chondostereum purpureum	*Biochon *Chontrol	Koppert	يستخدم في الغابات لمنع نمو بعض النباتات غير المرغوب فيها.
ثانياً: البكتيريا			
Pseudomonas gladioli	*AM 301 *Camperico	Japan Tobacco Microgen	لمكافحة حشيشة . *Poa annua* L في المسطحات الخضراء.

Source: Copping (2009).

8. مبيدات مضادة للفيروس Anti-viral

هناك بعض من الكائنات الحية الدقيقة التي يتم إنتاجها تجارياً لمكافحة بعض أنواع الفيروسات النباتية وهذه يطلق عليها المبيدات الحيوية المضادة للفيروس Anti-viral ويوضح جدول (46) بعض من هذه المستحضرات التجارية والتي يمكن أن تستخدم في الزراعة العضوية.

جدول (46): بعض المستحضرات التجارية الحيوية للمبيدات المضادة للفيروس Anti-viral

مبيدات فيروسية حيوية Anti-viral	المنتج التجاري	الشركة المنتجة	الفيروسات المستهدفة
السلالة الضعيفة من فيروس: Zucchini yellow mosaic virus (weak strain)	*Curbit	Bio-Oz Biotechnologies, Ltd.	فيروس موزايك الكوسة الأصفر في الكوسة والشمام والبطيخ (الجح).

Source: Copping (2009).

ثانياً: المبيدات الكيميائية الحيوية Biochemical Pesticides

من ضمن مجموعة المبيدات الكيميائية الحيوية المبيدات التي يتم تحضيرها وتكون عبارة عن منتجات ثانوية لعمليات التخمر Fermentation products لبعض الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة. ومنذ أوائل الثمانينات من هذا القرن بدأ إنتاج العديد من هذه المبيدات تجارياً على نطاق واسع عن طريق عمليات التخمر لهذه الميكروبات الموجودة طبيعياً في التربة، ومثال على ذلك المبيد الحشري/الأكاروسي Abamectin والمبيد الحشري Spinosad.

بالإضافة إلى ذلك فإنه وجد أن بعض المضادات الحيوية Antibiotics لها كفاءة في مكافحة بعض الأمراض النباتية واستخدمت على نطاق تجاري لهذا الغرض. ومثال على ذلك: الإستربتومايسين Streptomycin والتيراميسين Terramycin الذي يستخدم لعلاج بعض الأمراض النباتية مثل مرض اللفحة النارية الذي تسببه بعض أنواع من البكتيريا على التفاح والكمثرى، كما يستخدم لمكافحة الإصابات التي تسببها الميكوبلازما وخاصة على الخوخ والكريز وذلك عن طريق حقن الأشجار بتركيز 100 جزءً في المليون، كما يستخدم لمكافحة مرض الوجام على النخيل بمعدل 20 جرام لكل شجرة وتتم المعاملة ثلاث مرات في السنة على أن يكون بين المعاملة والأخرى شهران وذلك في الفترة التي تتراوح فيها درجة الحرارة ما بين 20 – 30° م. وبذلك فإن هذه المضادات الحيوية تعتبر مبيدات للأمراض التي تستخدم لمكافحتها. وهذه المجموعة من المبيدات

تستخدم بكفاءة في مكافحة الآفات المختلفة على محاصيل عديدة، مثل محاصيل الخضر وأشجار الفاكهة.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن المبيدات المستخلصة من النباتات Botanical Pesticides تعتبر من المبيدات الكيميائية الحيوية، ومن أهم هذه المبيدات المستخلصة من النباتات: النيكوتين Nicotine ومستخلص النيم Azadirachtin والبيريثرم Pyrethrum والروتينون Rotenone والريانيا Ryania وغيرها.

وجدير بالذكر أن المبيدات الكيميائية الحيوية تدخل ضمن مجموعة المبيدات عالية الأمان وهذه يطلق عليها Reduced Risk Products، كما أنها مسجلة ضمن مجموعة المبيدات الخضراء Green Chemicals حسب توصيف هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، فهي آمنة على البيئة بجميع مكوناتها بالمقارنة مع غيرها من المبيدات التقليدية. وغالبية المبيدات من هذه المجموعة تكون متوافقة مع إطلاق الطفيليات والمفترسات المفيدة والتي تستخدم ضمن برامج المكافحة الحيوية، حيث إنها تحافظ على الأعداء الحيوية وبذلك فهي يمكن أن تستخدم بكفاءة ضمن برامج الإدارة المتكاملة لمكافحة الآفات، خصوصاً مع برامج إطلاق الطفيليات والمفترسات المفيدة من خلال برامج المكافحة الحيوية للآفات. كما أن العديد من هذه المجموعة من المبيدات مصرح باستخدامها في نظم الزراعة العضوية. وفيما يلي بعض الأمثلة لهذه المجموعة من المبيدات الكيميائية الحيوية والمنتجة تجارياً على نطاق واسع، والمصرح باستخدامها في نظم الزراعة العضوية:

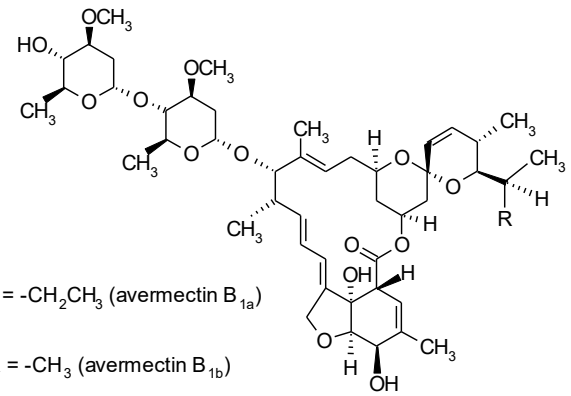
1. منتجات ثانوية لعمليات التخمر Fermentation products

- **أباميكتين Abamectin**

Microbial insecticide / acaricide

هذا المبيد من نواتج عمليات التخمر للأكتينوميسيت المتواجد بالتربة (Soil actinomycete) من النوع:

Streptomyces avermitilis والموجودة طبيعياً في التربة. ويستخدم بكفاءة في مكافحة الأطوار المتحركة للعديد من الأكاروسات، وصانعات الأنفاق، والخنافس وغيرها. كما يستخدم لمكافحة نوع من النمل وهو النمل الناري (*Solenopsis* spp.) Fire ants. وينتج مبيد الأباميكتين تجارياً على صورة مستحلب مركز Emulsifiable Concentrate (EC) أو كطعم جاهز للاستخدام Ready for use bait (RB)، ويوجد هذا المبيد بأسماء تجارية عديدة مثل: Vertimec, Dynamec, Avid, Agri-Mek and Abacide وتأثير الأباميكتين يكون كسم معدي وبالملامسة وليس له تأثير جهازي. وحسب تصنيف (EPA) يقع مبيد الأباميكتين في المجموعة الرابعة، وتقدر سمية هذا المبيد كما يلي:



(i) R = $-CH_2CH_3$ (avermectin B_{1a})

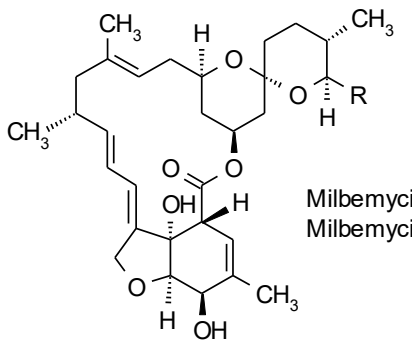
(ii) R = $-CH_3$ (avermectin B_{1b})

Acute oral LD_{50}: rats 10, mice 13.6 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: rabbit > 2,000 mg/kg.

- **ميلبيميكتين Milbemectin**

Microbial acaricide / insecticide



Milbemycin A_3 : R = CH_3
Milbemycin A_4 : R = CH_2CH_3

هذه المادة تم فصلها من نواتج التخمر للأكتينوميسيت المتواجد بالتربة (Soil actinomycete) من النوع:

Streptomyces hygroscopicus subsp. *aureolacrimosus*

ويستخدم هذا المبيد لمكافحة أكاروس الموالح الأحمر وأكاروس صدأ الموالح القرمزي والعديد من الأكاروسات. وينتج هذا المبيد تحت اسم تجاري: Milbeknock ويوجد تجارياً على صورة مستحلب مركز Emulsifiable Concentrate (EC).

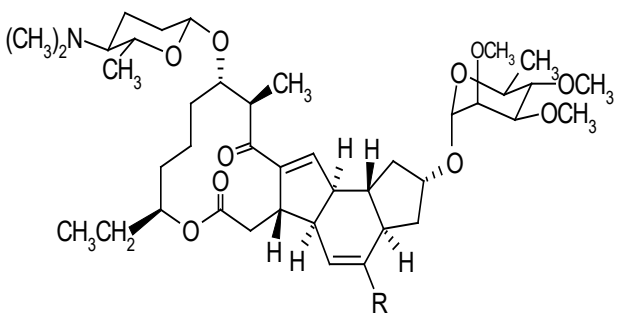
وسمية هذا المبيد كما يلي:

Acute oral LD_{50}: male rats 762, female rats 456 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: male and female > 5,000 mg/kg.

- **سبينوساد Spinosad**

Microbial insecticide



spinosyn A, R = H-

spinosyn D, R = CH_3-

المركب التجاري لهذا المبيد خليط من spinosyn A and spinosyn D والمركبين عبارة عن نواتج ثانوية لعمليات تخمر الأكتينومايسيت (actinomycete) من النوع *Saccharopolyspora spinosa*

يستخدم هذا المبيد في المكافحة ضد يرقات حشرات حرشفية الأجنحة (Caterpillars)، صانعات الأنفاق في الأوراق (Leafminers)، التربس (Thrips)، الخنافس الآكلة للأوراق (Foliage feeding beetles). كما يستخدم في مكافحة العديد من آفات نخيل التمر مثل: ثاقبة العراجين وحشرة الحميرة واليرقات من جنس الإفيستيا *Ephestis* spp. ودودة ثمار الرمان (أبو دقيق الرمان).

وينتج هذا المبيد تجارياً كمعلق مركز Suspention concentrate (SC) ويوجد في الأسواق تحت أسماء:

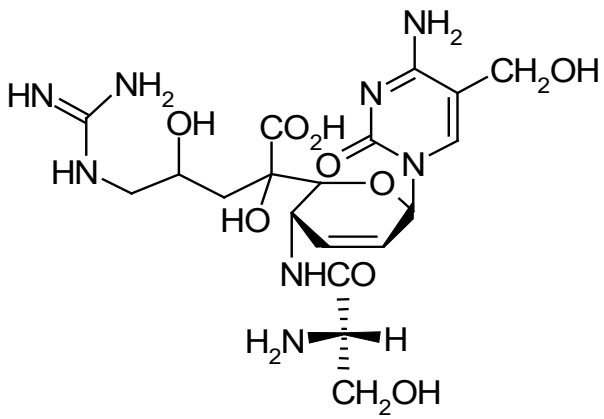
Tracer، Conserve وسمية هذا المبيد كما يلي:

Acute oral LD_{50}: male rats 3,783, female rats > 5,000 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: rabbits > 5,000 mg/kg.

- **ميلديوميسين Mildiomycin**

Microbial fungicide



ينتج هذا المبيد من نواتج عمليات التخمر للأكتينوميسيت المتواجد بالتربة (Soil actinomycete) من النوع: *Streptoverticillium rimofaciens* strain B-98891 ويستخدم هذا المبيد للوقاية أو استئصال الإصابة بفطريات البياض الدقيقي عن طريق رش النباتات بمعدل من 5 إلى 10 جرام لكل 100 لتر ماء. وينتج هذا المبيد في صورة مسحوق قابل للبلل Wettable powder (WP) وذلك تحت اسم تجاري: Mildiomycin وسمية هذا المبيد كما يلي:

Acute oral LD_{50}: male rats 4،300، female rats 4،120 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: male and female > 5،000 mg/kg.

- **الإستربتومايسين Streptomycin**

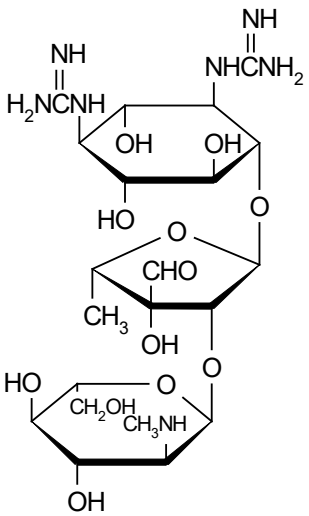
Microbial bactericide

هذا المضاد الحيوي تم فصله من نواتج التخمر لبكتيريا التربة من نوع *Streptomyces griseus* ويستخدم كمبيد بكتيري لمكافحة البكتيريا المسببة لأمراض التقرح، بكتيريا الذبول، البكتيريا المسببة لمرض اللفحة النارية في التفاح والكمثرى، وبكتيريا الأعفان وغيرها من البكتيريا الممرضة للنباتات.

كما يستخدم هذا المضاد الحيوي لمكافحة مرض الوجام على نخيل التمر وذلك عن طريق حقن النخيل المصاب بمعدل 20 جرام للنخلة الواحدة.

الإســـــتربتومـايسين فعال بصفة خاصة ضد البكتيريا التالية:

Xanthomonas oryzae Dows., *X. citri* Dows., *Pseudomonas tabaci* Stevens and *P. lachrymans* Carsner.



ويوجد هـذا المضـاد الحيـوي تجارياً إمـا في صـــورة مســـحوق قابـل للبـــلل Wettable powder (WP) أو في صورة مركز قـابل للـذوبان Soluble concentration (SL)

ويبـــاع الإســـتربتـومايسين بأسماء تجارية مختلفة مثل:

Agrimycin 17, AS-50, Plantomycin, Paushamycin

وهـذا المضـاد الحيـوي آمن جداً للإنسـان، وحسب تصنيف هيئة حماية البيئـة الأمريكيـة (EPA) يقـع هـذا المركـب في المجموعـة الرابعـة. وسمية هذا المبيد البكتيري كما يلي:

Acute oral LD_{50}: mice >10,000 mg/kg.

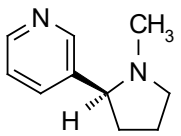
Acute dermal LD_{50}: male mice 400 and female mice 325 mg/kg.

2. مبيدات مستخلصة من النباتات Botanical Pesticides

وهذه المجموعة تشتمل على المبيدات المشتقة من النباتات أي المبيدات ذات الأصـل النباتـي وهـذه يطلـق عليهـا Botanical pesticides، كمـا يطلـق أيضـاً علـى هـذه المجموعـة مـن المبيـدات الحشـرية المشـتقة مـن النباتـات اسـم: Plant Derived Insecticide وتعـد هـذه المجموعـة مـن المبيدات من أوائل المبيدات التي عرفت واستخدمت على نطاق واسع ومن أهمها النيكوتين الذي استخدم كأول مبيد حشري من أصل نباتي. وفيما يلي أمثلة عن بعض من هذه المبيدات المشتقة من النباتات:

• النيكوتين Nicotine

المصدر الذي يستخلص منه هذا المبيد هو نبات الدخان Tobacco من جنـــس *Nicotiana* وخـاصـــة مـن النـوع *Nicotiana rustica*



وقـد اشـتق اسـم النيكوتـين والجنـس *Nicotiana* نسـبة إلى Jean Nicot الـذي كان يعمل قنصـلا لفرنسـا في لشبونة ويرجـع إليـه الفضـل في نقـل نبـات الدخـان مـن إسـبانيا والبرتغـال إلى إيطاليـا وفرنسـا. ويسـتخدم مبيـد النيكوتـين لمكافحـة العديـد مـن الحشـرات مثل: حشـرات المن، التربس، الذبـاب الأبيض، وذلـك على المحاصيل المختلفـة كمحاصيـل الخضـر أو الفاكهـة وأيضـاً علـى نباتـات الزينـة، ولكن يجب اختبـاره على كل صنـف على حدة قبل الاسـتخدام لمعرفة إذا كان لـه تأثير سـام على الصنـف أم لا. والنيـــكوتين ينتـــج تجـــــارياً علـى هـيـئـــة مســـــحـوق قـــابـــل للـنـــشـــر (Dispersible Powder (DP أو على هيئـة مركـز قابـل للذوبـان(Soluble concentrate (SL أو كمدخنـات. ومـن الأسـماء التجارية لهذا المبيد:

Nico Soap, XL-All Nicotine and Nicotine 40% Shreds

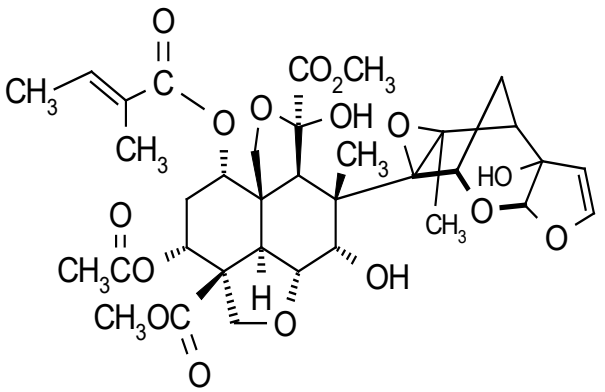
وهـذا المبيـد يعتبـر مبيـد حشـري غـير جهـازي. ويؤثـر علـى الحشـرات بالملامسـة، كما يؤثر كسـم معدي. ولا يوجد تأثير سـام على الإنسـان في التركيـزات العاديـة للنيكوتـين. ولكـن في حالـة التركيـزات العاليـة فإنـه يكون سـاماً وسـريع المفعـول على الحيـوان والإنسـان. ومبيـد النيكوتـين سـام للإنسـان سـواء عـن طريـق الاستنشـاق أو عنـد ملامسـته للجلـد. والجرعـة الفميـة المميتـة للإنسـان تكون مـن 40 إلى 60 ملجـم. وتقـدر سمية هذا المبيد كما يلي:

Acute oral LD_{50}: rats 50 – 60 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: rabbits 50 mg/kg.

• مستخلص النيم (الأزاديراكتين)Azadirachtin

يســتخلص هـذا المبـيـد أســاســاً مـن بـذور شـجـرة النيـم (*Azadirachta indica* A Juss). ومـن المعتقـد أن أصـل هـذه الشـجرة هـو بورمـا، وحاليـاً تنمـو في مناطـق عديـدة مـن العـالم. ويستخدم مبيد الأزاديراكتين (المستخلص من بذور النيم) لمكافحة العديـد مـن الحشـرات علـى المحاصيـل المختلفـة كالخضـروات (الطماطـم، البطاطس، الكرنـب) كمـا يسـتخدم علـى محاصيـل القطن، الشـاي، البن ...وغيرهـا. وتوجد تأثيرات مختلفـة للنيـم على الحشـرات المتغذيـة على النباتـات، حيـث إن لـه تأثير طـارد مانع للتغذية



على العديد من الحشرات عن طريق تجنب الحشرات للمحاصيل التي رشت بمبيد النيم. كما أن له تأثير ضار أو معطل لعملية الانسلاخ في الحشرات، وفي بعض الحالات يؤدي التعرض لهذا المبيد إلى زيادة في عمر اليرقات ولو أن هذا مرتبط بعملية تثبيط التغذية. بالإضافة إلى ما سبق فمن المعتقد أن هذا المبيد يؤثر على عملية التكاثر في الحشرات المتغذية على نباتات معاملة، ويعود ذلك إلى تأثيره المشتت على سلوك التلقيح في الحشرات وبالتالي يقلل من كفاءتها التناسلية. وهناك العديد من الآفات الحشرية التي يمكن مكافحتها بمستخلص النيم عند رشه على النباتات مثل: الحشرات القشرية والذباب الأبيض وحشرات التربس وحشرات المنَ بما في ذلك منَ التفاح الوردي (Rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*) ومنَ التفاح الصوفي (Woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*) والأكاروسات النباتية وبعض نطاطات الأوراق، وسيللا الكمثرى. ولقد وجد أن النيم له فعالية قليلة في السيطرة على الخنافس والذباب وطاويات الأوراق.

كما يستخدم مستخلص النيم ضد العديد من الفطريات النباتية، حيث استخدم هذا المستخلص بنجاح ضد الفطر *Fusarium* spp. وكذلك ضد فطريات *Aspergillus flavus* and *Botryodiplodia theobromae* ويعتبر مستخلص النيم فعال أكثر من غيره من المستخلصات في تثبيط النمو الميسليومى وتقليل نسبة إنبات الجراثيم في الحبوب المخزونة وكذلك في ثمار الكمثرى المخزونة للفطريات التالية:

Alternaria alternata, *Aspergillus flavus*, *Cochliobolus lunatus*, *Fusarium moniforme* and *Rhizopus stolonifer*.

ويعمل مستخلص النيم على إنقاص وبائية الفطريات المحمولة على البذور مع زيادة نسبة الإنبات. وينتج مبيد الأزاديراكتين تجارياً على صورة(EC) Emulsifiable Concentrate أو كمادة خام Crude extract وينتج هذا المبيد بأسماء تجارية عديدة مثل:

Neemix 90 EC, Neemazid, Thermo Trilogy (neem oil for disease control)، Azatin, Bio-neem, Nimbecidine, Neemachtin, Proneem, NeemAzal.

وجدير بالذكر أن هذا المبيد قابل للخلط مع العديد من المركبات. ويعتبر مبيد الأزاديراكتين قليل السمية جداً للثدييات والإنسان، لذلك فهو يقع في المجموعة الرابعة حسب تقسيم (EPA)، وسميته كما يلي:

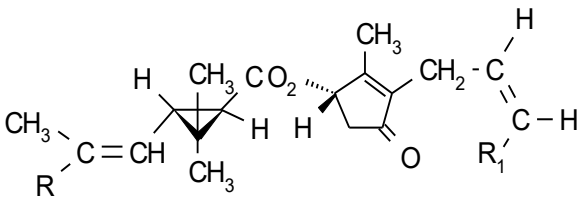
Acute oral LD_{50}: rats > 5,000 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: rabbits > 2,000 mg/kg.

- **البيريثرم (Pyrethrum) Pyrethrins**

منذ القدم يستخدم المسحوق الجاف لزهرة الكريزانثيمم *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. كمبيد حشري. وحسب التصنيف النباتي الحديث فإن هذا النوع نقل من الجنس *Chrysanthemum* إلى الجنس *Tanacetum*. ولقد عرف هذا النوع في العصور القديمة في الصين، ثم نقل من خلال طريق الحرير إلى بلاد فارس (Persia) ولذلك فإن المسحوق الجاف لرأس الزهرة كان يعرف باسم: "Persian Insect Powder".

وفي القرن التاسع عشر نقل هذا النوع إلى المناطق الساحلية للأدرياتيكي في الجزء الغربي من يوغوسلافيا ثم نقل إلى فرنسا ثم الولايات المتحدة الأمريكية ثم اليابان. وحالياً يزرع هذا النوع على نطاق واسع في كل من بلاد شرق إفريقيا (خاصة في كينيا)، الأكوادور، جزر غينيا الجديدة، أستراليا. وبذلك فإن البيريثرم



R = - CH_3 or - CO_2CH_3

R_1 = - $CH=CH_2$ or - CH_3 or - CH_2CH_3

يستخلص من زهرة *Tanacetum cinerariaefolium*، ويستخدم لمكافحة مدى واسع من الحشرات والأكاروسات على محاصيل عديدة من أشجار الفاكهة والخضروات وغيرها.

ومبيد البيريثرم غير جهازي وتأثيره بالملامسة. والفعل السام لمبيد البيريثرم يكون عن طريق ارتباطه بسلسلة الصوديوم في الحشرات ومن ثم يحدث الموت السريع للحشرة Knockdown and death. والمستحضرات التجارية لهذا المبيد تكون على هيئة:

إيروسولات Aerosol dispensers (AE) أو مسحوق قابل للنثر Dispersible Powders (DP) أو كضباب Fogging أو كمركزات الحجم المتناهي في الدقة Ultra-low volume liquids (UL) أو مستحلب مركز Emulsifiable Concentrate (EC) وينتج هذا المبيد بأسماء تجارية عديدة منها:

Alfadex, Pyrocide, Evergreen, Milon, CheckOut, Pycon and ExciteR

ويسمح باستخدام أحد مستحضرات البيريثرم الطبيعي الذي يتم إنتاجه من زهور البيريثرم بدون إضافة المادة المساعدة أو المنشطة (Synergists) بيبرونيل بيوتوكسيد Piperonyl Butoxide ويعتبر مبيد البيريثرم قليل السمية نسبياً للثدييات والإنسان، لذلك فهو يقع في المجموعة الثالثة حسب تقسيم (EPA)، وسميته كما يلي:

Acute oral LD_{50}: rats 2,370 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: rabbits 5,000 mg/kg.

- **الروتينون Rotenone**

مصدر هذا المبيد هو بعض النباتات من الفصيلة البقولية Leguminosae التي تنمو في الشرق الأقصى (الفلبين، الملايو) وأيضاً في وادي الأمازون بأمريكا الجنوبية. ويستخلص مبيد الروتينون من جذور بعض الأنواع التابعة لأجناس:

Derris, *Lonchocarpus* and *Tephrosia*

وأول مصدر تجاري للروتينون هو النوع *Derris elliptica* ويؤثر مبيد الروتينون على الحشرات كمبيد معدي وأيضاً بالملامسة. ويستخدم لمكافحة العديد من الحشرات مثل: المن، التربس، الفراشات، يرقات البعوض، والقراد والبراغيث في الحيوانات. وهو مبيد غير ضار بالإنسان والحيوان عندما يستعمل بالتركيزات العادية المستخدمة في أعمال مكافحة الآفات. وهذا المبيد سام للأسماك وقد كان يستخدم في آسيا وأمريكا الجنوبية كسم للأسماك.

ويستعمل هذا المبيد إما تعفيراً أو رشاً، وعند الرش يجب أن يغطي محلول الرش سطح النباتات تماماً. وعند التعفير يستعمل مسحوق الجذور الناعمة بعد التخفيف بمادة حاملة مثل بودرة التلك أو الجبس أو الكبريت. وعادة يحتوي هذا المسحوق على 4 – 5 % من المادة الفعالة.

والمستحضرات التجارية لهذا المبيد توجد في صورة مسحوق قابل للنثر Dispersible Powders (DP) أو مستحلب مركز(EC) Emulsifiable Concentrate أو مسحوق قابل للبلل (WP) Wettable Powder وينتج هذا المبيد بأسماء تجارية عديدة منها:

Cube Root, Rotenone Extract, Noxfire and Rotenone FX-11

وتقدر الجرعة المميتة من مبيد الروتينون للإنسان: من 300 – 500 ملجم لكل كجم من وزن الجسم.

ويعتبر هذا المبيد أكثر سمية عند استنشاقه عنه عند ابتلاعه. ومبيد الروتينون سام جداً للخنازير.

وقد قدرت الجرعة السامة النصف مميتة للفئران كما يلي:

Acute oral LD_{50}: white rats 132 – 1,500 mg/kg.

Acute dermal LD_{50}: white mice 350 mg/kg.

- **الريانيا Ryania extracts**

يستخلص هذا المبيد من سوق وجذور نبات الريانيا *Ryania speciosa* Vahl ويحتوي هذا النبات على 0.1 – 0.2 % من المادة الفعالة وهي الريانودين Ryanodine ومبيد الريانيا يؤثر في الحشرات كسم معدي ومهلك بالملامسة. ونتيجة لتأثيره السريع فإنه يستخدم ضد الحشرات الثاقبة مثل ثاقبات الذرة والقصب ويرقات الكرنب ودودة ثمار التفاح، مثل:

Codling moth, *Cydia pomonella* Linnaeus.

European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubner).

ويباع هذا المبيد تجارياً تحت أسماء: Natur-Gro R-50، Natur-Gro Triple Plus and Ryan 50 ويعتبر مبيد الريانيا قليل السمية نسبياً

للثدييات والإنسان، لذلك فهو يقع في المجموعة الثالثة حسب تقسيم (EPA)، وسميته كما يلي: Acute oral LD_{50}: rats 1,200 mg/kg

3. الزيوت النباتية Plant Oils

هناك أنواع مختلفة من الزيوت النباتية تستخدم كمبيدات عضوية لمكافحة العديد من الآفات الحشرية والأكاروسات النباتية. ومن ضمن هذه الزيوت النباتية المصرح باستخدامها في الزراعة العضوية من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية ما يلي: زيت البرتقال وزيت الكانولا، زيت الخردل وزيت الخروع وزيت فول الصويا وزيت النيم وغيرها. ويتم استخدام هذه الزيوت لقتل أو طرد الآفات الحشرية والأكاروسات النباتية، كما أنها تستخدم أيضاً لطرد الحيوانات الكبيرة مثل: القطط والكلاب أو الغزلان، وجميع الزيوت النباتية المعتمدة يمكن استخدامها كمبيدات العضوية، وفيما يلي أمثلة لبعض هذه الزيوت:

- **زيت الخردل Mustard oil**

يستخدم زيت الخردل كأحد الزيوت النباتية الطبيعية في مكافحة الآفات في الزراعة العضوية وذلك بخلط زيت الخردل بنسبة 750 مل مع 250 مل صابون لتحضير لتر من مستحضر زيت الخردل الذي يستخدم لمكافحة العديد من الآفات الحشرية على أن يتم رش النباتات المصابة من هذا المستحضر بمعدل 500 مل من المستحضر لكل 100 لتر ماء. وجدير بالذكر أن هذا المستحضر له تأثير فعال على بيض بعض الحشرات الثاقبة الماصة مثل الذباب الأبيض وغيرها بمعنى أن له Ovicidal action. كما أن لزيت الخردل تأثير على يرقات رتبة حرشفية الأجنحة Family: Lepidoptera

- **مستخلص زيت الكافور Eucalyptus globulus**

تزرع أشجار الكافور أساساً كأشجار ظل. وتحتوي أوراق الكافور على نسبة 1 إلى 2.4 % زيوت طيارة وتختلف كمية الزيوت على حسب عمر الأوراق، والمركب الأساسي في هذه الأوراق هو السينول Cineole حيث يمثل حوالي 54 إلى 95 %. والمستخلص الناتج من أوراق الكافور غني بالتانينات مثل: Flavonoids & Triterpenes وتستخلص المواد الفعالة من أوراق الكافور إما بالنقع في الماء الساخن لمدة 10 دقائق أو باستخدام المذيبات كخليط الإيثيل اسيتيت والهكسان. ويستخدم مستخلص الكافور ضد البكتريا السالبة لصبغة جرام، كما أن إضافة مسحوق الأوراق أو مستخلصاتها إلى التربة المصابة بالفطريات التي تسبب أمراض أعفان الجذور مثل: (*Rhizectonia solani* أو *Fusarium solani*) يؤدى إلى تقليل النمو للميسليوم وتقليل نسبة إنبات الجراثيم.

- **المبيد الأكاروسي Biomite**

يعتبر مبيد Biomite من المبيدات النباتية Botanical Pesticide وهذا المبيد مصرح باستخدامه في الزراعة العضوية لمكافحة الأكاروسات النباتية المختلفة مثل:

1. Two-Spotted Mites, *Tetranychus urticae* Koch
2. Pacific Spider Mites, *Tetranychus pacificu*s McGregor
3. Willamette Spider Mites, *Eotetranychus willamettei* (McGregor)
4. Citrus Rust Mites, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)
5. Broad Mites, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)
6. European Red Mites, *Panonychus ulmi* (Koch)

ويستخدم على أشجار الفاكهة مثل: التفاح والكمثري والعنب والفاكهة ذات النواة الحجرية وأشجار النقل كما يستخدم على القرعيات ونباتات الزينة وغيرها. والمواد الفعالة في هذا المبيد هي:

Geraniol (2-trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol) (0.417 %), Citronellol (3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol) (0.417 %), Nerolidol (3,7,11-Trimethyl-1,6,10-dodeca-trien-3-ol) (0.417%), Farnesol (3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol) (0.167%) and Other Ingredients (98.582 %).

- **GC-Mite**

وهذا المبيد مصرح باستخدامه في الزراعة العضوية لمكافحة الأكاروسات النباتية المختلفة وكذلك لمكافحة حشرات المن والتربس ويستخدم في الزراعات العضوية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا ونيوزيلاندا وهو من إنتاج شركة J.H. Biotech، USA والمواد الفعالة في هذا المبيد هي:

Cottonseed oil, Clove oil, Garlic extract, Oleic acid, Lauric acid, Sodium bicarbonate and water.

ويستخدم مبيد GC–Mite بمعدل 1 – 1.5 لتر لكل 100 لتر ماء.

ونسب المواد الفعالة التي يتكون منها هذا المبيد كما يلي:

Cottonseed oil (40%), Clove oil (20%), Garlic extract (10%), Oleic Acid (2%), Lauric Acid (1%), Sodium Bicarbonate (2%) and water (25%).

- **إكتوترول EcoTrol EC**

وهذا المبيد مصرح باستخدامه في الزراعة العضوية لمكافحة الأكاروسات النباتية المختلفة وكذلك العديد من الآفات الحشرية مثل: حشرات المن والتربس والذباب الأبيض والخنافس وبق النباتات والأعمار الصغيرة من يرقات حرشفية الأجنحة وغيرها والمواد الفعالة في هذا المبيد هي: Rosemary & Peppermint oil ويستخدم مبيد EcoTrol EC بمعدل 1 – 3 لتر لكل 100 لتر ماء.

ونسب المواد التي يتكون منها هذا المبيد كما يلي:

Rosemary oil (10%), Peppermint oil (2%) and Other Ingredients (88%).

- **Sporan EC2**

وهذا المبيد مصرح باستخدامه في الزراعة العضوية لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية على محاصيل الخضروات مثل: الطماطم والكوسا والفلفل، وأشجار الفاكهة مثل: العنب والخوخ والتفاح والكمثري، ونباتات الزينة. ويعمل هذا المبيد لمكافحة العديد من الفطريات مثل: الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي والبياض الزغبي والعفن الأسود وأعفان الثمار وغيرها.

وجدير بالذكر أن فترة الأمان عند استخدام هذا المبيد هي صفر، وبالتالي يمكن جمع المحصول وتسويقه بعد الرش مباشرة. ويعمل هذا المبيد على قتل هيفات الفطريات الممرضة كما أنه يمنع نمو جراثيم هذه الفطريات. والمواد الفعالة في هذا المبيد هي:

Rosemary oil (16%), Clove oil (10%), Thyme oil (10%), Peppermint oil (2%) and other ingredients (62%).

- **زيوت حشيشة الليمون Lemon grass**

حشيشة الليمون (*Cymbopogon citratus*) هي نباتات عشبية تتبع العائلة النجيلية عائلة (Family: Poaceae) وتحتوي على زيت طيار به مادة سترال Citral كمادة فعالة بنسبة 65–85 % بالإضافة إلى زيوت أخرى هي:

Myrcene, citronella, citronellol, and geraniol.

ويستخدم مستخلص حشيشة الليمون كمضاد للالتهابات Anti-inflammatory كما يثبط الزيت الطيار لحشيشة الليمون نمو الكثير من الفطريات مثل:

Penicillium chrysogenum, Aspergillus fumigatus, Aspergillus flavus and *Macrophomina phasoli.*

كما أنه يعمل أيضاً على تثبيط بعض أنواع البكتريا مثل:

Staphylococcus aureus, Bacillus subtillis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa and *Pseudomonas fluorescens*

وتوجد المكونات الآتية في مسحوق حشيشة الليمون (glycosides, alkaloids and tunni) التي تلعب دور هام في منع التأثير الضار للميكروبات. ولذلك فإن معاملة اللوبيا والذرة بمسحوق حشيشة الليمون قبل التخزين يعمل على تقليل التأثير الضار للميكروبات السابقة الذكر دون التأثير على حيوية هذه البذور مما يؤدى إلى إطالة فترة التخزين مع الاستخدام الآمن لمثل هذه المحاصيل. ويثبط مستخلص حشيشة الليمون تماماً نمو الفطريات التالية:

Ustilago maydis, Ustilaginoidea virens, Curvularia luntat and *Rhizopus* sp.

وكذلك يمكن استخدام مستخلص حشيشة الليمون في مقاومة الأمراض النباتية الناتجة عن الإصابة بالفطريات التالية:

Botrytis cinerea and *Rhizoctonia solani*

- **زيوت الريحان Basil**

الريحان (*Ocimum bacilicum*) من النباتات العشبية العطرية ويتبع العائلة الشفوية (Family: Lamiaceae) وتحتوي أوراق الريحان على زيوت طيارة أساسية وهي: اللينالول Linalool والإستراجول Estragole والكافور Eugenol ويستخدم الريحان

كطارد للغازات وكذلك في صناعة العطور وفي تحضير الحساء والسلطات وتحسين نكهة الشاي. كما تشير الدراسات أن هناك استخدامات طبية عديدة للريحان فيمكن أن يكون مضاد للالتهابات والميكروبات وأيضاً كمضادات الأكسدة، وكعلاج للقرحة، ومنبه للقلب وغيرها. وتستخدم المستخلصات المائية والكحولية للريحان ضد مسببات الأمراض النباتية مثل فطريات:

Alternaria alternate and *Curvularia tuberculata* كما يعمل مستخلص الريحان إلى تثبيط نمو الميسليوم وكذلك إنبات الجراثيم للفطر *Fusarium oxysporum* والذي يسبب مرض الذبول في نبات الحلبة. وكذلك يعمل مستخلص الريحان كمضاد لنمو العديد من الفطريات المحمولة على البذور مثل: الفطر *Aspergillus niger* والفطر *Fusarium moniliforme*.

- **زيوت النعناع الفلفلي *Mentha piperita* والنعناع البلدي *Mentha spicata***

النعناع من النباتات العشبية ويتبع العائلة الشفوية (Family: Lamiaceae) ويحتوي النعناع الفلفلي على زيت طيار به المنثول Menthol والمينثون Menthone ويحتوي النعناع البلدي على زيت طيار به الكارفون Carvone والليمونين Limonene. ويؤثر مستخلص الأوراق في النعناع الفلفلي على نمو الفطر *Aspergillus nidulans* والبكتريا *Escherichia coli* كما وجد أن الزيت الطيار للنعناع الفلفلي له تأثير ضد العمر اليرقي الأول لديدان اللوز في القطن. وتستخدم مستخلصات الجنس (*Mentha*) عموما ضد الفطر المسبب لمرض اللفحة في الأرز وهو فطر *Rhizoctonia solani*.

4. مستخلصات نباتية أخرى يمكن استخدامها لمكافحة الآفات في الزراعة العضوية

بالإضافة لكل ما سبق هناك العديد من المستخلصات النباتية الأخرى والتي يمكن أن تستخدم كمبيدات حشرية طبيعية لقتل أو طرد الحشرات أو تستخدم أيضاً في مكافحة الفطريات والبكتريا الممرضة للنباتات. ومثل هذه المستخلصات يمكن استخدامها لمكافحة الآفات المختلفة في الزراعة العضوية وهي بالطبع آمنة تماماً وليس لها أية أضرار على البيئة. ومن أمثلة ذلك النباتات الطبية والعطرية والتي تنمو إما كنباتات زينة أو بصورة برية مثل اللانتانا والدفلة والخطمية والكافور والداتورا. وكل هذه النباتات يمكن استخدام مستخلصاتها في مقاومة العديد من الآفات. ونوضح فيما يلي أمثلة لبعض من هذه المستخلصات النباتية التي يمكن استخدامها لمكافحة الآفات المختلفة.

- **مستخلص اللانتانا *Lantana camara***

اللانتانا هي أحد النباتات الطبية والعطرية الهامة في العالم وتوجد في المناطق ذات المناخ المعتدل وغير المعتدل حول العالم وهي تنتمي للعائلة الفيربينية (Family: Verbenaceae). واللانتانا نبات شجيري يزرع كنبات زينة والأوراق والأزهار هي الجزء المستخدم من هذا النبات. ويحتوي نبات اللانتانا على مواد فينولية مثل: (Flavonoids and Pentacyclic triterpenoids) التي تلعب دور هام كمضادات للميكروبات التي تسبب العديد من الأضرار للنباتات، فهناك العديد من الدراسات أوضحت أن أوراق نبات اللانتانا يمكن أن تظهر خصائص مضادة للميكروبات والفطريات والحشرات، كما أنها استخدمت أيضاً في الأدوية العشبية التقليدية في الهند لعلاج مجموعة متنوعة من الأمراض بما في ذلك السرطان وحكة الجلد والجذام وداء الكلب والجدري المائي والحصبة والربو والقرحة.

ولمكافحة الآفات يمكن استخدام مستخلص نباتات اللانتانا إما في صورة مستخلص مائي أو كحولي أو يستخدم في صورة مسحوق لمعاملة البذور أو درنات البطاطس كتعفير قبل التخزين. ويستخدم مستخلص اللانتانا ضد فطر (*Fusarium oxysporum*) المسبب لمرض الذبول. كما أدت المعاملة بهذا المستخلص إلى تثبيط نمو الميسليوم للفطر (*Aspergillus sydowii*) في البذور المخزونة. وكذلك تلعب اللانتانا دور هام في مقاومة مرض العفن الطري المتسبب عن البكتريا (*Erwinia carotovora*) في درنات البطاطس المخزونة. ويعمل مستخلص اللانتانا أيضاً على تثبيط نمو جراثيم الفطر (*Alternaria* spp.) الذي يسبب التبقعات للعديد من النباتات. وفي الطماطم يستخدم مستخلص نبات اللانتانا في مقاومة أمراض أعفان الثمار المتسبب عن الفطر (*Aspergillus niger*). والمستخلص المائي لهذا النبات أيضاً يعمل على مقاومة المسببات الفطرية التالية:

Botryodiplodia theobromae, Fusarium Oxysporum and *Aspergillus flavus.*

كما يقاوم مستخلص اللانتانا الفطريات التي تسبب أمراض الأعفان لثمار العديد من النباتات مثل فطريات: *Helminthosporium spiciferum* and *Fusarium scirpi* حيث يقلل نمو الميسليوم في الفطريات مما يؤدى إلى تقليل الإصابة ومعاملة الثمار بمستخلص هذا النبات قبل الإصابة يقلل من انتشار وامتداد الإصابة الفطرية. كما يقاوم هذا المستخلص نيماتودا تعقد الجذور ويمنع كذلك نمو الحشائش المائية.

- **مستخلص الداتورا *Datura stramonium***

يعتبر نبات الداتورا من النباتات الطبية ويتبع العائلة الباذنجانية (Family: Solanaceae) وتحتوي جميع أجزاء نبات الداتورا على مستويات عالية من مواد هيوسيامين hyoscyamine واتروبين atropine وسكوبولامين ويستخدم كمسكن للآلام ومخدر ومنوم. وقد يتواجد هذا النبات بصورة برية ويستخدم مستخلص الداتورا في مقاومة الفطريات النباتية الممرضة التالية:

Aspergillus flavus, Botryodiplodia theobromae, Fusarium oxysporum

وكذلك يستخدم بنجاح في مقاومة البكتيريا *Erwinia carotovora* المسببة لمرض العفن الطري في البطاطس سواء كمعاملة للدرنات المستخدمة كتقاوي قبل الزراعة أو قبل تخزين الدرنات كمعاملة للدرنات لإطالة فترة التخزين. كما وجد أن المعاملة بهذا المستخلص تؤدي إلى تقليل انتشار مرض العفن الطري الفطري المتسبب عن الفطر *Fusarium scirpi* في ثمار الفاكهة.

- **مستخلص الدفلة *Nerium oleander***

الدفلة Nerium من الشجيرات المستديمة الخضرة وقد يصل ارتفاعها إلى 4 أمتار. وتتبع نباتات الدفلة العائلة الدفلية (Family: Apocynaceae). وهي من نباتات الزينة حيث تنتشر زراعة نبات الدفلة بالحدائق العامة وتعتبر الدفلة من أكثر النباتات سمية بالحدائق، وهي من النباتات الطبية الهامة. ويزرع نبات الدفلة عن طريق البذور أو الاكثار عن طريق الخلفات. وتحتوي أوراق نبات الدفلة على مواد الاولياندين oleandrin والادينيرين adilnerin والنيريانثين nirianthin والنيرين nirin ويصنع منها الأدوية التي تعمل على تقوية عضلات القلب. ويمكن استخلاص المواد الفعالة عن طريق الماء الدافئ والمذيبات الكحولية. وتستخدم مستخلصات هذا النبات في تثبيط نمو الميسليوم وإنبات الجراثيم لكثير من الفطريات الملوثة للبذور مثل:

Alternaria alternata, Fusarium monilliforme, Cochliobolus lunatus, Aspergillus flavus and *Rhizopus stolonifera.*

- **مستخلص الخطمية Marsh-mallow**

ينتمي نبات الخطمية (*Althaea officinalis*) إلى العائلة الخبازية (Family: Malvaceae) وتعتبر الخطمية من النباتات ذات الاستخدامات الطبية الهامة كما تزرع كنبات زينة لجمال أزهارها. وقد عرفت الخطمية كأحد النباتات الطبية منذ العصور القديمة، حيث كانت تستخدم المواد المخاطية المستخلصة من الجذور كدواء في علاج التهابات الجهاز التنفسي المتسبب عن نزلات البرد، والتهاب المعدة، وقرحة البطين، والالتهابات المختلفة في تجاويف الأنف والفم، وآلام الكلى، والتهاب اللوزتين. وقد وجد أن جذور وأوراق نبات الخطمية تحتوي على العديد من المواد الفعالة التي يمكن الاستفادة منها في مقاومة مسببات الأمراض النباتية.

- **مستخلص الخلة البلدي (Khella) Visnaga**

تزرع الخلة البلدي (*Ammi visnaga*) كمحصول شتوي وتتبع العائلة الخيمية (Family: Apiaceae) وهي من النباتات المزهرة العطرية وتحتوي ثمار الخلة على مواد Visngin، Khellin بالإضافة إلى Coumarin. وقد أدت المعاملة بمستخلص الخلة البلدي إلى تثبيط نمو الميسليوم للفطر *Aspergillus flavus* وكذلك منع تكوين الأفلاتوكسين Aflatoxins المنتج بواسطة هذا الفطر. وقد استخدم المستخلص المائي والكحولي للخلة كمضادات فيروسية أدت إلى خفض الإصابة في نباتات الطماطم بفيروس موزاييك الطماطم.

- **مستخلص السنط العربي *Acacia nilotica***

السنط العربي عبارة عن شجرة متوسطة الحجم وسريعة النمو ومستديمة الخضرة وتتبع العائلة البقولية (Family: Fabaceae) ولكن قد يصل ارتفاعها إلى 8 أمتار، وتقاوم الجفاف وتنمو في الأراضي الرملية والملحية وموطنها الأصلي الجزيرة العربية والهند وإفريقيا. وهي ذات أزهار صفراء وتظهر في الربيع والصيف. ويمكن

أن يصنع منها بعض الأدوية للحيوانات أو علف للماشية. ويستخدم مسحوق ثمارها في صناعة دباغة الجلود لما تحتويه من مواد تانينية تعمل كمضادات للميكروبات المصاحبة لهذه الصناعة. ويثبط مستخلص أزهار أشجار السنط كل من إنبات الجراثيم ونمو أنبوبة الإنبات للفطر *Aspergillus solani* المسبب للعديد من الأضرار للنباتات. كما وجد أن المستخلص النباتي للسنط العربي يثبط نمو الميسليوم وإنبات الجراثيم للعديد من الفطريات التي تسبب أمراض الأعفان للعديد من المنتجات الزراعية في مرحلة ما بعد الحصاد وذلك يشمل الفطريات التابعة للأجناس التالية:

Colletrotrichum, Alternaria, Aspergillus, Fusarium, Drechslera and *Curvularia.*

- **مستخلص الشطة Chilli pepper**

الشطة (*Capsicum frutescens*) هي أحد أنواع الفلفل الحار وتتبع العائلة الباذنجانية (Family: Solanaceae) وتحتوي ثمار الشطة السوداني على مادة الكابسياسين Capsaicin ومواد راتنجية هامة من الناحية الطبية تعمل على تقوية جدار المعدة وإزالة الآلام الروماتيزمية. ويقوم المستخلص المائي لنبات الشطة في مقاومة العديد من مسببات الأمراض النباتية والآفات الحشرية على المجموع الخضري للعديد من محاصيل الخضروات. كذلك يمنع الرش بمستخلص الشطة انتشار فيروس موزاييك الخيار وفيروس التبقع الحلقي في الخيار.

- **مستخلص الثوم Garlic**

الثوم (*Allium sativum*) نبات عشبي يتبع العائلة الثومية (Family: Amaryllidaceae) ويذكر أن الثوم له خصائص طبية رائعة نظرا لخصائصه الوقائية في أمراض القلب والأوعية الدموية، وتنظيم ضغط الدم، وخفض نسبة السكر في الدم ومستويات الكوليسترول كما أنه فعال ضد العدوى البكتيرية والفيروسية والفطرية والطفيلية، وكذلك يعمل على تعزيز جهاز المناعة، ولها خصائص مضادة لمضادات الأكسدة. ويحتوي الثوم على مركبات الكبريت والزيوت الطيارة والإنزيمات والكربوهيدرات (السكروز والجلوكوز) والمعادن (السيلينيوم)، والأحماض الأمينية (مثل السيستين، الجلوتامين، الأيزوليوسين والميثيونين) والفيتامينات C، A، E التي تساعد على حمايتنا من عوامل الأكسدة، والفيتامينات الأخرى مثل النياسين، B_2، B_1 وبيتا كاروتين.

ويعمل مستخلص الثوم على مقاومة العديد من مسببات الأمراض النباتية وخاصة التي تصيب المجموع الخضري. ويستخدم مستخلص الثوم في مقاومة العديد من مسببات الأمراض النباتية البكتيرية والفطرية مثل:

Pseudomonas phaseclica, Xanthomonas, sp. *Puricularia oryzae, Colletrotrichum*, sp. *Pseudopernosporn cubnusis* and *Monilia fructucola*

ثالثاً: ناقلات الرسائل الكيميائية Semiochemicals

هناك بعض الكيماويات تفرزها الحشرات تقوم بتوجيه أو نقل الرسائل لتنظيم بعض المظاهر السلوكية في الحشرات كالتزاوج أو البحث عن الغذاء والمأوى وأماكن وضع البيض. وتعمل هذه المواد الكيميائية على نقل الرسائل السلوكية كيميائياً بين أفراد النوع الواحد، وهذه يطلق عليها « كيميائيات التواصل» بين أفراد النوع الواحد أو الفرمونات Intraspecific semiochemicals or Pheromones، أما كيميائيات التواصل بين أفراد من أنواع مختلفة فيطلق عليها الألومونات Allomones إذا ما كانت تفيد مصدر الرسالة أما إذا ما كانت تفيد مستقبل الرسالة فيطلق عليها الكيرومونات Kairomones. ولقد جاءت التسمية Semiochemicals من الكلمة اليونانية Semeon والتي تعني إشارة أو علامة. وعموماً يمكن تقسيم ناقلات الرسائل الكيميائية Semiochemicals إلى قسمين رئيسين هما: الفرمونات Pheromones والأليلوكيميائيات Allelochemicals.

1. الفرمونات الحشرية Insect Pheromones

من المعروف أن الفرمونات الطبيعية تفرزها الحشرات من غدد خارجية وتسبب رد فعل تخصصي للفرد داخل نفس النوع، كأن تعمل على الجذب الجنسي أو التجمع أو التحذير أو التعقب واقتفاء الأثر. ويستخدم اصطلاح المكافحة السلوكية Behaviour Control عند استخدام الكيماويات التي تعمل على جذب الحشرة إلى جهة معينة بحيث يؤدي ذلك إلى القضاء عليها، وقد يحدث أثناء ذلك خلل في النشاط الجنسي أو انحراف أحد الجنسين بعيداً عن الجنس الآخر

أثناء الشروع في التزاوج أو قد يحدث اضطراب في توجيه الحشرة لمسارها الطبيعي.

ولقد قام العالم Wilson بتقسيم الفرمونات إلى قسمين رئيسين هما:

- **الفرمونات الفورية Releaser Pheromones**

وهي عبارة عن مواد تسبب تأثيرات سلوكية فورية للحشرة المستقبلة، وهي أساساً مؤثرات خاصة بالرائحة، وينحصر تأثيرها على الجهاز العصبي المركزي للحشرات المستقبلة.

ومن أمثلتها:

❖ فرمونات الجنس (المثيرات الجنسية) Sex pheromones (Aphrodisiacs)

❖ فرمونات التحذير Alarm pheromones

❖ فرمونات خاصة بتتبع الأثر Trial following pheromones

❖ فرمونات الانتشار Dispersal pheromones

❖ فرمونات التجمع Aggregation pheromones

وتشتمل فرمونات التجمع على فرمونات التجمع للتزاوج Sex pheromones (Lures) وفرمونات التجمع للتغذية Food Lures وفرمونات وضع البيض Oviposition Lures

- **الفرمونات التمهيدية Primer Pheromones**

وهي فرمونات تسبب تأثيرات فسيولوجية على المدى الطويل للكائن الحي المستقبل، وهي غير هامة في هذا المجال.

ولقد لاقت فرمونات الجنس الاهتمام والدراسات المستفيضة منذ أن عرف في بداية هذا القرن أن هناك بعض الحشرات يتم اجتذابها من مسافات طويلة، حيث لوحظ أن إناث فراشة الحرير الصينية يمكن أن تجذب الذكور من على مسافة تصل لأكثر من 11 كم، كما أن إناث فراشة الغجر لها القدرة على جذب الذكور من على مسافة تصل إلى 3 كم. وحديثاً ومع تطور تقنيات التحليل الكيميائي أمكن تحديد التركيب الكيميائي للفرمونات التي تفرزها العديد من الحشرات، حتى تلك الفرمونات التي تفرز بكميات ضئيلة جداً. وحتى الآن أمكن تعريف حوالي 170 نوعاً من الفرمونات الجنسية لحشرات حرشفية الأجنحة، بالإضافة لفرمونات حشرات رتبة غمدية الأجنحة وغيرها. وحالياً يتم توظيف الفرمونات التي تم تعريفها للاستخدام في مجال المكافحة المتكاملة للسيطرة على الآفات. ومن أهم مزايا الفرمونات أنها عالية التخصص وسميتها منخفضة تجاه الثدييات كما أنها سريعة في التدهور الحيوي وبالتالي لا تتراكم في البيئة. وقد أمكن إنتاج العديد من الفرمونات تجارياً لاستخدامها في مجال مكافحة الآفات الحشرية.

وفيما يلي أهم المجالات التي يمكن أن تستخدم فيها الفرمونات في مجال مكافحة الآفات:

❖ حصر الكثافة العددية للآفة، للمساعدة في اختيار وتنظيم وتوجيه برامج المكافحة، وهذا يساعد كثيراً في اتخاذ قرارات المكافحة عند الوصول إلى الحد الاقتصادي الحرج. وحالياً فإن مصائد الفرمونات تستخدم في برامج المكافحة المتكاملة للمراقبة والسيطرة على العديد من الآفات الحشرية مثل: سوسة اللوز، دودة اللوز الأمريكية، ديدان الذرة، الحشرة القشرية الحمراء، وسوسة النخيل الحمراء.

❖ الصيد المكثف (الكمي) للآفات الحشرية Mass Trapping: وهنا يتم استخدام مصائد الفرمونات المزودة بالطعوم السامة لجذب أعداد كبيرة من الآفة الحشرية وإبادتها، وفي الزراعة العضوية يمكن استخدام المبيدات المسموح باستخدامها مثل: البيرثرم أو الروتينون.

في الزراعة التقليدية يتم جذب الآفة لتجميعها في منطقة محددة ثم معاملتها بالمبيدات الحشرية المناسبة أو القضاء عليها بأحد الطرق الأخرى. أما في برامج التعقيم للحشرات المستوطنة يتم جذب الآفة إلى مصدر المعقمات الكيميائية.

❖ في برامج المكافحة السلوكية Behaviour control تستخدم الفرمونات للإرباك والتشويش على ذكور الحشرات لمنع أو إيقاف التزاوج، وهذا يعرف بإرباك التزاوج Mating Disruption

يمكن استخدام المصائد الفرمونية لصيد بعض الأطوار الكاملة للآفة الحشرية والتي تخرج قبل موسمها، كطريقة مبكرة للسيطرة على المستويات المنخفضة من تعداد الآفة.

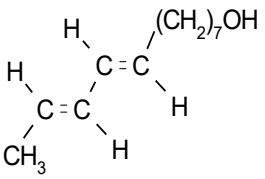
❖ في الزراعة التقليدية يمكن استخدام الفرمونات المنبهة لإثارة الحشرات مما يجعلها أكثر عرضة للمبيدات، ومثال ذلك تزايد فعالية المبيدات الحشرية بالملامسة المستخدمة ضد حشرات المن

عند استخدام الفرمون فارنسين (Farnsene) على النباتات المعاملة بالمبيدات، حيث يعمل هذا الفرمون على إثارة المن ويدفعه للتحرك من السطح السفلي للأوراق وبالتالي زيادة فرص تعرضه للمبيد.

وفيما يلي أمثلة لبعض الفرمونات المنتجة تجارياً والتي يمكن استخدامها في برامج مكافحة الآفات في الزراعة العضوية:

- **فرمون جنسي لفراشة التفاح Codlemone**

Codling Moth Sex Pheromone

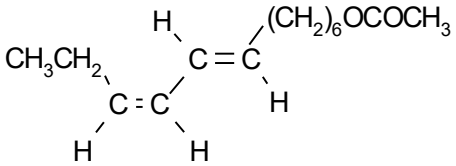


هو عبارة عن فرمون جنسي لفراشة التفاح Codling moth (*Cydia pomonella*) التي تهاجم أشجار التفاح والكمثرى وغيرها، وفي الطبيعة يفرز بواسطة الإناث البكر لفراشة التفاح وذلك لجذب الذكور لعملية التلقيح. ويستخدم هذا الفرمون وهو محضر تجارياً بتركيزات قليلة لإحداث إرباك وتشويش وتشتيت على ذكور حشرات الآفة المستهدفة مما يحول دون استمرارية التزاوج والتكاثر حيث إن البيض الذي تضعه الإناث يكون غير مخصب.

شكل (31): فراشة التفاح Codling Moth

- **فرمون جنسي لفراشة العنب الأوروبية (E,Z)-7,9-dodecadien-1-yl acetate**

European Grapevine Moth Sex Pheromone



(7*E*,9*Z*)- isomer

وهو فرمون جنسي لفراشة العنب الأوروبية European grapevine moth (*Lobesia botrana*) وطريقة تأثير هذا الفرمون مثل بقية الفرمونات الجنسية عن طريق التشويش على الذكور وتشتيتها وبالتالي لا تتم عملية التزاوج وتلقيح الإناث، ومن الأسماء التجارية لهذا الفرمون: RAK 2, Quant L.b.

- **فرمون التجمع لسوسة النخيل الحمراء ferrolure+**

Red Palm Weevil Aggregation Pheromone

$CH_3(CH_2)_2CH(CH_3)CH(OH)(CH_2)_3CH_3$

4-methylnonan-5-ol

$CH_3(CH_2)_2CH(CH_3)C(O)(CH_2)_3CH_3$

4-methylnonan-5-one

فرمون ferrolure + عبارة عن فرمون تجمعي تفرزه ذكور سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* Red palm weevil، ويستخدم هذا الفرمون بكفاءة عالية في المصائد الفرمونية حيث تعمل هذه المصائد على جذب إناث وذكور حشرة سوسة النخيل الحمراء وبالتالي يتم صيد أعداد كبيرة من الآفة وهو ما يعرف بالصيد الكمي بالفرمونات. وهذا الفرمون يوجد تجارياً تحت اسم:

Red Date Palm Weevil Attract, Kill and Dispensers, ferrolure+

- **فرمون تحذيري للعنكبوت ذو البقعتين**

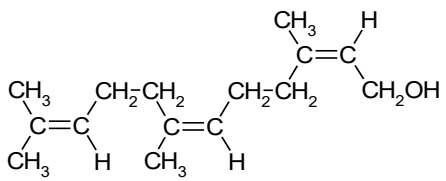
farnesol with nerolidol

وهذا فرمون تحذيري تم عزله من إناث العنكبوت ذو البقعتين Two- spotted spider mite: *Tetranychus urticae* Koch.

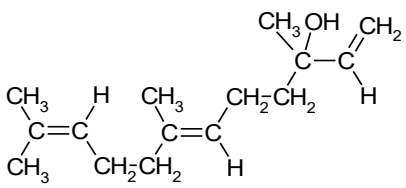
وجدير بالذكر أن هذا الفرمون يفرز طبيعياً عندما يتم تهديد جمهور العنكبوت ذي البقعتين أو عندما يشعر الجمهور بمهاجمة عنكبوت مفترس للمكان. وعند إضافة هذا الفرمون يزداد نشاط وقلق العنكبوت وتحركه في كل مكان وبالتالي يصبح أكثر عرضة للمبيدات الأكاروسية التي تستخدم في نفس الوقت فتزداد نسبة الموت بين أفراد العنكبوت، بالإضافة إلى أن العنكبوت الذي وصلته الإشارات التحذيرية من الفرمون يتغذى أقل كثيراً. ومن التحضيرات التجارية لهذا الفرمون:

Stirrup M, Stirrup Mylox (plus sulfur).

Spider Mite Alarm Pheromone



farnesol (2Z,6 E) - isomer



nerolidol *trans*- isomer

2. الأليلوكيميائيات (الكيميائيات الأليلية) Allelochemicals

لقد تم استخدام هذا المصطلح بواسطة Whittaker (1970) حيث عرف الأليلوكيميائيات Allelochemicals بأنها: «الكيميائيات التي تتوسط تفاعلات معينة بين كائنات من أنواع تقسيمية مختلفة».

ولقد ذكر Borner (1960) أن النباتات أيضاً تطلق الأليلوكيميائيات في مجموعة متنوعة من الطرق حيث قد تتسرب الأليلوكيميائيات من الأنسجة الميتة وتمر مباشرة إلى التربة، كما يمكن أيضاً أن تفرز الأليلوكيميائيات من الأنسجة النباتية الحية. وتظهر العديد من النباتات أيضاً تضاد بيوكيميائي Tobiessen and Werner (1980) ويعتقد أن التضاد البيوكيميائي يكون آلية هامة في تنظيم تعاقب المجتمعات النباتية. ولقد تم وصف أربعة مجاميع من الأليلوكيميائيات Allelochemicals وهي: الألومونات Allomones والكيرومونات Kairomones والجاذبات النباتية Synomones والأبنيومونات Apneumones ولقد اعتمد هذا التصنيف على مدى الإستفادة أو الضرر الذي يلحق بالكائن الذي يفرز الأليلوكيميائيات أي الكائن الباعث Emitter وكذلك الكائن المتلقي Receiver.

- **الألومونات Allomones**

الألومونات هي عبارة عن allelochemicals والتي تعود بالفائدة على الكائن الحي الذي تنبعث منه (الباعث) Emitter، ولكن هي ضارة للكائن الحي المتلقي Receiver. وهناك أمثلة عديدة لهذه المجموعة من الأليلوكيميائيات مثل: المواد التي تفرزها بعض الحشرات للدفاع عن نفسها عند الافتراس حيث تقوم بعض الحشرات بالدفاع عن نفسها بقذف مواد كيميائية معينة لطرد المفترسات والطفيليات ومنعها من مهاجمتها، ومنها أيضاً المواد التي تفرزها بعض الحشرات المفترسة للقبض على فرائسها أو لجذبها نحوها لتتمكن من افتراسها.

- **الكيرومونات Kairomones**

الكيرومونات Kairomones هي عكس الألومونات حيث إنها عبارة عن مادة أو مواد تعود بالفائدة على المتلقي Receiver وتضر بالكائن الباعث Emitter. وتعريفها بأنها مادة تفرز بواسطة كائن ما وعندما يتلقاها كائن من نوع تقسيمي آخر فإن الكائن المستقبل Receiver يظهر استجابات فسيولوجية وسلوكية تكون مفيدة ونافعة له، وغالباً ما تكون هذه المادة ضارة للكائن المفرز Emitter. وكلمة كيرومون مشتقة من كلمة kairos ومعناها استغلال أو انتهاز Opportunistic وهناك بعض المواد الكيميائية التي تشجع بعض الحشرات على التغذية على النباتات ومثل هذه المواد تعتبر كيرومونات.

- **الجاذبات النباتية Plant Synomones**

وكلمة Synomone مشتقة من كلمة Syn بمعنى مع أو مرتبط وهي مواد تجتذب كل من الباعث Emitter والمتلقي Receiver ومثال ذلك عندما يتعرض النبات لهجوم وتغذية إحدى الحشرات فإنه يفرز مواد كيميائية متطايرة تعمل على جذب الحشرات المفترسة والطفيلية كأعداء طبيعية لتلك الحشرة وبالتالي النبات الباعث يستفيد نتيجة لقدوم مثل هذه الحشرات النافعة وأيضاً هذه الحشرات النافعة المستقبلة لهذه المواد تستفيد حيث إنها سوف تتعرف بسهولة على النباتات المصابة وبالتالي ستجد عائلها وهي الآفة الحشرية التي قامت بمهاجمة النبات.

- **الأبنيومونات Apneumones**

هذا الاصطلاح مشتق من الكلمة اليونانية a=without, pneuma=breath ويعني لا يتنفس breathless أو غير حي lifeless وهذه المواد تفرز بواسطة مادة غير حية وتحدث استجابات وظيفية وفسيولوجية وسلوكية تكون في مصلحة الكائن المتلقي ولكنها في نفس الوقت تكون ضارة ومحددة لكائن حي آخر ليس من نفس النوع والذي يتواجد في أو على هذه المادة غير الحية المفرزة لتلك المواد. ومثال ذلك طفيليات خنافس القلف من عائلة Scolytidae التي تعتمد في بعض الحالات على الروائح المنطلقة من بعض المواد المصاحبة للآفات داخل الأشجار والتي تستقبلها الطفيليات الحشرية وتصل لعوائلها بواسطتها.

الفصل الثاني: مركبات كيميائية لمكافحة الآفات في الزراعة العضوية
Chemical Compounds for Pest Control in Organic Agriculture

أولاً: استخدام مركبات الكبريت Sulfur في الزراعة العضوية

تعتبر مركبات الكبريت من أهم المبيدات الفطرية الطبيعية المستخدمة في الزراعة العضوية، حيث إن له تأثير فعال ضد العديد من الفطريات المسببة لبعض الأمراض النباتية مثل: أمراض البياض الدقيقي Powdery Mildew، الجرب Scab، الصدأ Rust، التبقعات السوداء Black spot وغيرها، كما أن له تأثير فعال ومميت على الأكاروسات النباتية التي تهاجم النباتات المختلفة. ولقد وجد أن الكبريت له تأثير ضار جداً على الأكاروسات المفترسة Predatory mites التابعة لجنس *Amblyseius* والتي تفترس وتتغذي على حشرات التربس والأكاروسات النباتية الضارة وذلك إذا استخدم بمعدلات عالية (أكثر من 3 كجم/هكتار) وفي وجود درجات الحرارة العالية. وجدير بالذكر أن الكبريت غير سام للإنسان أو الحيوان، **ولا تحتاج مركبات الكبريت إلى إذن من جهات التفتيش لاستخدامها في الزراعة العضوية.**

ويمكن خلط الكبريت مع معظم المبيدات الفطرية والحشرية ما عدا الزيوت. ومن أهم مشاكل استخدام الكبريت كمبيد فطري تأثيراته الجانبية على بعض أصناف أشجار التفاح والكمثري والمشمش وكذلك القرعيات حيث يؤدي إلى تقزم النباتات كما قد يسبب حروق على الأوراق عند ارتفاع حرارة الجو المحيط بالنباتات، لذا لا ينصح باستخدام الكبريت عند ارتفاع درجات الحرارة إلى أكثر من 32هم، كما يجب أيضاً الحذر عند معاملة الأشجار بالزيوت حيث يجب هنا عدم معاملتها بالكبريت إلا بعد مرور شهر على الأقل من المعاملة بالزيوت، حتى لا تحدث حروق للأوراق أو تساقط للثمار والأوراق أو يحدث ذبول للأفرع وذلك يعرف بصدمة الكبريت Sulfur Shock.

ويستخدم الكبريت إما رشاً على النباتات أو تعفيراً وعند التعفير بالكبريت يفضل أن يتم ذلك في الصباح الباكر في وجود الندى حتى تلتصق حبيبات الكبريت على سطح النباتات. ومن مركبات الكبريت المسموح باستخدامها في الزراعة العضوية مبيد ثيوفيت Thiovit ويستخدم بمعدل 200 – 300 جرام لكل 100 لتر ماء.

1. كيفية تأثير الكبريت على الفطريات

هناك عدة نظريات تفسر كيفية تأثير الكبريت على الفطريات، وهذه النظريات يمكن تلخيصها فيما يلي:

- الخواص الطبيعية للكبريت كوجود شحنات كهربائية في الكبريت حيث تؤثر هذه الشحنات على الفطريات وتقتلها.
- تعمل حبيبات الكبريت كعدسة تجميع لأشعة الشمس وتركزها على الفطر وجراثيمه فتموت الفطريات بفعل ارتفاع درجة الحرارة.
- وجود طبقة الكبريت على سطح النبات تعمل كحاجز طبيعي بين الجو الخارجي والأنسجة النباتية فيعمل على منع ملاصقة الجراثيم الممرضة لسطح العائل مباشرة.
- قد يكون الفعل السام للكبريت على الفطر نتيجة اختزال الكبريت إلى غاز كبريتيد الأيدروجين السام للفطريات أو إلى أكسدته إلى ثاني أكسيد الكبريت الذي يتحول مع توفر الرطوبة إلى حامض خماسي الكبريت Pentathionic acid مما يؤدى الى قتل الفطريات المسببة للأمراض النباتية.

2. كيفية تأثير الكبريت على الأكاروسات النباتية

هناك عدة نظريات تفسر كيفية تأثير الكبريت على الأكاروسات النباتية وهذه يمكن تلخيصها فيما يلي:

- قد يكون تأثير الكبريت على الأكاروسات النباتية تأثير مباشر Direct action حيث إن بخار الكبريت يمكن أن يدخل لجسم الأكاروس من خلال الفتحات التنفسية للأكاروس وهنا يحدث التأثير القاتل في الأكاروس مباشرة.

- قد يكون الفعل السام للكبريت نتيجة أكسدته إلى ثاني أو ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحول مع توفر الرطوبة إلى حامض خماسي الكبريت Pentathionic acid السام للأكاروسات.
- قد يكون الفعل السام للكبريت على الأكاروسات النباتية نتيجة اختزال الكبريت Reduction إلى غاز كبريتيد الأيدروجين H_2S والذي يعتبر مادة سامة للأكاروسات.
- قد يتحول الكبريت إلى حامض الكبريتيك داخل خلايا الأكاروس ويعمل على ترسيب بروتين الخلية مما يؤدي لموت الخلايا.

ثانياً: استخدام مركبات النحاس Copper في الزراعة العضوية

لقد اكتشفت مركبات النحاس كمبيد فطري في عام 1807م إلا أن اكتشاف واستخدام مزيج بوردو كمبيد فطري كان في عام 1882م حيث كان ذلك البداية في استخدام مركبات النحاس في مكافحة الأمراض النباتية. وتصاب العديد من النباتات بأمراض البياض الزغبي Downy Mildew وهي فطريات إجبارية التطفل، ومظهر الإصابة بأمراض البياض الزغبي ظهور بقع صفراء على السطح العلوي للأوراق يقابلها نموات زغبيه بيضاء اللون على السطح السفلي وعند تقدم الإصابة يتحول لونها إلى رمادي فاتح أو أرجواني. كما تصاب العديد من النباتات بالفطريات التي تسبب التبقعات والندوات على الأوراق والسيقان والأزهار والثمار وذلك عند توفر درجات الحرارة المناسبة والرطوبة المرتفعة خاصة عند تزاحم النباتات. ويستخدم النحاس في صورة هيدروكسيد النحاس، أو أوكسي كلوريد النحاس، أو سلفات النحاس، أو أوكسيد النحاس، أو ثاني أوكسيد النحاس، أو عجينة بوردو. ولقد وجد أن مركبات النحاس لها تأثير كبير في منع انتشار العديد من الأمراض الفطرية مثل: أمراض البياض الزغبي والندوات المتأخرة والمبكرة وأعفان الجذور وغيرها.

وفي الزراعة العضوية يجب ألا تزيد الكمية المستعملة من النحاس عن 6 كجم/هكتار/سنة أو على حسب المحصول المزروع، كما أن جميع مركبات النحاس تحتاج الحصول على إذن مسبق من جهات التفتيش قبل استخدامها في الزراعة العضوية.

1. مزيج بوردو Bordeaux Mixture

يتكون مزيج بوردو من: كبريتات النحاس + أوكسيد الكالسيوم (الجير) + الماء، وذلك بنسبة 4: 4: 5 على التوالي. ويجب عدم استخدام أوعية معدنية عند تحضير مزيج بوردو، كما يفضل أن يحضر مزيج بوردو في الحقل مباشرة قبل استخدامه لأنه يتحلل بسرعة لو ترك لفترة طويلة بعد الخلط والتجهيز. ويجب هنا أن نعرف بأن مركبات النحاس غير قابلة للخلط مع المبيدات الحساسة للوسط القلوي مثل: المبيدات الفوسفورية أو الكاربامات المستخدمة في الزراعة التقليدية. ومن أهم مميزات مزيج بوردو أنه سهل التحضير، ورخيص الثمن، وله قدرة على الالتصاق على النبات دون الحاجة لمادة لاصقة، وفعال ضد عدد كبير من الأمراض الفطرية وبعض البكتيريا، كما أن سميته للإنسان والحيوان تكاد تكون معدومة.

2. عجينة بوردو Bordeaux Paste

تستخدم عجينة بوردو لوقاية أشجار الفاكهة من الإصابة بالفطريات المختلفة، ويتم تحضيرها بإذابة 2 كجم من كبريتات النحاس في 15 لتر ماء، ثم يتم إذابة 4 كجم جير (أكسيد الكالسيوم) في 15 لتر ماء، وبعد ذلك يتم خلطهم معاً لتتكون عجينة بوردو.

ثالثاً: استخدام مركبات السيليكون Silicon (Si) في الزراعة العضوية

وجد أن معاملة النبات بمركبات السيليكا تؤدي إلى دخول السيليكا في تركيب الجدر الخلوية وتكوين بوليميرات (جزيئات كبيرة) محتوية على السيليكون مما يجعل الجدر الخلوية أكثر صلابة وبالتالي تكون مقاومة لاختراق الفطريات ويصبح النبات مقاوم بدرجة أعلى للأمراض الفطرية. كما وجد أن عنصر السيليكون يعمل أيضاً من خلال تأثيره على تكوين الفلافينات وهي مركبات طبيعية توجد في النباتات المقاومة للأمراض حيث إن لها القدرة على تحطيم جدر خلايا البكتريا والفطريات المسببة للأمراض النباتية.

وعنصر السيليكون الذائب في صورة سيليكات البوتاسيوم Potassium Silicate (K_2SiO_3) ذو قدرة فائقة على زيادة مقاومة

النباتات للعديد من الأمراض الفطرية مثل: البياض الدقيقي Powdery Mildew والبياض الزغبي Downy Mildew والندوات المبكرة والمتأخرة Early and Late Blight وكذلك الآفات الحشرية، حيث يعمل على عزل الآفات الفطرية والحشرية عن أنسجة النبات عن طريق تكوين طبقة غير ملائمة لنمو الجراثيم الفطرية أو تطور الحشرات ويمنع حدوث الإصابة، كما يعمل على زيادة قوة الجدر الخلوية مما يجعلها مقاومة لاختراق هيفات الفطريات.

كما وجد أن عنصر السيليكون في صورة سيليكات الكالسيوم ($CaSiO_3$) Calcium Silicate يعمل على زيادة عدد وطول شعيرات الزغب على أوراق وسيقان النباتات الحساسة مما يجعلها أكثر مقاومة للأمراض الفطرية، وكذلك يعمل على زيادة نسبة سكر الجلوكوز في الخلايا النباتية مما يجعلها أكثر مقاومة للإصابات الفطرية. وقد وجد أن عنصر السيليكون يمنع الإصابة بالصدأ في محاصيل العائلة النجيلية مثل القمح والأرز، كما أنه يقلل فرصة الإصابة بالندوات في المحاصيل الباذنجانية مثل الطماطم والبطاطس.

مما سبق يتضح أن استخدام مركبات السيليكا في الزراعة العضوية يمكن أن يؤدي إلى فاعلية كبيرة في مجال مقاومة الآفات الزراعية المختلفة وكذلك الإجهاد البيئي الذي يحدث للنباتات عند عدم توفر الظروف البيئية المثلى لنموها. **ويمكن تلخيص فوائد استخدام مركبات السيليكا في الزراعة العضوية في النقاط التالية:**

- معاملة النباتات بمركبات السيليكا تؤدي إلى تغيرات مورفولوجية من شأنها زيادة سمك الأوراق وزيادة كثافة الشعيرات على الأوراق وزيادة صلابتها وطولها مما يجعلها أكثر احتفاظا بالماء وتحملا لعوامل الإجهاد البيئي مثل: الحرارة المرتفعة والصقيع، وكذلك منع سقوط بويضات الحشرات والأكاروسات والجراثيم الفطرية على أنسجة أوراق النبات وبالتالي منع الإصابات الحشرية والأكاروسية والفطرية وتعتبر هذه التأثيرات من أهم التأثيرات الناتجة عن المعاملة بالسيليكون وتعرف بمقاومة السيليكون الجهازية المستحثة Si-Induced Resistance
- وجد أن المعاملة بالسيليكا تعمل على زيادة سمك ساق النبات وتساعد على تكوين مجموع جذري وخضري كبيرين وذلك عن طريق زيادة حجم وصلابة الحزم الوعائية المكونة للخشب واللحاء مما يؤدي إلى زيادة معدلات نقل العناصر الغذائية من المجموع الجذري إلى باقي أجزاء النبات وكذلك نواتج عمليات التمثيل الحيوي مثل السكريات والأحماض الأمينية والهرمونات النباتية من الأوراق إلى المجموع الجذري.
- وجد أن المعاملة بمركبات السيليكا تؤدي إلى زيادة مقاومة النبات لإجهاد العطش عن طريق خفض فقد الماء من خلال عمليات النتح والتبخير.
- تمت دراسات على بعض الأمراض مثل: الصدأ في نباتات القمح والأرز حيث وجد أن المعاملة بمركبات السيليكا أدت إلى انخفاض نشاط بعض الإنزيمات التي بواسطتها يخترق الفطر خلايا النبات ويحدث الإصابة كما أن المعاملة بمركبات السيليكا تؤدي إلى زيادة إنتاج مركبات جليكوزيدات الفينول Phenolic Glycosides التي تتميز بفعاليتها كمضادات للفطريات بل والقاتلة لها.
- أثبتت التجارب التي أجريت على أوراق نباتات الخيار أن المعاملة بمركبات السيليكا تؤدي إلى زيادة مقاومة النبات للأمراض الفطرية من خلال قدرة مركبات السيليكا على حث تكوين بروتينات غنية بالحمض الأميني البرولين الذي له قدرة فائقة على مقاومة الفطريات.
- أوضحت الدراسات التي أجريت على سمية العناصر الثقيلة للنبات والإجهاد البيئي الناتج عن ملوحة التربة أو ماء الري أو الجفاف أو ارتفاع درجات الحرارة أو الصقيع أن المعاملة بمركبات السيليكا كانت ذات تأثيرات وقائية عديدة من خلال:

* تراكم العناصر الثقيلة في صورة سيليكات: ففي حالة التسمم بعنصر الزنك فإن الزنك يتراكم في صورة غير ذائبة وغير سامة وهي سيليكات الزنك.

* خفض أكسدة الدهون المكونة للأغشية الخلوية وحماية الأغشية الخلوية ومنع فقد الخلية للماء.

* تنشيط الإنزيمات المضادة للأكسدة مثل إنزيم الكتاليز Catalase وإنزيم سوبر أكسيد ديسميوتاز Superoxide dismutase اللذان يلعبان دورا كبيرا في مقاومة النبات للإجهاد البيئي.

وهناك العديد من المستحضرات التجارية لمركبات السيليكا المسجلة والمسموح باستخدامها في الزراعة العضوية والتي تستخدم أساساً لزيادة مقاومة النباتات للأمراض الفطرية والآفات الحشرية والأكاروسية، ومن هذه المركبات Sil-Matrix والذي يحتوي أساساً على 29 % سيليكات البوتاسيوم Potassium Silicate ويستخدم رشاً على النباتات بمعدل 0.5 – 0.75 لتر لكل 100 لتر ماء.

رابعاً: استخدام طين الكاؤلين «Kaolin clay» في الزراعة العضوية

طين الكاؤلين Kaolin clay المستخدم في الزراعة العضوية هو نوع من الطين الطبيعي مائة في المائة، وقد قامت هيئة حماية البيئة الأمريكية US EPA في عام 1998م بالموافقة على استخدامه في الزراعة كأحد المبيدات العضوية Organic pesticide والتركيب الكيميائي لطين الكاؤلين هو سيليكات الألمونيوم Aluminium Silicate ورمزه الكيميائي $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ وفي مصر يستخرج طين الكاؤلين من أعماق الأرض في سيناء حيث يمر بالعديد من المراحل الميكانيكية المعقدة والتي تخلو من أي إضافات كيميائية تغير من طبيعة المنتج الطبيعي. ويستخدم طين الكاؤلين رشاً على النباتات أو الأشجار في شكل مسحوق قابل للبلل حيث يكون طبقة رقيقة أو فيلم يكون بمثابة حاجز مادي بين الآفات والنباتات لحمايتها من الإصابة بالعديد من الآفات الحشرية والأكاروسات النباتية وكذلك العديد من الفطريات والبكتيريا المسببة لبعض الأمراض النباتية، بالإضافة لفوائد أخرى عديدة تكتسبها النباتات المعاملة بطين الكاؤلين والتي سنذكرها لاحقاً.

1. أهم فوائد استخدام مركب Surround WP في الزراعة العضوية

يتكون مركب Surround WP من 95 % من طين الكاؤلين 95% Kaolin clay المطحون ناعماً في صورة مسحوق قابل للبلل وهو أحد المركبات الفريدة التي تستخدم في الزراعة العضوية، حيث قام معهد مراجعة المواد العضوية بالولايات المتحدة الأمريكية Organic Materials Review Institute (OMRI) باعتماد هذا المركب للاستخدام في الزراعة العضوية في شهر مارس من عام 2000م. ويمكن تلخيص أهم فوائد استخدام مركب Surround WP في الزراعة العضوية في النقاط التالية:

- حماية النباتات والثمار من الإصابة بالعديد من الآفات الحشرية من خلال الأساليب الميكانيكية والفيزيائية، حيث إن طين الكاؤلين يكون فيلم رقيق على سطح النباتات وهنا يتم مكافحة الآفات الحشرية عن طريق الخداع البصري للحشرات، فعند تكوين فيلم من طين الكاؤلين على النباتات فإنه يعمل على إخفاء الثمار والمزروعات عن الحشرات عن طريق تغيير لون الثمار والمزروعات فلا تستطيع الحشرات التعرف عليها وإذا تعرفت الحشرات على النباتات فبمجرد الوقوف عليها ستشعر بملمس مختلف عما تعرفه فتقوم بالابتعاد عنها وإذا وقفت الحشرات على الثمرة وحاولت وضع البيض الخاص بها يعمل الفيلم المتكون من طين الكاؤلين كدرع واقي للنبات.
- من أمثلة الحشرات التي يمكن مقاومتها عند استخدام طين الكاؤلين الحشرات الثاقبة الماصة مثل: التربس *Thrips* والمن *Aphids* ومنَ التفاح الصوفي (*Eriosoma lanigerum*) Woolly aphids والذباب الأبيض White Flies وحشرات البق الدقيقي Mealy Bugs، والعديد من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera مثل: الدودة القارضة *Agrotis ipsilon* وديدان اللوز مثل: دودة اللوز الشوكية *Earias insulana*، ودودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypiella* وصانعة الأنفاق في الطماطم *Tuta absoluta* وصانعة الأنفاق في الموالح *Phyllocnistis citrella* وفراشة التفاح أو دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella*، وذباب الفاكهة مثل: ذبابة فاكهة البحر المتوسط *Ceratitis capitate* وذبابة الزيتون *Bactrocera oleae* وذبابة الخوخ *Bactrocera zonata* وحشرات النطاطات والجراد Grasshoppers and locusts وصراصير الغيط Crickets وحشرة البقة السوداء *Coridius viduatus* وأيضاً الأكاروسات النباتية مثل: أكاروس الكمثرى الصدئي *Epitrimerus pyri* وأكاروس الخوخ الفضي *Aculus cornutus* والأكاروس ذو البقعتين *Tetranychus urticae*، وكذلك حشرات ناخرات الأخشاب Wood Borers بالإضافة إلى العديد من الآفات الحشرية الأخرى.
- لقد ذكر Stanley (1998) أن الفيلم المتكون من طين الكاؤلين على أسطح النباتات يعمل بمثابة حاجز مادي لمنع الآفات الحشرية من الوصول إلى الأنسجة النباتية أو يكون له تأثير طارد للحشرات

حيث إن أسطح النباتات المتكون عليها هذا الفيلم تكون غير صالحة للتغذية أو وضع البيض للعديد من الآفات الحشرية. كما أن النباتات المرشوشة بطين الكاؤلين يتكون على أسطحها فيلم ذات لون أبيض ضبابي وهذا يتسبب في إخفاء لون الأنسجة النباتية وبالتالي يعطل قدرة الحشرات على اكتشاف عوائلها وهذا ما يطلق علية الخداع البصري.

• بالإضافة لما سبق، فإن الجزيئات الدقيقة من طين الكاؤلين تعمل بمثابة مهيج للآفات الحشرية فتبتعد عن النباتات المعاملة بطين الكاؤلين، كما أن جزيئات الكاؤلين تنفصل وتعلق على جسم الحشرات عند هبوطها على أسطح النباتات المعاملة مما يجعلها مثارة فتبتعد عن هذه النباتات.

• يعمل فيلم طين الكاؤلين أو طبقة طين الكاؤلين الرقيقة المتكونة على أسطح النباتات على حماية النباتات من الإصابة بالعديد من الأمراض الفطرية عن طريق تقليل الماء الحر على سطح الأوراق وهو المطلوب لإنبات جراثيم الفطريات الممرضة، حيث إن هذه الطبقة من طين الكاؤلين تكون غير محبة للماء وتعمل كطبقة عازلة بين الجو الخارجي والنبات وبالتالي تقليل السطح المعرض للإصابة الى أقل حد ممكن.

• عند رش طين الكاؤلين على النباتات فإنه يسمح بنفاذ الضوء والتبادل الغازي اللازم لعملية التمثيل الضوئي حيث يعكس حزم الأشعة الفوق بنفسجية وتحت الحمراء مما يؤدي إلى قتل المسببات المرضية للنباتات من فطريات وبكتيريا.

• يستخدم طين الكاؤلين بكفاءة للوقاية من العديد من الآفات الحشرية والأكاروسية ومسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية على العديد من أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر المختلفة، ومن أمثلة الأمراض الفطرية التي يمكن مقاومتها باستخدام طين الكاؤلين: مرض الجرب في التفاح والكمثري Scab والمتسبب عنه الفطر *Venturia inaequlis* والعفن الرمادي Grey Mould والمتسبب عنه الفطر *Botrytis cinerea* وكذلك الفطريات المسببة لكل من أمراض البياض الدقيقي Powdery mildew وأمراض البياض الزغبي Downy mildew وكذلك مرض اللفحة النارية في الكمثري Fire Blight وهو مرض بكتيري خطير يصيب كل من التفاح والكمثري وتسببه بكتيريا *Erwinia amylovora* بالإضافة إلى العديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية الأخرى.

• تعمل الطبقة الرقيقة أو الفيلم المتكون من طين الكاؤلين على سطح النباتات على تقليل نتح الماء من أنسجة النبات مما يحسن من نموه ويزيد من إنتاجيته خاصة تحت ظروف المناطق الجافة والشبة جافة، وبالتالي يعمل ذلك على تحمل النباتات للعطش نسبياً. كما تعمل الطبقة الرقيقة أو الفيلم المتكون من طين الكاؤلين على حماية الأوراق من تأثير الصقيع.

• في محصول البطاطس يمكن مقاومة الندوة المتأخرة عند استخدام طين الكاؤلين نظراً لحماية الأوراق من تأثير الصقيع حيث كان عامل لطرد الماء بعيدا عن الأوراق.

• معاملة الثمار بطين الكاؤلين قبل الجمع أو التخزين يجعل الثمار تحتفظ بنضارتها وتقلل من نسبة فقد الماء وتشوه الثمار وكذلك حمايتها من الإصابة خاصة خلال فترات التخزين الطويل.

• يمتاز طين الكاؤلين بوجود عنصر السيليكون المفيد جداً للنباتات والقابل للامتصاص بواسطة المجموع الخضري.

• يعمل طين الكاؤلين على خفض الاجهاد الحراري والمائي Heat and water stress للنباتات: فيقوم بحماية النباتات من حرارة الشمس الشديدة ويحافظ على التوازن المائي وبذلك يقلل من تساقط الثمار.

• يعمل طين الكاؤلين على حماية النباتات والثمار من لسعة الشمس Sunburn التي تسببها حرارة الشمس الشديدة خاصة خلال فصل الصيف، كما يعمل على تحسين اللون في ثمار بعض الأصناف. وبفضل تقنية الحجم الحبيبي الدقيق جداً لمركب Surround WP، فإنه عند رشه على النباتات يقوم بحماية النباتات والثمار عن طريق عمل فيلم او طبقة رقيقة من طين الكاؤلين على أسطح الأوراق والثمار ومختلف الأجزاء النباتية، حيث يعمل هذا الفيلم على حماية النباتات عن طريق حجب أشعة الشمس الحارة والضارة من الوصول للنباتات والثمار بينما يسمح بمرور الأشعة النافعة واللازمة لنمو النبات لإتمام عملية التمثيل الضوئي والتنفس.

• يمكن خلط طين الكاؤلين مع الحبوب المخزونة للحفاظ عليها من الإصابة بآفات الحبوب المخزونة.

• يعمل طين الكاؤلين على تقليل درجة حرارة النباتات حوالي 7 درجات مئوية، وبذلك يمكن أن ترش الأشجار المتساقطة الأوراق شتاء بطين الكاؤلين لتوفير البرودة المطلوبة لكسر طور السكون ومنع وصول شمس الشتاء الى الأشجار المتساقطة. كما يمكن أن ترش النباتات والأشجار التي تزهر صيفاً مثل: نباتات الطماطم والخضر المختلفة وأشجار الفاكهة المختلفة بطين الكاؤلين حتى لا تتسبب اشعة الشمس الشديدة في تقليل الاخصاب مما يؤثر على عقد الثمار.

• عند رش أشجار الفاكهة بطين الكاؤلين وتكون فيلم من المسحوق على الثمار يقلل ذلك من حدوث البخر وفقد المياه من الثمار في الصيف وبالتالي يحافظ على التوازن المائي في الثمار مما يقلل من ظاهرة تساقط الثمار وتشققها. ولقد وجدنا أنه عند رش أشجار الرمان بطين الكاؤلين Surround WP فإن نسبة التشقق في ثمار الرمان بالأشجار قد انخفضت بدرجة ملحوظة.

• وجد عند رش أشجار التفاح صنف Empire بطين الكاؤلين Surround WP في الأسبوع 6 – 8 بعد سقوط البتلات أدى ذلك إلى زيادة المحصول وزيادة اللون الأحمر للثمار، ونفس النتيجة تحصل عليها العالمان Hinman and Ames (2011) عند رش أشجار التفاح صنفي جالا Gala وستايمان Stayman بطين الكاؤلين Surround WP.

وجدير بالذكر أنه عند القاء نظرة خاطفة سريعة على النباتات التي تم رشها بطين الكاؤلين Surround WP قد يتبادر إلى الذهن أن الفيلم المتكون من طين الكاؤلين على المجموع الخضري قد يمنع الضوء من الوصول إلى النباتات مما قد يؤثر سلباً على عملية التمثيل الضوئي الهامة لنمو النباتات. ولكن في الحقيقة فإن فيلم طين الكاؤلين يزيد من كفاءة عملية التمثيل الضوئي حيث إن الكاؤلين يحافظ على النباتات أو الأشجار المعاملة باردة وبذلك فإن عملية التمثيل الضوئي تمتد إلى ما بعد الظهر في الأيام الحارة، ولكن النباتات والأشجار التي لا ترش بطين الكاؤلين تتوقف بها عملية التمثيل الضوئي عند اشتداد الحرارة أي عند حدوث الإجهاد الحراري Heat stress للنباتات. وكما سبق الذكر فإن النباتات المرشوشة بواسطة طين الكاؤلين يتكون عليها فيلم ذات لون أبيض ضبابي وبالطبع ذلك اللون يكون غير مرغوب فيه بالنسبة لنباتات الزينة ذات زهور القطف، وهنا يمكن أن يستخدم طين الكاؤلين برشه على المجموع الخضري فقط وقبل بداية التزهير.

كما نود التوضيح أن استخدام طين الكاؤلين Surround WP ليس له أي تأثير ضار على الأعداء الحيوية من مفترسات أو طفيليات والمنتشرة في الزراعات العضوية، حيث إن هذه الأعداء الحيوية يمكن لها أن تستمر وتكمل دورات حياتها، حيث تتوفر عوائلها على الحشائش والزراعات البينية الموجودة بين أو تحت الأشجار والتي لم يتم رشها بطين الكاؤلين.

وتجدر الإشارة هنا أن طين الكاؤلين الخام Raw Kaolin Clay لا يمكن استخدامه للأغراض الزراعية أو في الزراعة العضوية حيث إنه قد يسبب أضراراً جسيمة للأشجار والنباتات عند رشه عليها بل قد يؤدي ذلك إلى موتها. ولذلك فإننا يجب أن نستخدم مركبات طين الكاؤلين التي جهزت ومصرح باستخدامها في الزراعة العضوية، وكما سبق القول فإن من أهم هذه المركبات مركب المسحوق القابل للبلل Surround WP. وفي الوقت الحالي يعتبر هذا المركب هو المنتج المناسب من طين الكاؤلين والمسجل للاستخدام في الأغراض الزراعية وخاصة الزراعة العضوية، وقد تم تحضير مركب Surround WP بتقنية عالية للحصول على حجم دقيق جداً من الحبيبات، كما أنه مضاف إليه مادة لاصقة تساعد على تكوين فيلم من طين الكاؤلين على أسطح النباتات عند رشها. ونؤكد أنه لا يجب استخدام أي أشكال أخرى من طين الكاؤلين تحت أي ظرف من الظروف، حيث قد يتسبب ذلك في حدوث سمية للنباتات قد تؤدي لموتها في النهاية.

2. طريقة تحضير محلول الرش من مركب Surround WP (طين الكاؤلين)

فيما يلي الملاحظات الهامة التي يجب مراعاتها عند تحضير محلول الرش من طين الكاؤلين لاستخدامه في الزراعة العضوية:

• يجب أن يضاف مسحوق Surround WP ببطء في تنك الرش مع التقليب السريع والمستمر بواسطة القلاب الموجود في ماكينة الرش. ويجب الاستمرار بالتقليب السريع والمستمر أثناء الرش حتى ننتهي من رش المحلول كلياً.

• يجب غسيل خزان وخراطيم الرش جيداً بالماء بعد الانتهاء من عملية الرش والتأكد من عدم وجود أي رواسب بالخزان حتى لا يحدث انسداد بماكينة الرش والخراطيم من بقايا الطين الذي قد يتراكم بها.

• يجب أن يكون الرش عبارة عن غسيل وتغطية كاملة لأسطح النباتات، وبعد تبخر المياه من محلول الرش تتكون طبقة الفيلم البيضاء الجافة المتشابكة من الجزيئات المجهرية لطين الكاؤلين على أسطح النباتات المعاملة (الأوراق والسيقان والثمار). ووجود اللون الأبيض الضبابي على جميع أجزاء النباتات دليل على أنه تم توزيع مادة الكاؤلين بصورة جيدة، شكل (32).

• معدل استخدام مركب Surround WP من 3 – 6 كجم لكل 100 لتر ماء. وهنا يجب ملاحظة أن معدل الاستخدام هذا يمكن أن يرتفع في بعض الزراعات إلى الضعف أي يكون الرش بمعدل 10 كجم لكل 100 لتر ماء، حيث يعتمد ذلك على حجم النباتات أو كمية وحجم الأوراق على الأشجار التي تحتاج إلى التغطية بمحلول الرش من طين الكاؤلين.

• يجب استخدام حجم رش يكفي للحصول على تغطية كاملة لمختلف الأجزاء النباتية المراد حمايتها بمعنى المجموع الخضري والثمار وسيقان وأفرع النباتات، وقد نحتاج إلى رشتين أو أكثر حتى نحصل على التغطية الكاملة المرغوبة. ويجب أن تكون التغطية بمحلول الرش لجميع أجزاء النبات التي يتعين حمايتها بما في ذلك السطح العلوي والسفلي للأوراق.

• هناك عوامل عديدة تؤثر على ثبات الفيلم من طين الكاؤلين على النباتات ومن أهم هذه العوامل: تساقط الأمطار الشديدة حيث تقوم مياه الأمطار بغسل وإزالة فيلم طين الكاؤلين من أسطح النباتات، كما أن الرياح الشديدة قد تؤثر ولو نسبياً على ثبات الفيلم من طين الكاؤلين وفي هذه الحالات لابد من إعادة الرش مرة أخرى. كما أنه من الطبيعي ملاحظة أن النموات الحديثة في الأشجار والنباتات تكون في حاجة إلى الرش بمركب Surround WP لتكوين فيلم طين الكاؤلين عليها لحمايتها هي الأخرى.

• بالرغم من أن مركب Surround WP يعتبر من المركبات الصديقة للبيئة وآمن جداً ومصرح باستخدامه في الزراعة العضوية، والجرعة السامة المميتة له (LD_{50}) أكثر من 5000 ملليجرام لكل كجم، إلا أنه ينبغي توخي الحذر لحماية العمال من الغبار أثناء خلط وتحضير محلول الرش وكذلك أثناء الرش حيث يجب أخذ الحذر بعدم ملامسة محلول الرش للجلد أو استنشاقه حيث قد يسبب أضرار للجهاز التنفسي ولذلك يجب أن يرتدي عمال الرش الملابس والأقنعة الواقية المناسبة.

• لا توجد فترة أمان (PHI) Pre-Harvest Interval بالنسبة للنباتات المعاملة بمركب Surround WP بمعنى أننا يمكن أن نقوم بمعاملة النباتات في نفس اليوم الذي سيتم فيه جمع المحصول للتداول والتسويق. ويجب هنا أن نضع في اعتبارنا أن النباتات والثمار المعاملة يجب غسلها بعد الجمع حتى نتخلص من طبقة طين الكاؤلين ذات اللون الأبيض المتكون عليها حتى لا يقلل ذلك من قيمتها التسويقية، لذلك فإن ثمار الفاكهة أو الخضروات الثمرية أو الورقية التي يصعب إزالة طبقة طين الكاؤلين منها بالغسيل بعد النضج وحصادها للتسويق يجب ألا يتم معاملتها بطين الكاؤلين إلا في مراحل نموها الأولي فقط.

شكل (32): أشجار الرمان بعد رشها بمحلول مركب Surround للوقاية من الإصابة بحشرات المن وحشرة دودة ثمار الرمان.

الفصل الثالث: المكافحة الميكانيكية للآفات في الزراعة العضوية

Mechanical Pest Control in Organic Agriculture

تعتمد المكافحة الميكانيكية على استعمال وسائل يدوية أو ميكانيكية في القضاء على الآفة، وتعتبر هذه من أبسط الطرق التي تتبع في مكافحة الآفات مثل: استخدام مصائد الحشرات المختلفة لجذب الحشرات الكاملة ومنها المصائد الضوئية Light traps والتي تقوم بجذب الآفات الحشرية ذات النشاط الليلي Nocturnal activity أو المصائد الفرمونية Pheromone traps أو المصائد اللاصقة الملونة Colour sticky traps. وفي الحقيقة إنه عند استخدام مصائد الحشرات لمكافحة الآفات فإن ذلك يكون بغرض الاصطياد المكثف للحشرات Mass Trapping ومن وسائل المكافحة الميكانيكية أيضاً استخدام طريقة تكييس الثمار لمنع الآفات الحشرية وغيرها مثل الطيور من الوصول إلى الثمار وبذلك نمنع أضرارها.

أولاً: استخدام المصائد الضوئية لمكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية

تعتبر المصائد الضوئية Light traps من الأدوات الفعالة للغاية في إدارة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية حيث تقوم بالصيد المكثف Mass trapping لكل من الإناث والذكور من الآفات الحشرية مما يقلل بشكل كبير من انتشار الآفات، جدول (47). وهناك العديد من أشكال المصائد الضوئية المستخدمة لاصطياد الحشرات ذات النشاط الليلي Nocturnal insects، ويوضح شكل (33) أحد المصائد الضوئية التي تعمل بالطاقة الشمسيةSolar light trap وتستخدم المصائد الضوئية بكفاءة في الصيد المكثف أو الجماعي للعديد من الحشرات ذات النشاط الليلي مثل: الفراشات والخنافس ونطاطات الأوراق والذباب والتي تعتبر آفات لمحاصيل الحبوب (الأرز، الذرة، الذرة الرفيعة) أو محاصيل البقول (الحمص، والبازلاء، العدس) أو محاصيل الخضروات (البامية، القرنبيط، الكرنب، الطماطم، الباذنجان) أو المحاصيل البستانية (المانجو، الرمان، التفاح، الجوافة، جوز الهند، الموز).

شكل (33): مصيدة ضوئية تعمل بالطاقة الشمسية.

جدول (47): أمثلة لاستخدام المصائد الضوئية Light traps لمكافحة الآفات الحشرية في الزراعات العضوية عن طريق الصيد المكثف Mass trapping

الآفة المستهدفة		المحصول
الآفة	الاسم العلمي	
حفار عذوق النخيل Fruit Stalk Borer	*Oryctus agamemnon* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae)	نخيل التمر
خنفساء وحيد القرن Fruit Stalk Borer	*Oryctus rhinoceros* (Linnaeus) (Coleoptera: Scarabaeidae)	نخيل التمر نخيل جوز الهند (النارجيل)
حفار ساق النخيل ذو القرون الطويلة Longihorn Date Palm Stem-Borer	*Jebusea hammerschmidti* Reiche (Coleoptera: Cerambycidae)	نخيل التمر
صانعة الأنفاق في الطماطم Tomato Leafminer	*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)	الطماطم والباذنجان

ثانياً: استخدام المصائد اللاصقة الملونة لمكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية

تستخدم المصائد اللاصقة لاصطياد الحشرات الطائرة لمجموعة متنوعة من الحشرات، حيث تستخدم المصائد الصفراء اللاصقة للاصطياد والرصد Trapping and monitoring للعديد من الآفات الحشرية مثل: حشرات الذباب الأبيض، وحشرات المن المجنحة وصانعات الأنفاق في الأوراق وغيرها، بينما تستخدم المصائد الزرقاء اللاصقة لاصطياد ورصد حشرات التربس. ويمكن استخدام المصائد اللاصقة بكفاءة لتقليل معدلات الإصابة بهذه الآفات في الصوب الزراعية وذلك عن طريق الاصطياد المكثف لهذه الآفات. ويوضح شكل (34) استخدام المصائد اللاصقة الصفراء والزرقاء على هيئة شرائط أو ألواح Rolls or Plates للاصطياد المكثف للآفات الحشرية بالصوب الزراعية والمشاتل.

شكل (34): المصائد اللاصقة الصفراء والزرقاء والمستخدمة على هيئة شرائط أو ألواح للاصطياد المكثف Mass trapping للآفات الحشرية.

ثالثاً: استخدام الفرمونات في مكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية

كما ذكرنا سابقاً فإن الفرمونات Pheromones عبارة عن مواد كيميائية تعمل على نقل الرسائل السلوكية كيميائياً بين أفراد النوع الواحد، ولذلك يمكننا القول بأن الفرمونات هي وسيلة تستخدمها الحشرات للتواصل ونقل المعلومات بين أفراد النوع الواحد. ولقد تم تقسيم الفرمونات تبعاً للوظيفة التي تقوم بها إلى: الفرمونات الجنسية والفرمونات التجميعية وفرمونات الإنذار وفرمونات تعقب الأثر والفرمونات المانعة للتجمع والفرمونات المانعة لوضع البيض. وتعتبر الفرمونات الجنسية Sex pheromones وفرمونات التجمع Aggregation pheromones من أكثر الفرمونات التي تم دراستها واستخدامها عملياً في مكافحة الآفات.

وتمتاز هذه الفرمونات بأنها متخصصة بالنوع الواحد من الحشرات وهي فعالة بيولوجياً بتركيزات منخفضة جداً وهي بالطبع ليست لها أضرار على البيئة بما فيها الإنسان والحيوان والنبات عند استخدامها في مجال مكافحة الآفات الحشرية. وجدير بالذكر بأنه يمكن استخدام الفرمونات لمكافحة الآفات في الزراعة العضوية عن طريق ثلاثة طرق هي:

الصيد المكثف Mass Trapping أو إرباك التزاوج Mating Disruption أو الجذب للطعوم الشراكية والقتل Lure and Kill.

1. الصيد المكثف Mass Trapping

تستخدم طريقة الصيد المكثف أو الاصطياد الجماعي Mass trapping لمكافحة العديد من الآفات الحشرية في الزراعة العضوية عن طريق استخدام مصائد فرمونية بها تركيزات عالية من فرمونات التجمع لتجذب كل من الذكور والإناث Aggregation pheromones مثل: *Rhynchophorus ferrugineus* (Red palm weevil) أو فرمونات الجنس Sex pheromones التي تجذب الذكور فقط كما في فراشة ثمار التفاح *Cydia pomonella* (Codling moth) وحشرة الحميرة (دودة التمر الصغرى) *Batrachedra amydraula* (Lesser date moth) وحشرة حفار ساق التفاح *Zeuzera pyrina* (Leopard moth).

ويوضح الشكلين (35)، (36) بعض المصائد الفرمونية المستخدمة لمكافحة فراشة ثمار التفاح وحشرة الحميرة (دودة التمر الصغرى) وحشرة سوسة النخيل الحمراء بطريقة الصيد المكثف Mass trapping، كما يوضح جدول (48) بعض الأمثلة للآفات التي يمكن مكافحتها في الزراعة العضوية عن طريق الصيد المكثف للآفات باستخدام فرمونات التجمع أو فرمونات الجنس في المصائد الفرمونية.

شكل (35): الاصطياد المكثف Mass Trapping بالمصائد الفرمونية لسوسة النخيل الحمراء.
(1) مصيدة فرمونية أرضية. (2) مصيدة فرمونية تقليدية.

شكل (36): الاصطياد المكثف Mass Trapping بالمصائد الفرمونية.

جدول (48): أمثلة لاستخدام الفرمونات لمكافحة بعض الآفات الحشرية في الزراعة العضوية.

الآفة المستهدفة		المحصول	المنتجات التجارية للفرمونات
الآفة	الاسم العلمي		
سوسة النخيل الحمراء Red Palm Weevil	*Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae)	نخيل التمر نخيل جوز الهند	Ferrolure+
سوسة النخيل الأمريكية American Palm Weevil	*Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)	الأناناس والموز ونخيل الزيت والأفوكادو	Rhyncolure
خنفساء وحيد القرن Rhinoceros Beetle	*Oryctes rhinoceros* (Linnaeus) (Coleoptera: Scarabaeidae)	نخيل جوز الهند نخيل التمر	Oryctalure
دودة التمر الصغرى (الحميرة) Lesser Date Moth	*Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae)	نخيل التمر	(4z,7z) decadi-en-1-yl-acetate & 5z decen-1-yl-acetate (½ ratio)
فراشة ثمار التفاح Codling Moth	*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)	التفاح والكمثري والجوز	Isomate-C Codlemone
فراشة أزهار الحمضيات Citrus Flower Moth	*Prays citri* (Millière) (Lepidoptera: Yponomeutidae)	الحمضيات	(Z) -7- tetracdecenal
تربس الأزهار الغربي Western Flower Thrips	*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)	الخضروات والتوت	Thripline
حفار ساق التفاح Leopard Moth	*Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae)	التفاح والكمثري والزيتون والبرقوق	(E,Z- 2,13-octodec-adienil acetate

2. إرباك التزاوج Mating Disruption

تعتمد طريقة إرباك أو تشويش التزاوج Mating Disruption على اطلاق تركيزات عالية من الفرمون الجنسي Sex pheromone في بيئة الحشرة (الآفة) مما يجعل الذكور غير قادرة على تحديد مكان الإناث نتيجة الإرباك أو التشويش الذي يحدث من الموزعات المختلفة والتي يتم من خلالها الإطلاق البطء للفرمون وهذه الموزعات قد تكون عبارة عن كبسولات مطاطية أو أربطة أو أشرطة البوليمر المشبعة بالفرمون والموزعة بالمزرعة عن طريق قصها وتعليقها أو لفها حول سيقان أو فروع الأشجار. وهنا لا تستطيع الذكور من تحديد مكان الإناث نتيجة تعرضها المستمر لتركيزات عالية من الفرمون فيحدث لها إرباك أو تشويش ولا تستطيع الإهتداء إلى الإناث فلا يحدث التزاوج. وتتميز معظم أنواع الموزعات بمعدل تبخر مرتفع في أول 5-7 أيام بعد التركيب الميداني، وبعد ذلك تتوقف مستويات التبخر بمعدل ثابت ولكن منخفض.

وجدير بالذكر أنه خلال الآونة الأخيرة يتم إنتاج تركيبات تجارية مختلفة من الفرمونات بواسطة بعض الشركات، ومن أمثلة هذه التركيبات ما يلي:

Laminate flakes (Hereon, USA), Twin ampulla dispensers (BASF Doppelampullen, Germany), Twist-tie polyethylene dispensers (BiocontrollShin-Etsu, Japan), Polymer dispensers (TNO, the Netherlands), Isagro cellulose fibre dispensers (Donegani, Italy), Consep membranes (Consep. USA), Biosys polymer dispensers (Biosys. USA), Scentry micro-fibres (Ecogen, USA) and Microcapsules (3M, USA).

ولقد تم تطوير طرق إطلاق الفرمون لإرباك التزاوج عن طريق استخدام جهاز مع نظام توصيل متقطع، يمكن توقيته لإطلاق الفرمون فقط عند الضرورة وفقاً لسلوك التزاوج مع الآفات (Mafra-Neto and Baker، 1996).

ويوضح شكل (37) استخدام طريقة إرباك أو تشويش التزاوج Mating Disruption لمكافحة فراشة ثمار التفاح Codling Moth (*Cydia pomonella*) في المزارع العضوية، كما يوضح جدول (49) بعض الأمثلة لاستخدام فرمونات الإرباك أو التشويش لمكافحة الآفات المختلفة في الزراعة العضوية.

شكل (37): إرباك أو تشويش التزاوج لمكافحة فراشة ثمار التفاح Codling Moth (*Cydia pomonella*)

جدول (49): أمثلة لاستخدام فرمونات الجنس Sex pheromone للإرباك أو التشويش لمكافحة بعض الآفات الحشرية في الزراعة العضوية.

الآفة المستهدفة		المحصول	المنتجات التجارية للفرمونات
الآفة	الاسم العلمي		
فراشة ثمار العنب European Grapevine Moth	*Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae)	العنب	RAK 2 Quant L.b.
فراشة ثمار التفاح Codling Moth	*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)	التفاح والكمثري والجوز	Isomate-C Codlemone Disrupt CM
دودة ورق القطن الصغرى Beet Armyworm	*Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)	القطن والخضروات	Isomate BAW Hercon Disrupt BAW No-Mate BAW
ثاقبة براعم الخوخ Peach Twig Borer	*Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)	الفاكهة ذات النواة الحجرية	RAK 6 CheckMate PTB-F Hercon Disrupt PTB
دودة الطماطم القرنفلية Tomato Pinworm	*Keiferia lycopersicella* (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae)	الخضروات	NoMate TPW ChekMate TPW Frustrate TPW
فراشة الفاكهة الشرقية Oriental Fruit Moth	*Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae)	الخوخ والنكتارين	Isomate-M Hercon Disrupt OFM RAK 5
الفراشة ذات الظهر الماسي Diamondback Moth	*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)	الكرنب والخضروات	NoMate DBM Isomate DBM
دودة اللوز القرنفلية Pink Bollworm	*Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae)	القطن	Nomate PBW Pectone Frustrate PBW
حفار ساق الأرز Rice Stripped Stem Borer	*Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae)	الأرز	Isomate RSB Selibate CS
حفار ساق التفاح رائق الأجنحة Apple Clearwing Moth	*Synanthedon myopaeformis* Borkh. (Lepidoptera: Sesiidae)	البرقوق والمشمش والخوخ والتفاح	RAK 7
فراشة ساق الخرشوف Artichoke Plume Moth	*Platyptilia carduidactyla* (riley) (Lepidoptera: Pterophoridae)	الخضروات	Disrupt APM Isomate APM

3. الجذب للطعوم الشراكية والقتل Lure and Kill

تستخدم الفرمونات هنا لجذب الحشرات للمصائد المصممة لقتل الحشرات التي تمسك بها مع ملاحظة أن المبيدات القاتلة التي تستخدم هنا يجب أن تكون من المواد المسموح باستخدامها في الزراعة العضوية مثل البيرثرم أو الروتينون Pyrethrum or Rotenone. وهناك أشكال عديدة للمصائد المستخدمة هنا مثل المصائد الإلكترونية والمصائد المائية المحتوية على مادة جاذبة للحشرات. ويوضح جدول (50) أمثلة لمكافحة بعض الآفات بطريقة الجذب للمصائد أو الطعوم الشراكية والقتل Lure and kill والمتاحة تجارياً.

جدول (50): أمثلة لاستخدام الجذب للمصائد أو الطعوم الشراكية والقتل Lure and Kill لمكافحة الآفات المختلفة في الزراعة العضوية.

الآفة المستهدفة		المحصول	المنتجات التجارية للطعوم الشراكية Lures
الآفة	الاسم العلمي		
ذبابة القرعيات Melon Fly	*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae)	القرعيات	Cuelure
ذبابة فاكهة البحر ألبيض المتوسط Mediterranean Fruit Fly	*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)	البرتقال	Trimedlure
ذبابة الزيتون Olive Fly	*Bactrocera oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae)	الزيتون	Polycore SKL
دودة اللوز القرنفلية Pink Bollworm	*Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae)	القطن	Sirene PBW (plus permethrin)

رابعاً: تكييس ثمار الفاكهة Fruit Bagging

للوقاية من الآفات الحشرية المختلفة التي تهاجم ثمار الفواكه المختلفة في الزراعة العضوية ومن أهمها حشرات ذباب الفاكهة وحشرات التربس والمن وغيرها من الآفات الحشرية فإن استخدام طريقة تكييس ثمار الفواكه المختلفة Fruit Bagging بأنواع مختلفة من الأكياس تعتبر طريقة فعالة للوقاية من هذه الآفات. ويمكن في هذه الطريقة استخدام التغطية لكل ثمرة منفردة أو تغطية فرع به مجموعة من الثمار. وتُعرف هذه التقنية في حالة الوقاية من ذباب الفاكهة باسم «أكياس استبعاد ذبابة الفاكهة Fruit fly exclusion bags» حيث تعمل الأكياس المستخدمة في التغطية كحاجز مادي يمنع الإناث من الوصول إلى الثمار لوضع البيض. وهناك ثلاثة أنواع من الأكياس يمكن استخدامها وهي: أكياس البولثين Polythene Bags الشكلان (38)، (39) وأكياس الورق الشمعية (Wax Paper Bags) شكل (40)، وأكياس الاستبعاد الورقية Paper Exclusion Bags شكل (41). وبالنسبة لتكييس ثمار الموز فإن ذلك يمنع أيضاً من إصابتها بحشرات التربس وكذلك حشرات المن خاصة النوع *Pentalonia nigronervosa* المسبب لمرض تورد القمة الفيروسي والمنتشر في مناطق زراعات الموز.

أما في نخيل التمر فيتم تكييس أو تكميم العراجين بأغطية تحميها وتصونها من الأحوال الجوية والآفات المختلفة مثل الآفات الحشرية والطيور والخفافيش وأيضاً لضمان العقد وتقليل تساقط الثمار والإسراع في عملية نضوجها. وتتم عملية تكييس أو تكميم عراجين نخيل التمر في أوقات مختلفة تبعا للهدف من إجرائها ويستمر التكييس لمدة تتفاوت من 20-25 يوما أو حتى نضوج الثمار وبدء الحصاد.

ويستخدم لتكييس عراجين نخيل التمر أكياس بلاستيك شبكية Net Bags شكل (42) ذات ألوان مختلفة حسب الحاجة، حيث يستخدم

شكل (38): تكييس ثمار المانجو والعنب والجوافة والموز بأكياس البوليثين Polythene Bags للوقاية من الإصابة بالآفات الحشرية.

اللون الأسود في حال كانت درجات الحرارة تتبدل بسرعة بين الصيف والشتاء بحيث تنخفض درجة الحرارة بسرعة مما يؤخر عملية نضج الثمار لعدم سطوع الشمس بشكل يرفع درجات الحرارة بسبب تراكم الغيوم الذي يحجب أشعة الشمس. أما اللون الأخضر فيستخدم في الأماكن الحارة إلى المعتدلة وذلك لإسراع عملية نضج الثمار لأصناف تتأخر عادة بنضوجها إلى أواخر فصل الصيف مثل صنف المدجول أو المجهول. أما اللون الأبيض فيستخدم لتأخير النضوج وليس لإسراعه، للحفاظ على مرحلة البسر أطول فترة ممكنة، لتحقيق عائد سوقي أفضل، مثل صنف البرحي. وبالرغم من أن فوائد استخدام الأكياس في تغطية عراجين التمور لا تعد ولا تحصى، إلا أن استخدامه قبل طور التلوين وهي مرحلة بين الخلال والبسر تؤدي إلى زيادة الرطوبة حول الثمار مما يزيد قابلية الإصابة بالأمراض الفطرية.

خامساً: استخدام المحاصيل الصائدة Trap Cropping

تعتبر زراعة المحاصيل الصائدة Trap crops إحدى الممارسات التي أثبتت جدواها في مكافحة الآفات ميكانيكياً في الزراعة العضوية، حيث تعمل على جذب الآفات الحشرية بعيداً عن المحصول الرئيسي. والمبدأ الأساسي لمحاصيل المصيدة هو أن الحشرات لها تفضيل عوائلي، وعليه سوف تنتقل إلى العائل المفضل (محصول المصيدة) إذا أعطيت الاختيار، وهنا يجب مكافحة الحشرة المستهدفة في المحاصيل الصائدة عن طريق الإزالة الميكانيكية. والمحصول الصائد قد يكون من نوع مختلفة عن المحصول الرئيسي أو قد يكون من نفس النوع ولكن يتم زراعته في وقت مختلف.

شكل (39): تكييس ثمار النكتارين والبيدام بأكياس بلاستيكية شفافة للوقاية من ذباب الفاكهة.

شكل (40): تكييس ثمار الكمثري بأكياس الورق الشمعية Wax Paper Bags المعاملة بالكبريت للوقاية من الإصابة بذباب الفاكهة في كوريا الجنوبية.

شكل (41): تكييس ثمار المانجو بأكياس الاستبعاد الورقية Paper Exclusion Bags للوقاية من الإصابة بذباب الفاكهة في سلطنة عُمان.

وتوفر محاصيل المصيدة العديد من الفوائد، بما في ذلك زيادة جودة المحاصيل وجذب الحشرات المفيدة وتعزيز التنوع البيولوجي، ويمكن زراعة المحاصيل الصائدة حول محيط الحقل أو غرسها مع المحصول الرئيسي. ويوضح جدول (51) أمثلة لبعض المحاصيل الصائدة التي يمكن زراعتها مع المحصول الرئيسي لجذب بعض الآفات ومكافحتها ميكانيكياً.

شكل (42): تكميم أو تكييس عراجين التمور بأكياس بلاستيكية للوقاية من الإصابة بالحشرات وللحماية من هجمات الطيور والخفافيش.

جدول (51): أمثلة لبعض المحاصيل الصائدة التي تعمل على جذب الآفات بعيداً عن المحصول الرئيسي والقضاء عليها ميكانيكياً.

المحصول الرئيسي Main crop	المحصول الصائد Trap crop	زراعة المحصول الصائد Method of planting	الآفات المستهدفة Pest to control
البطاطس	الفجل الحار	بين نباتات المحصول الرئيسي	خنفساء الكولورادو Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlinata*)
الثوم	الريحان والماري جولد	حول محيط الحقل	حشرات التربس Thrips
عائلة الملفوف	الفجل	صفوف بين نباتات المحصول الرئيسي	Flea beetle Root maggot
الذرة الحلوة	الخردل الأسود Brassica nigra	بين نباتات المحصول الرئيسي	البقة الخضراء Sting bug (*Nezara viridula*)
الطماطم	الشبت	صفوف بين نباتات المحصول الرئيسي	Tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*)
فول الصويا	السيسبانيا	صفوف بين نباتات المحصول الرئيسي	البقة الخضراء Sting bug (*Nezara viridula*)
الذرة	فول الصويا	صفوف بين نباتات المحصول الرئيسي	*Heliothis* sp.

الفصل الرابع: المكافحة الحيوية للآفات في الزراعة العضوية
Biological Pest Control in Organic Agriculture

يتعدى الاهتمام باستخدام المكافحة الحيوية في مكافحة الآفات باستخدام المفترسات والطفيليات لأكثر من المائة عام ولكن الاهتمام بها تزايد بدرجة ملحوظة في الفترة الأخيرة ويعزى ذلك لسببين الأول إلى ما نشر عن نجاحاتها الكبيرة مما لفت نظر العاملين في مجال مكافحة الآفات والسبب الثاني يُعزى إلى تصاعد الاهتمام بتدهور وتلوث البيئة من جراء الاستخدام غير المقنن والعشوائي والمكثف للمبيدات الكيميائية في مكافحة الآفات الزراعية.

وتعتبر المكافحة الحيوية باستخدام المفترسات والطفيليات Predators and Parasites من أهم عناصر إدارة مكافحة الآفات في الزراعة العضوية، ويقصد بالمكافحة الحيوية والتي يطلق عليها أيضاً المكافحة البيولوجية: العمل على تشجيع وإكثار الأعداء الطبيعية Natural enemies للآفات والموجودة معها في نفس البيئة أو استيراد تلك الأعداء الحيوية ومحاولة أقلمتها محلياً ونشرها على نطاق واسع للحد من تكاثر الآفات. ولقد قام توفيق (1997) بتعريف ظاهرتي التطفل والافتراس على النحو التالي:

"الافتراس هو نموذج من المعاشرة فيه يهاجم أحد المعاشرين الذي يطلق عليه المفترس Predator فرداً واحداً أو عديداً من أفراد المعاشر الآخر المسمى بالفريسة Prey والذي ينتمي إلى نوع واحد أو أكثر بغرض التغذية عليه، حيث يقضى المفترس مع كل فرد من فرائسه فترة محدودة من الوقت تقل عن فترة طور التغذية الكامل أو غير الكامل».

"أما التطفل فهو نموذج من المعاشرة فيه يعيش ويتغذى أحد المعاشرين الذي يطلق عليه الطفيل Parasite داخل فرد من المعاشر الآخر والذي يطلق عليه العائل Host أو يعيش ويتغذى خارجياً على الفرد من عائله وذلك طوال أحد طوري تغذيته (الكامل أو غير الكامل) أو كليهما".

وبناء على التعريف السابق لظاهرة التطفل فإن بعض العلماء يروا بأن الحشرات الطفيلية هي في الحقيقة طفيليات غير راقية، ويجب الإشارة إليها بشبيهة الطفيليات (Parasitoids) وهنا يعرف شبيه الطفيل بالمفترس الذي يكتمل نموه بالتغذية على فرد واحد من العائل الذي يقترب منه حجماً ثم يحيا حياة حرة في مرحلة البلوغ (الحشرة الكاملة). وقد استند هذا التعريف على أنه في المراحل المتأخرة من التطفل تقضي الحشرات الطفيلية، غالباً، على عوائلها بنهش أحشاء العائل والتغذية عليها. ولكن كما جري العرف فإننا نطلق على هذه الحشرات الطفيليات Parasites. وجدير بالذكر بأن الحشرات الطفيلية والمفترسة تعتبر من أهم عناصر المكافحة الحيوية للآفات الحشرية. ولقد كان العرب في الجاهلية أول من استخدم المكافحة الحيوية عندما نقلوا أعشاش نوع من النمل المفترس الذي يعيش في الصحراء وأطلقوه على النمل العادي الذي يصيب نخيل التمر.

وفي عام 1888م كانت أول محاولة في العصر الحديث لاستخدام هذا النوع من المكافحة، عندما استوردت الولايات المتحدة الأمريكية حشرة الفيداليا *Rodalia cardinalis* (مفترس من نوع أبي العيد) من أستراليا لمكافحة البق الدقيقي الأسترالي على أشجار الموالح بولاية كاليفورنيا. وفيما يلي تعريف بالاتجاهات المختلفة التي يعتمد عليها في استخدام الطفيليات والمفترسات في المكافحة الحيوية.

أولاً: المكافحة الحيوية الكلاسيكية (التقليدية)
Classical Biological Control

وفي هذا الاتجاه يتم استيراد أحد الأعداء الحيوية (طفيل أو مفترس) لآفة ما وإطلاقها في مناطق جديدة يمكن أن تتأقلم بها وتستقر فيها وتنتشر وتتزايد. وبنجاح ذلك فإنه يتم السيطرة على أعداد الآفة نتيجة حدوث توازن طبيعي بين الآفة والعدو الحيوي، حيث تتناقص أعداد الآفة وتهبط إلى مستويات أقل مما كانت عليه إلى أن تصل لمستوى أقل من الحد الحرج الاقتصادي. والمكافحة الحيوية التقليدية (الكلاسيكية) عادة تتم بواسطة المتخصصين في مجال المكافحة الحيوية، وهنا يلزم متابعة نشاط مثل هذه الأنواع من الطفيليات والمفترسات المستوردة بعد إدخالها لتقييم مدى تأقلمها وانتشارها في البيئة الجديدة.

وجدير بالذكر أن هناك أمثلة عديدة توضح نجاح المكافحة الحيوية التقليدية (الكلاسيكية) في السيطرة على العديد من الآفات الحشرية في العديد من دول العالم وبالطبع هذه التطبيقات يمكن استخدامها بنجاح للسيطرة على الآفات المختلفة في الزراعة العضوية. وفيما يلي بعض الأمثلة للتطبيقات الناجحة في مجال المكافحة الحيوية التقليدية لمكافحة العديد من الآفات والتي يمكن استخدامها في الزراعة العضوية:

- **مكافحة حشرة البق الدقيقي الأسترالي Cottony Cushion Scale**

Icerya purchasi Maskell (Hemiptera: Margarodidae). في كل من كاليفورنيا، ونيوزيلندا، وجزر هاواي، وإيطاليا، وبيرو عن طريق استيراد حشرة أبو العيد *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) من أستراليا وإطلاقها بالمناطق المصابة.

- **مكافحة حشرة ذبابة الموالح السوداء Citrus Black Fly**

Aleurocanthus woglumi Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). من الهند لمكافحة حشرة ذبابة الموالح السوداء في كوبا وجزر بناما. أما في المكسيك فقد تم مكافحة نفس الآفة بواسطة طفيل *Amitus hesperidum* Silvestri وطفيليات أخرى عن طريق استيرادها من الهند وماليزيا. وفي سلطنة عُمان ذكر Kinawy and Hussein (1987) أنه تم مكافحة نفس الآفة في كل من شمال وجنوب البلاد عن طريق استيراد الطفيل التالي من الهند.

Encarsia opulenta (Silvestri), (Hymenoptera: Aphelinidae)

- **مكافحة نطاط قصب السكر Sugarcane Leafhopper**

Perkinsiella saccharicida Kirkaldy, *G.W.*, (Hemiptera: Delphacidae).

في جزر هاواي عن طريق استيراد المفترسين:

1. *Tytthus mundulus* (Hemiptera: Miridae)
2. *Anagrus optabilis* (Hymenoptera: Mymaridae)

شكل (43): نطاط قصب السكر Sugarcane Leafhopper

- **مكافحة حشرة منّ التفاح الصوفي Woolly Apple Aphid**

Eriosoma lanigerum (Hausmann), (Hymenoptera: Aphelinidae).

في الولايات المتحدة، ونيوزيلاند، وأستراليا عن طريق استيراد الطفيل (Haldeman) *Aphelinus mali* الذي تم استيراده من شرق الولايات المتحدة. وفي سلطنة عُمان تم استيراد طفيل *A. mali* من جبال أطلس من المغرب حيث تم اطلاقه في المزرعة العضوية بمنطقة الجبل الأخضر لمكافحة حشرة منّ التفاح الصوفي على أشجار التفاح.

- **مكافحة حشرة جوز الهند (النارجيل) القشرية Coconut Scale Insect**

Aspidiotus destructor (Homoptera: Diaspididae).

تعتبر هذه الحشرة واحدة من أخطر الآفات التي تهاجم أشجار النارجيل وذلك عن طريق استيراد وإطلاق أحد أنواع خنافس أبو العيد وهو: *Chilocorus nigritus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) حيث ذكر Kinawy (1991) أنه تم السيطرة تماماً على حشرة النارجيل القشرية في محافظة ظفار بسلطنة عُمان عند إطلاق هذا المفترس.

- **مكافحة حشرة البق الدقيقي من جنس *Pseudococcus***

في أمريكا بواسطة طفيليات مستوردة من اليابان وهي:

Allotropa burrelli (Hymenoptera: Platygastridae).

Acerophagus (= *Pseudaphycus*) *malinus* (Hymenoptera: Encyrtidae).

- **مكافحة حشرة الذبابة البيضاء الصوفية Woolly Whitefly**

Aleurothrixus floccosus (Hemiptera: Aleyrodidae).

على أشجار الحمضيات في سوريا، حيث تم في عام 1992م استيراد طفيل من إيطاليا وتربيته ونشره في حقول الحمضيات وهو طفيل *Cales noacki* (Hymenoptera: Aphelinidae)

- **مكافحة الأكاروسات النباتية وحشرات التربس والذبابة البيضاء على أشجار الأفوكادو**

حيث يستخدم بنجاح في ولاية فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية نوع من الأكاروسات المفترسة لمكافحة أنواع عديدة من الأكاروسات النباتية وكذلك حشرات التربس والذبابة البيضاء، حيث يتم إطلاقه على أشجار الأفوكادو، وهذا الأكاروس المفترس هو:

Galendromus helveolus Chant, (Mesostigmata: Phytoseiidae).

ويتميز هذا النوع بأنه يكمل دورة حياته في حوالي 11 يوماً، كما أن الأنثى الواحدة منه تضع حوالي 41 بيضة خلال فترة حياتها التي تمتد إلى حوالي 25 يوماً. وقد وجد أن هذا النوع يتغذى بالافتراس على جميع أطوار العناكب الغازلة Spider mite ولكنه يفضل أن يفترس البيض والعمر الأول للحورية لهذه الأكاروسات. وقد وجد أنه في حالة غياب الغذاء فإن أنثى هذا الأكاروس تتغذى على بيضها الذي وضعته لتكمل دورة حياتها.

- **مكافحة العديد من الأكاروسات النباتية وحشرات التربس باستخدام الأكاروس المفترس**

Euseius hibisci (Chant), (Mesostigmata: Phytoseiidae).

وفيما يلي الآفات التي يمكن مكافحتها بهذا النوع من الأكاروسات المفترسة:

1. *Eotetranychus sexmaculatus* (Six-spotted spider mite).
2. *Oligonychus punicae* (Avocado brown mite).
3. *Panonychus citri* (Citrus red mite).
4. *Panonychus ulmi* (European red spider mite).
5. *Polyphagotarsonemus latus* (Broad mite).
6. *Tetranychus pacificus* (Pacific spider mite).
7. *Scirtothrips citri* (California citrus thrips).
8. *Scirtothrips perseae* (Avocado thrips).

ويتميز هذا النوع من الأكاروسات المفترسة بقدرته على المعيشة والتكاثر في حالة غياب غذائه الأساسي وهو الأكاروسات النباتية، حيث إنه يستطيع أن يتغذى على الندوة العسلية للمن، وفطريات الأعفان، وإفرازات أوراق النباتات وأيضاً يستطيع أن يتغذى على بعض المتجولات (العمر الأول للحوريات) من الحشرات القشرية.

ومثل النوع السابق يستطيع أن يتغذى على جميع أطوار العناكب الغازلة. وهذا الأكاروس المفترس يكمل دورة حياته في حوالي 7 أيام فقط، والأنثى الواحدة تضع حوالي 28 بيضة، خلال فترة حياتها التي تمتد إلى حوالي 32 يوماً.

- **مكافحة العديد من الأكاروسات النباتية باستخدام الأكاروس المفترس**

Neoseiulus californicus McGregor, (Mesostigmata: Phytoseiidae)

يستخدم هذا النوع من الأكاروسات المفترسة لمكافحة العديد من الأكاروسات النباتية الغازلة التي تهاجم العديد من المحاصيل وأشجار الفاكهة المختلفة مثل: محاصيل الفراولة والذرة وفول الصويا وأشجار التفاح والخوخ بالإضافة إلى أنه يستخدم أيضاً لمكافحة الأكاروسات على بعض نباتات الزينة. ويكمل هذا النوع دورة حياته في حوالي 6 أيام فقط، وتعيش الأنثى حوالي 23 يوماً، حيث تضع خلال هذه الفترة حوالي 60 بيضة، وهو من الأكاروسات التي تنتج تجارياً مثل الأنواع السابقة ويستخدم بكفاءة في مكافحة وتقليل أعداد الأكاروسات النباتية الغازلة التي تهاجم المحاصيل السابقة الذكر. وفيما يلي أشكال لبعض الأكاروسات المفترسة والمستخدمة في المكافحة الحيوية والموضحة في أشكال (44)، (45)، (46)، (47).

بالإضافة إلى ما سبق، فقد ذكر Kinawy *et al.* (2008) أهم مشاريع المكافحة الحيوية الكلاسيكية والتي طبقت بنجاح في المزارع العضوية وغير العضوية بسلطنة عُمان، وهي كما يلي:

شكل (44): الأكاروس المفترس *Galendromus helveolus* (Chant)

شكل (45): الأكاروس المفترس *Galendromus annectens* (De Leon)

شكل (46): الأكاروس المفترس *Euseius hibisci* (Chant)

شكل (47): الأكاروس المفترس *Neoseiulus californicus* Mc Gregor

• في عام 1984م تم استيراد وإطلاق نوع من الدبابير المتطفلة هو: *Encarsia opulenta* من الهند، وذلك ضد حشرة ذبابة الموالح السوداء *Aleurocanthus woglumi*، حيث تم السيطرة على هذه الآفة ومن ثم استئصالها من حدائق الموالح بشمال وجنوب سلطنة عُمان.

• في عام 1985م تم استيراد أحد أنواع خنافس أبو العيد وهو: *Chilocorus nigritus* من الهند، وذلك لمكافحة حشرة النارجيل القشرية (*Aspidiotus destructor*) Coconut scale insect ولقد نجح هذا المفترس في السيطرة على هذه الآفة المنتشرة على نخيل جوز الهند (النارجيل) بجنوب سلطنة عُمان.

• في عام 1989م تم بنجاح تنفيذ مشروع لمكافحة حشرة خنفساء النارجيل السوداء *Oryctes rhinoceros* المنتشرة على نخيل جوز الهند (النارجيل) بجنوب سلطنة عُمان، وذلك عن طريق استخدام الفيروس المتخصص عليها والمسمى: *Rhabdionvirus oryctes*.

• في عام 1994م تمت السيطرة على نوعين من حشرات البق الدقيقي وهما: بق الموالح الدقيقي *Planococcus citri* وبق الهبسكس الدقيقي *Maconellicoccus hirsutus* وهما من الآفات الهامة على العديد من أشجار الفاكهة ونخيل التمر، حيث تم استيراد وإطلاق أحد خنافس أبو العيد المفترس من شركة Koppert in UK وهي خنفساء الكربتوليمس *Cryptolaemus montrouzieri*.

• في عام 2002م تم استيراد ثلاثة أنواع من الأعداء الحيوية من شركة Koppert in UK وهي: نوعين من حشرات أبو العيد هما: *Hippodamia convergens* and *Harmonia axyridis* ونوع من الدبابير المتطفلة على حشرات المنّ وهو الطفيل *Aphidius colemani* حيث تم إطلاقها بالجبل الأخضر لمكافحة نوعين من حشرات المنّ الشائعة والمنتشرة وهما: منّ الرمان *Aphis punicae*، ومنّ القرعيات *Aphis gossypii* على أشجار الرمان والتفاح والكمثري.

• ومنذ عام 2003م يتم بنجاح استخدام المكافحة الحيوية بأحد المزارع العضوية بمنطقة الجبل الأخضر بسلطنة عُمان وذلك عن طريق الإطلاق المنتظم لطفيل البيض *Trichogramma* spp. لمكافحة حشرة فراشة الرمان Pomegranate Butterfly (*Virachola livia*) والتي تعتبر من أهم آفات الرمان بسلطنة عُمان ودول عديدة في العالم.

• وجدير بالذكر أنه يتم الآن وبنجاح تنفيذ العديد من برامج المكافحة الحيوية لبعض آفات أشجار الفاكهة في المزارع العضوية بكل من منطقتي الجبل الأخضر وسهل صلالة بسلطنة عُمان، كما هو موضح في جدول (52).

ثانياً: حفظ وزيادة تعداد الأعداء الحيوية
Conservation and Augmentation

ويعتمد هذا الاتجاه على تعظيم دور الأعداء الحيوية المحلية من طفيليات ومفترسات للتحكم في أعداد الآفة إذا ما حدث تزايد مفاجئ في أعدادها ووصولها إلى مستويات الضرر. وحفظ الأعداء الحيوية Conservation قد يكون عن طريق استخدام المبيدات الحشرية المتخصصة أو باستخدام جرعات منخفضة من المبيد الحشري لمكافحة الآفة المستهدفة، أو بمعاملة مناطق محددة من المزرعة بالمبيد الحشري حيث يمكن ترك مساحات على شكل شرائط بدون معاملة ليبدأ منها انتشار الأعداء الحيوية. كما أن اختيار التوقيت المناسب لاستعمال المبيد يمكن أن يحقق تأثيراً اختيارياً على الآفة دون التعرض لأعدائها الحيوية **وبالطبع هذا التطبيق لا يمكن استخدامه في الزراعة العضوية**. أما زيادة تعداد الأعداء الحيوية Augmentation فيتم بتوفير أماكن اختباء وحماية للأعداء الحيوية، مثل تجهيز أماكن اختباء لها عند حواف الحقول أو على الأشجار. كما يمكن باستخدام أغذية متخصصة زيادة فاعلية الأعداء الحيوية، وأيضاً يمكن بإضافة أغذية بديلة إلى البيئة حفظ وجذب الأعداء الحيوية عندما ينخفض تعداد عوائلها، **وهذا التطبيق يمكن استخدامه في الزراعة العضوية.**

جدول (52): برامج المكافحة الحيوية لبعض آفات أشجار الفاكهة في المزارع العضوية بكل من منطقتي الجبل الأخضر وسهل صلالة بسلطنة عُمان.

الآفة المستهدفة	المحصول	العدو الحيوي	معدل الإطلاق
أبي دقيق الرمان **Pomegranate Butterfly** ***Virachola livia*** **(Lepidoptera: Lycanidae)**	الرمان	**طفيل البيض** ***Trichogramma brassicae*** ***Trichogramma evanescens*** **(Hymenoptera:Trichogrammatidae)**	100،000 لكل فدان (4-6 مرات)
فراشة ثمار التفاح **Codling Moth** ***Cydia pomonella* Linnaeus** **(Lepidoptera: Tortricidae)**	التفاح والكمثري والجوز	**الطفيل** **Ascogaster quadridentatus** **(Hymenoptera: Braconidae)**	6000 لكل فدان
		طفيل البيض ***Trichogramma evanescens*** **(Hymenoptera:Trichogrammatidae)**	9000-400 لكل شجرة (4-6 مرات)
		الفيروس ***Cydia pomonella*** **granulosis virus**	رش الأشجار
البق الدقيقي الأسترالي **Cottony Cushion Scale** ***Icerya purchasi* Maskell** **(Homoptera: Margarodidae)**	الرمان والفاكهة ذات النواه الحجرية	**المفترس (أبو العيد)** ***Rodolia cardinalis*** **(Coleoptera: Coccinellidae)**	50-10 لكل شجرة
		الطفيل ***Cryptochaetum iceryae*** **(Diptera: Cryptochaetidae)**	50-10 لكل شجرة
البق الدقيقي **The Mealybug** ***Paracoccus marginatus*** **(Hemiptera: Pseudococcidae)**	الفافاي والأفوكادو والأناناس	**الطفيل** ***Acerophagus papaya*** **(Hymenoptera: Encyrtidae)**	100 لكل صف من الأشجار
		الطفيل ***Anagyrus loecki*** **(Hymenoptera: Encyrtidae)**	200 لكل صف من الأشجار
		الطفيل ***Pseudleptomastix mexicana*** **(Hymenoptera: Encyrtidae)**	200 لكل صف من الأشجار
حلم النارجيل (جوز الهند) **The coconut mite** ***Aceria guerreronis* Keifer** **(Acari: Eriophyidae)**	جوز الهند (النارجيل)	**العنكبوت المفترس** ***Neoseiulus paspalivorus*** **(Acarina: Phytoseiidae)**	900-600 لكل نخلة
		العنكبوت المفترس ***Cydnoseius negevi*** **(Acarina: Phytoseiidae)**	900-600 لكل نخلة
		العنكبوت المفترس ***Neoseiulus baraki*** **(Acarina: Phytoseiidae)**	900-600 لكل نخلة

ثالثاً: إطـــلاق الأعـــداء الحيـــوية
Inundative and Inoculative Releases

تتم عملية التوطين الدوري للأعداء الطبيعية بهدف إخماد بيولوجية الآفة بطريقتين: إما عن طريق تربية الأعداء الحيوية بأعداد كبيرة ثم إطلاقها، بحيث يتم القضاء على الآفة المستهدفة في فترة زمنية قصيرة، وهذا ما يعرف بالإطلاق الكثيف Inundative release أو عن طريق استمرار تربية الأعداء الحيوية وتكرار مرات الإطلاق في حدود أعداد قليلة نسبياً من الأعداء الحيوية، وهذا ما يعرف بالإطلاق المحدود العدد Inoculative release.

وعند الإطلاق الكثيف للأعداء الحيوية لمكافحة آفة ما، يعتمد ذلك على استخدام عدد من هذه الكائنات يزيد عما تطلبه الفعالية المستهدفة، وذلك دون الاعتماد على نسل هذه الأعداء الحيوية للوصول إلى مكافحة سريعة إلى حد ما. ومن ثم يتشابه هذا النمط من المكافحة مع ذلك المرتبط باستعمال المبيدات الكيميائية، حيث إن أفراد الآفة بهذا الإجراء تموت سريعاً إلى حد ما، دون تفاعل طويل المدى بين جمهورها وجمهور عدوها الحيوي (الطفيل أو المفترس)، وهنا يطلق على الأعداء الحيوية التي استخدمت بطريقة مكثفة مصطلح:

Biotic insecticide بمعنى «المبيدات البيولوجية».

وتجدر الإشارة هنا إلى أن هناك بعض الصعوبات قد تعترض التوسع في استخدام أو استيراد الطفيليات والمفترسات في المكافحة الحيوية، ومن هذه الصعوبات ما يلي:

- يحتاج تطبيق برامج المكافحة الحيوية إلى خبراء متخصصين وعلى مستوى عال من الكفاءة.
- تحتاج إلى فترة زمنية طويلة حتى تظهر نتائجها.
- من الضروري استيراد أكثر من طفيل أو مفترس واحد للآفة مجال المكافحة، وذلك ضماناً لنجاحها.
- قد لا تلائم الظروف البيئية المحلية نشاط الطفيل أو المفترس المستورد بقدر ملاءمتها لنشاط الآفة.
- يعتمد الطفيل أو المفترس كلية على عائل واحد، وبعضها يعتمد على عوائل أخرى بجانب العائل الأصلي وغياب هذه العوائل الأخرى يحدد أو يقلل من نجاح إدخال أو تأقلم الطفيل أو المفترس في البيئة الجديدة.
- قد يكون الطفيل أو المفترس المستورد عرضة لأن يتطفل عليه أو تفترسه حشرات أخرى موجودة في موطنه الجديد.

رابعاً: اســـتخـدام طفيـــليـات البيـــض Egg parasitoids في الـــزراعـــة العـــضـــويـة

1. تعريف بطفيليات البيض من جـنـس التريكوجـرامـا *Trichogramma* spp.

تتبع طفيليات البيض Egg parasitoid عائلة Family: Trichogrammatidae من رتبة غشائية الأجنحة Order: Hymenoptera وتقدر الأنواع التي تم تعريفها من هذه العائلة بحوالي 620 نوع تقع تحت 80 جنس. ويعتبر جنس تريكوجراما *Trichogramma* من أهم أجناس هذه العائلة وذلك لأنه من أنجح الطفيليات المستخدمة في برامج المكافحة الحيوية التطبيقية في أنحاء عديدة من العالم. ولقد ذكر Queiroz *et al.* (2020) بأنه يوجد أكثر من 200 نوع معروف من جنس *Trichogramma* في المناطق الجغرافية الحيوية الست بمختلف مناطق العالم. ويعتمد الوضع التقسيمي العلمي لهذه الأنواع في الأساس على الجهاز التناسلي في الذكر Male genitalia Wajnberg and Hassan (1994) وتتطفل أنواع التريكوجراما داخلياً على بيض حشرات رتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera (الفراشات وأبو دقيقات) ولذلك يطلق عليها Moth egg parasitoid، ومع نمو الطفيل داخل بيضة العائل تتلون بيضة العائل بلون أسود شكل (48).

الحشرة الكاملة لطفيليات التريكوجراما عبارة عن زنابير صغيرة الحجم جداً Tiny wasps شكل (49)، ولا تكاد ترى بالعين

شكل (48): البيض الأسود المتطفل عليه بطفيل التريكوجراما.

المجردة. ويبلغ طولها حوالي 1 ملم أو أقل ولونها أصفر شمعي والأعين حمراء، كما أن لها زوجين من الأجنحة الغشائية والزوج الخلفي أصغر من الزوج الأمامي، وغالبية الأنواع ذوات حواف أجنحة مهدبة وتوجد عليها شعيرات منتظمة في صفوف، وقرن الاستشعار عليه شعر كثيف.

وجدير بالذكر أن العديد من أنواع التريكوجراما تنتج تجارياً. ويتم الآن في كثير من الدول إنتاج هذا الطفيل كمياً بالملايين ومن ثم إطلاقة لمكافحة العديد من الآفات. وعلى سبيل المثال فإن هذا الطفيل يستخدم بنجاح لمكافحة بعض الآفات الحشرية في الغابات Bai *et al.* (1995) وفى مكافحة العديد من آفات المحاصيل الحقلية كما ذكر كل من Smith, (1996) Wajnberg and Hassan, (1994)، كما يستخدم لمكافحة عدد من آفات أشجار الفاكهة مثل: حشرة *Amorbia cuneana* (Walsingham) على أشجار الأفوكادو Oatman and Platner (1985) وحشرة فراشة الزيتون .Bern *Prays oleae* على أشجار الزيتون Hegazi *et al.* (2004) وكذلك بعض الآفات الحشرية التي تصيب نخيل التمر Mohammad *et al.* (2004).

وقد أوضح Kinawy (2012) أن طفيل *Trichogramma brassicae* قد بدأ استخدامه على نطاق موسع في سلطنة عُمان منذ عام 2003م لمكافحة حشرة أبي دقيق الرمان *Virachola livia* التي تهاجم ثمار أشجار الرمان، حيث تم تربيته وإكثاره كمياً على نطاق واسع واستخدامه من خلال منظومة المكافحة المتكاملة لآفات الرمان بالمزرعة العضوية بمنطقة الجبل الأخضر شكل (50).

شكل (49): أنثى طفيل التريكوجراما تتطفل على بيضة دودة اللوز الأمريكية.

وقد ذكر Li (1984) بأنه يوجد أكثر من 70 نوعاً من *Trichogramma* تستخدم لمكافحة الآفات الحشرية في مناطق مختلفة من العالم، وبالرغم من ذلك فإن الإنتاج الكمي Mass-production قد تم بنجاح لحوالي 20 نوعاً فقط. وهناك أكثر من 30 دولة على مستوى العالم تقوم بالإنتاج الكمي لأنواع مختلفة من طفيليات البيض من جنس *Trichogramma* حيث تستخدم وبنجاح كبير لمكافحة العديد من الآفات الحشرية على المحاصيل المختلفة مثل: القطن والذرة وقصب السكر وبنجر السكر، وكذلك على أشجار الفاكهة والخضروات المختلفة. وفيما يلي بعض الأنواع المعروفة من طفيل التريكوجراما والتي استخدمت على نطاق واسع في مكافحة العديد من الآفات الحشرية:

1. *Trichogramma evanescens* (Westwood)
2. *Trichogramma maidis* Pintureau & Voegelè (= *T. brassicae* Bezdenko)
3. *Trichogramma deion* Pinto & Oatman
4. *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner
5. *Trichogramma brevicapillum* Pinto & Platner
6. *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner
7. *Trichogramma minutum* Riley
8. *Trichogramma semblidis* (Aurivillius)
9. *Trichogramma cacoeciae* Marchal
10. *Trichogramma platneri* Nagarkatti
11. *Trichogramma oleae* Voegelè & Pointel
12. *Trichogramma ostriniae* Pang & Chan
13. *Trichogramma pretiosum* Riley
14. *Trichogramma dendrolimi* Matsumura

شكل (50): إطلاق طفيل التريكوجراما على أشجار الرمان بالجبل الأخضر بسلطنة عُمان.

15. *Trichogramma chilonis* Ishii (= *T. confusum* Viggiani)
16. *Trichogramma japonicum* Ashmead
17. *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis

وجدير بالذكر أنه تواجد سلالات بيولوجية، واختلافات فردية خاصة بالشكل، واللون، ومعدلات النمو داخل النوع الواحد من هذه الطفيليات، قد يتسبب في بعض الأحيان إلى حدوث ترادف synonymy عند تعريف نوع طفيل التريكوجراما، وبالتالي صعوبة التحقق من الوضع التقسيمي للنوع المستخدم للإطلاق.

2. أهم مميزات الأنواع المختلفة لطفيل البيض من جنس التريكوجراما

- تعتبر طفيليات التريكوجراما عامل هام من عوامل نجاح مكافحة الآفات الحشرية في الزراعة العضوية، فهي ذات مدى عوائلي واسع وتستخدم بكفاءة في مكافحة الآفات الحشرية من رتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera وهي آمنة للبيئة تماماً، مما يعطي فرصة للأعداء الطبيعية الأخرى للتكاثر والنشاط والقيام بدورها في خفض أعداد الآفات الحشرية.
- بما أن طفيليات التريكوجراما من طفيليات البيض فإنها تقضي على الآفة في مرحلة البيض، حيث تضع أنثى الطفيل بيضها في بيض العائل وتتم دورة حياة الطفيل في بيض العائل حيث يتغذى على محتويات البيضة ويقضي عليها وبالتالي لا تكون هناك فرصة لحدوث ضرر من الآفة.
- دورة حياة الطفيل لا تتعدي 10 أيام وبذلك تتضاعف أعداد الطفيل جيلاً بعد جيل خلال فترة زمنية قصيرة.
- يصلح هذا الطفيل في جميع البيئات الزراعية، حيث يعتمد في انتشاره على قدرته على الطيران وقدرته العالية في البحث على بيض عوائله.
- سهولة الإكثار أو الإنتاج الكمي Mass-Production لهذا الطفيل، حيث أمكن إكثار هذا الطفيل معملياً وإنتاج الملايين منه، ومن ثم إطلاقة في الحقول ضد الآفة الحشرية المستهدفة في التوقيت المناسب.
- يحقق هذا الطفيل عند إطلاقه من خلال برامج المكافحة الحيوية نسبة خفض للإصابة بالآفة المستهدفة في الحقول المعاملة قد تصل إلى أكثر من 80 أو 90 %.
- سهولة إطلاق الطفيل، حيث إنه يتم تحضيره في معامل الإنتاج على هيئة بيض (لأحد العوائل المستخدمة في التربية) يوجد بداخله طفيل التريكوجراما على وشك الخروج ويكون هذا البيض مثبت بمادة لاصقة على كروت ورقية. وهذه الكروت يتم تعليقها في الحقل على المحصول أو الأشجار المستهدفة.

3. الإنتاج الكمي لطفيل البيض من جنس التريكوجراما Mass Production of the egg parasitoids *Trichogramma* spp.

كما سبق القول أمكن في مناطق عديدة من دول العالم وبنجاح كبير، إنتاج كمي Mass-Production للعديد من أنواع طفيل البيض من جنس *Trichogramma* التريكوجراما. ويستخدم الآن على مستوى العالم ثلاثة حشرات كعوائل بديلة لإكثار طفيل التريكوجراما، وهذه العوائل البديلة هي:

- فراشة الحبوب *Sitotroga cerealella* (Olivier)
- فراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط *Ephestia kuehniella* (Zeller)
- فراشة الأرز *Corcyra cephalonica* (Stainton)

وقد اختيرت هذه العوائل البديلة لأنها تفي بنجاح الإكثار الكمي لكل من العائل والطفيل. وأهم ما يميز هذه العوائل البديلة، أنها ذات كفاءة تناسلية عالية، ولأطوارها الكاملة (الفراشات) أجزاء فم أثرية وبالتالي لا تتطلب إمداداً غذائياً خاصاً، كما أن إناثها تضع غالبية البيض خلال الأسبوع الأول من حياتها مما يؤدي إلى قصر الدورة الإنتاجية. بالإضافة إلى ما سبق فإنه أمكن تطوير تكنيك الإكثار لكل من العائل والطفيل بوسائل شبه ميكانيكية. كما أن هذه العوائل البديلة لا تشكل أي خطورة على المحاصيل المختلفة عند الإطلاق الحقلي للطفيل من خلالها، حيث إنها آفات تتوطن المخازن فقط، وعند استخدام بيض هذه العوائل البديلة فإنه يتم تعقيم البيض لقتل الجنين قبل تعريضه لطفيل التريكوجراما لتربية الطفيل.

4. استخدامات طفيليات البيض من جنس التريكوجراما في الزراعة العضوية

جدير بالذكر أنه يتم الآن استخدام طفيل البيض التريكوجراما على نطاق واسع على مستوى العالم سواء في الزراعة التقليدية أو الزراعة العضوية لمكافحة العديد من الآفات في المحاصيل المختلفة. ويعتبر طفيل التريكوجراما من أهم طفيليات البيض

التي تستخدم على نطاق واسع في مكافحة العديد من الآفات الحشرية في مناطق عديدة من العالم. وقد قدرت المساحة التي يستخدم فيها طفيل التريكوجراما في البلدان المختلفة، وذلك قبل عام 1998م، على النحو التالي: حوالي 65 مليون فدان في كل من روسيا والصين، من 350 إلى 850 ألف فدان في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والفلبين وكولومبيا، من 25 إلى 100 ألف فدان في كل من إيران ومصر والهند وفرنسا، وأقل من 20 ألف فدان في كل من تايلاند وكندا والبرتغال وألمانيا وسويسرا وأستراليا وتونس وهولندا.

ويوضح جدول (53) أمثلة لأهم الآفات التي يمكن أن تستهدف على المحاصيل المختلفة لمكافحتها بواسطة طفيل البيض التريكوجراما في الزراعة العضوية. ولقد ذكر Mohammad *et al.* (2004) أنه يمكن استخدام أحد أنواع طفيل التريكوجراما لمكافحة بعض من أهم آفات نخيل التمر في الزراعات العضوية، حيث قام بتقييم فعالية إطلاق طفيل التريكوجراما من النوع *Trichogramma evanescens* (West). في بساتين النخيل وذلك بتعليق كروت عليها بيض فراشة الحبوب *S. cerealella* متطفلاً عليه طفيل *T. evanescens* وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن معدلات خفض إصابة ثمار التمر بالآفات المستهدفة يتوقف على موعد وعدد مرات الإطلاق وكثافة الطفيل. وأثبتت هذه الدراسة فعالية إطلاق طفيل التريكوجراما كعامل بيئي حيوي مؤثر في تقليل معدلات الإصابة ببعض من أهم الآفات التي تصيب نخيل التمر، حيث أمكن تقليل معدلات إصابة عراجين نخيل التمر بدودة الطلع *Arenipses sabella* Hampson بنسبة 35.6 – 62.4%، كما تم تقليل معدلات إصابة التمور بحشرة الحميرة *Batrachedra amydraula* Meyer بمقدار 44 – 58.2%، وكذلك انخفضت الإصابة بخنفساء نواة التمر *Coccotrypes dactyliperda* (F.) بمقدار 49.5 – 53.1%، كما بلغت نسبة تخفيض الإصابة في التمر بدودة ثمار الرمان *Virachola livia* Klug نحو 80%، كما بلغت نسبة تخفيض معدلات الإصابة في ثمار التمر بدودة بلح الواحات *Cadra* (*Ephestia*) *calidella* (Guenee) بنسبة 41.7 – 47.3%.

شكل (51): طفيل البيض من جنس التريكوجراما . *Trichogramma* spp

جدول (53): أهم الآفات على المحاصيل المختلفة التي يمكن أن تستهدف لمكافحتها بواسطة طفيليات البيض من جنس التريكوجراما *Trichogramma* spp. في الزراعة العضوية.

المحصول	الآفات المستهدفة	
	الآفة	الإسم العلمي
الذرة - قصب السكر - الأرز	دودة القصب الصغرى Oriental corn borer	*Chilo agamemnon* Bleszynski (Lepidoptera: Crambidae)
الذرة	دودة الذرة الأوروبية European corn borer	*Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae)
البرسيم	أبو دقيق البقوليات Pea blue butterfly	*Lampides boeticus* (Linnaeus) (Lepidoptera: Lycaenidae)
نخيل التمر	دودة طلع النخيل (دودة التمر الكبرى) Greater date moth	*Arenipses sabella* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae)
	حشرة الحميرة (دودة التمر الصغرى) Lesser date moth	*Batrachedra amydraula* Meyer (Lepidoptera: Batrachedridae)
	خنفساء نواة التمر Date stone beetle	*Coccotrypes dactyliperda* (F.) (Cleoptera: Curculionidae)
	حشرة أبي دقيق الرمان Pomegranate butterfly	*Virachola livia* Klug (Lepidoptera: Lycaenidae)
	دودة التمر (دودة بلح الواحات) Currant moth	*Ephestia calidella* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae)
العنب	دودة ثمار العنب European grapevine moth	*Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae)
	دودة الندوة العسلية Honeydew moth	*Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae)
الحمضيات	فراشة أزهار الحمضيات Citrus blossom moth	*Prays citri* (Millière) (Lepidoptera: Plutellidae)
التين	دودة أوراق التين Fig tree defoliator	*Ocnerogyia amanda* Staud. (Lepidoptera: Lymantriidae)
الخوخ - المشمش البرقوق - اللوز- النكتارين	ثاقبة براعم الخوخ (الأنارسيا) Peach twig borer	*Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)
التفاح - الكمثري الجوز - البشملة	دودة ثمار التفاح Codling moth	*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)
الزيتون	دودة أوراق أو براعم الزيتون Jasmine moth	*Palpita vitrealis* (Rossi) (Lepidoptera: Crambidae)

المحصول	الآفات المستهدفة	
	الآفة	الإسم العلمي
الطماطم	دودة اللوز الأمريكية Cotton bollworm	*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)
	الدودة الخضراء Lesser armyworm	*Spodoptera exigua* (Hubn) (Lepidoptera: Noctuidae)
البطاطس	فراشة درنات البطاطس Potato tuber moth	*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)
الطماطم - البطاطس	حافرة الطماطم Tomato leafminer or borer	*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

5. استخدام طفيل البيض *Pseudoligosita babylonica* لمكافحة حشرة دوباس النخيل

لقد تم تسجيل طفيل البيض *Pseudoligosita babylonica* على بيض حشرة دوباس النخيل (*Ommatissus lybicus*) Dubas Bug (Bergevin) وهو يتبع عائلة Trichogrammatidae ولقد سجل هذا الطفيل سابقاً باسم *Oligosita* sp. عن طريق The Natural History Museum في عام 2002م، شكل (52)، ولقد تم التأكيد بأن طفيل *Oligosita* sp. هو *Pseudoligosita babylonica* وذلك بواسطة Viggiani (2008)، وفي الحقيقة أن التعريف الأول لهذا الطفيل كان في العراق بواسطة Hassan *et al.* (2004). ولقد أوضح Al-Khatri (2018) أن نسبة التطفل على بيض حشرة دوباس النخيل بطفيل البيض *P. babylonica* كانت أكثر من 70 % في بعض المواقع بسلطنة عُمان، وبذلك يمكن اعتبار هذا الطفيل عامل تحكم بيولوجي واضح للسيطرة على أعداد حشرة دوباس النخيل. وفي الحقيقة أنه لو أمكن تربية هذا الطفيل وإطلاقه في المناطق غير المتواجد بها فإنه يمكن استخدامه بكفاءة عالية في السيطرة على حشرة دوباس النخيل في المزارع العضوية.

شكل (52): طفيل البيض *Pseudoligosita babylonica* Viggiani
(Hymenoptera: Trichogrammatidae)

خامساً: المكافحة الحيوية لآفات البيوت المحمية في الزراعات العضوية

Biological Control of Greenhouse Pests in Organic Crops

هناك العديد من الأعداء الحيوية (طفيليات ومفترسات) التي يمكن أن تستخدم بنجاح في السيطرة على العديد من آفات الخضر في البيوت المحمية في الزراعة العضوية، وفيما يلي تعريف بأهم الطفيليات والمفترسات التي يمكن استخدامها في مجال المكافحة الحيوية لآفات البيوت المحمية في الزراعة العضوية. وجدير بالذكر أن هذه الأعداء الحيوية يمكن إنتاجها محلياً في معامل خاصة بالمزارع العضوية أو استيرادها من شركات عالمية متخصصة في الإنتاج الكمي التجاري للعديد من هذه الأعداء الحيوية (طفيليات ومفترسات) مثل شركة Koppert الهولندية والتي لها فروع بالعديد من الدول الأوروبية والأمريكتين وكندا وبعض الدول الأفريقية.

1. أهم الطفيليات المستخدمة لمكافحة الآفات في البيوت المحمية

- **طفيل *Encarsia formosa***

هذا الطفيل من الدبابير الصغيرة الحجم Parasitoid wasps ويأتي في كروت بها عذاري الذباب الأبيض المتطفل عليه ولا يستخدم هذا الطفيل في حالة وجود إصابات شديدة بالفيروس على نباتات الطماطم بالمنطقة. وجدير بالذكر أن فاعلية هذا الطفيل ضعيفة على نباتات الخيار لوجود الشعيرات الكثيفة والعروق على النبات والتي تشكل عائق أمام انتقال وانتشار الطفيل. وأنثى الطفيل ذو رأس وصدر سوداء اللون، أما البطن فصفراء برتقالية، أما الذكر فلونه كله أسود وهو نادر الوجود حيث تبلغ نسبة الذكور من 1–2 %، والإناث غير الملقحة تنتج إناثاً فقط، وبالتالي فإن غالبية أفراد هذا الطفيل من الإناث. وتضع الأنثى في المتوسط حوالي 300 بيضة طول فترة حياتها، بمعدل من 10–15 بيضة يومياً. ولا تعيش الطفيليات البالغة إلا لبضعة أيام على درجة حرارة 30 م.

وتستغرق دورة حياة هذا الطفيل حوالي 27 يوماً في المتوسط، ويفضل الطفيل مهاجمة الذباب الأبيض من النوع *Trialeurodes vaporariorum* أكثر من النوع *Bemisia tabaci*. وتضع أنثى الطفيل بيضها في العائل مفضلة طور اليرقة الثالث أو طور ما قبل العذراء والطفيل له 6 أطوار (بيضة، 3 أطوار يرقية، عذراء، حشرة كاملة) وتعيش جميع أطوار الطفيل ما عدا الحشرة الكاملة بداخل العائل Endoparasite والعذارى المتطفل عليها من

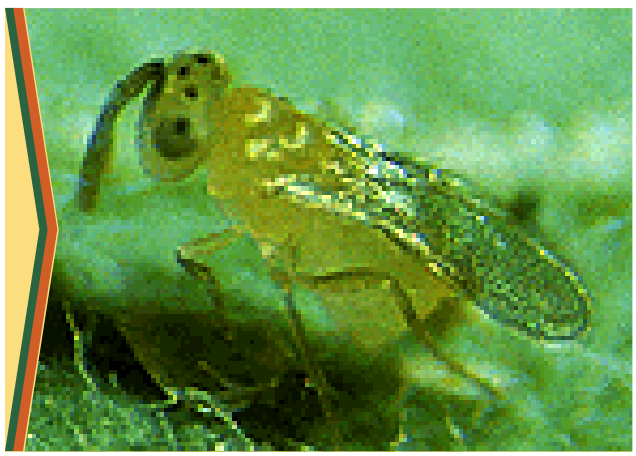
شكل (53): طفيل *Encarsia formosa*

النوع *T. vaporariorum* يكون لونها أسود، أما العذارى المتطفل عليها من النوع *B. tabaci* يكون لونها أصفر شفاف وهذه صفة تميز بين النوعين. ويجب ألا تقل عدد مرات الإطلاق لهذا الطفيل عن 3 مرات على نباتات الطماطم في الموسم الواحد.

- **طفيل *Eretmocerus eremicus***

يستخدم هذا الطفيل Parasitoid wasp لمكافحة الذباب الأبيض على نباتات الطماطم والباذنجان والفلفل الحلو ولون هذا الطفيل أصفر باهت أو برتقالي ومن الصعب جداً أن نراه بين حوريات الذباب الأبيض. وطفيل *Eretmocerus* يحتوي في أفراده بالتساوي على كل من الإناث والذكور ويستخدم الطفيل *Eretmocerus eremicus* بدلاً عن الطفيل *Encarsia formosa* بعد التأكد من أن أغلب تعداد الذبابة البيضاء المنتشرة بالبيوت المحمية هي من النوع *Trialeurodes vaporariorum* ولكن عندما يكون أغلب التعداد الموجود من الذبابة البيضاء من النوع *Bemisia tabaci* يجب استخدام الطفيل *Eretmocerus mundus*.

وجدير بالذكر أن فاعلية هذا الطفيل ضعيفة على نباتات الخيار لوجود الشعيرات الكثيفة والعروق على النبات والتي تشكل عائق أمام انتقال وانتشار الطفيل، وعدد مرات الإطلاق يجب ألا تقل عن 3 مرات في الموسم الواحد، ويمكن إطلاق مخلوط من طفيل *Encarsia formosa* وطفيل *Eretmoceru* sp. ويسبب الطفيل موت أعداد كبيرة



شكل (54): طفيل *Eretmocerus eremicus*

من الحوريات عن طريق جرحها والتغذية على السائل المنبعث من هذه الجروح. وتضع أنثى هذا الطفيل من 50-200 بيضة أسفل جسم الحوريات، وتستغرق دورة حياة الطفيل حوالي 21 يوماً في المتوسط.

- **طفيل *Eretmocerus mundus***

يستخدم الدبور المتطفل Parasitoid wasps من النوع *Eretmocerus mundus* بعد التأكد من ان أغلب تعداد الذبابة البيضاء المنتشرة بالبيوت المحمية هي من النوع *Bemisia tabaci* ولون هذا الطفيل أصفر باهت أو برتقالي ومن الصعب جداً أن نراه بين حوريات الذباب الابيض. وطفيل *E. mundus* يحتوي في أفراده على 60 % من الإناث، 40 % من الذكور. وفاعلية هذا الطفيل ضعيفة على نباتات الخيار لوجود الشعيرات الكثيفة والعروق على النبات والتي تشكل عائق أمام انتقال وانتشار الطفيل. ومثل طفيل *E. eremicus* يسبب الطفيل موت أعداد كبيرة من الحوريات عن طريق جرحها والتغذية على السائل المنبعث من هذه الجروح. وتضع أنثى الطفيل من 80-250 بيضة أسفل جسم الحوريات، وتستغرق دورة حياة الطفيل من 14-21 يوماً.

- **طفيل *Aphidius* spp.**

يستخدم الدبور المتطفل Parasitoid wasps من النوع *Aphidius* spp. لمكافحة حشرات المَن في البيوت المحمية أو في المزارع. ويستخدم النوع *Aphidius colemani* لمكافحة حشرات المَن الصغيرة مثل النوعين:

شكل (55): طفيل *Eretmocerus mundus*

Aphis gossypii (Melon Aphid).

Myzus persicae (Green Peach Aphid).

أما النوع *Aphidius ervi* يستخدم لمكافحة حشرات المَن الكبيرة مثل النوعين:

Macrosiphum euphorbiae (Potato Aphid).

Aulacorthum solani (Foxglove Aphid).

وجدير بالذكر أن كل من الطفيلين *A. colomani* and *A. ervi* يمكنهم أن يتطفلوا على أكثر من 40 نوع من حشرات المَن.

2. أهم المفترسات المستخدمة لمكافحة الآفات في البيوت المحمية

- **البق المفترس *Macrolophus caliginosus***

يجب إطلاق هذا المفترس مبكراً على نباتات الطماطم والباذنجان لمكافحة الذباب الأبيض، ويفضل استخدام هذا المفترس مع الطفيل *Encarsia formosa* ولا يوصي باستخدام هذا المفترس على الطماطم من نوعي: Vine Sipened، Cherry Tomato بسبب الأضرار التي يسببها هذا المفترس لكل من الأوراق والثمار، أما على نباتات الخيار والفلفل فيعتبر استخدام هذا المفترس غير مناسب نظراً لطول مده الجيل وقلة وضعف توطنه. وجدير بالذكر أن درجة الحرارة العالية (أكثر من 40 م) تعتبر مميتة لحوريات هذا المفترس.

وقد تلاحظ أن النباتات المصابة بالذباب الأبيض تجذب هذا المفترس، وعندما يتغذى على الذباب الأبيض يزيد هذا من درجة

شكل (56): البق المفترس *Macrolophus caliginosus*

خصوبته، وقد وجد أن هذا المفترس ينمو بقوه أيضاً على بيض بعض حرشفيات الأجنحة كما أنه يحصل على جزء من غذاءه من النبات. وتفترس الحشرة الكاملة لهذا المفترس الأطوار المختلفة من الذباب الأبيض حيث يمكنها أن تفترس: 30–40 من البيض أو 15–20 من العذارى أو 2–5 من حشرات الذباب الأبيض وذلك في اليوم الواحد. وتضع إناث المفترس البيض فردياً في ساق النبات أو الأجزاء السميكة من الأوراق. وتضع أنثى هذا المفترس في المتوسط حوالي 120 بيضة على درجة حرارة 25 م، ومدة الجيل لهذا المفترس طويلة فقد تصل إلى 42 يوماً.

- **العنكبوت المفترس *Amblyseius swirskii***

يهاجم هذا العنكبوت المفترس الذباب الأبيض، كما يتغذى على التربس والعنكبوت الأحمر في حالة غياب العائل المفضل ويمكن لهذا المفترس أن يعيش في حالة غياب عوائله، حيث يتغذى على حبوب اللقاح أو أعفان النباتات، وبذلك يمكن إطلاقة بدون وجود إصابة.

والموطن الأصلي لهذا المفترس هو المناطق الساحلية في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، لذلك فهو يفضل المعيشة في الطقس الدافئ الرطب. ويتم إطلاق هذا العنكبوت المفترس في مظروف يحتوي على 300 مفترس أو في عبوات مخلوطاً مع Vermiculite حيث يعلق كل مظروف على نبات الطماطم أو الخيار أو الفلفل أو الباذنجان أو ينثر على أوراق النباتات.

- **العنكبوت المفترس *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris***

تتغذى العناكب المفترسة لهذا النوع على حوريات التربس من خلال التقاط الفريسة وإفراغها من محتوياتها ويمكن للمفترس أن يتغذى على حبوب اللقاح التي تنتجها النباتات في البيوت المحمية. وتضع الأنثى الواحدة للعنكبوت المفترس حوالي 47 بيضة طول حياتها ويمكن أن تعيش حوالي 3 أسابيع. ويمكن أن يتم إطلاق هذا المفترس مبكراً على نباتات الخيار أي منذ ملاحظة حشرة واحدة من التربس على الأوراق. أما على نباتات الفلفل فيمكن أن يتم إطلاقه مبكراً قبل أن تلاحظ حشرات التربس، حيث يمكن أن يتغذى على حبوب اللقاح ويعيش حتى يجد العائل (التربس). ونظراً لأن حجم هذا العنكبوت المفترس صغير فإنه يستطيع أن يهاجم الأعمار الأولي من حوريات التربس ولا يمكن أن يهاجم الأعمار الكبيرة أو الحشرات الكاملة للتربس. وقد يأتي المفترس في مظروف يحتوي على 2000 عنكبوت مفترس تقريباً أو في عبوات مخلوطاً مع Vermiculite حيث يعلق كل مظروف على نبات الخيار أو الفلفل أو الباذنجان.

- **البق المفترس *Orius laevigatus***

يتغذى هذا المفترس بكفاءة على الحوريات والحشرات الكاملة للتربس، وفي حالة غياب التربس يمكن لهذا المفترس أن يتغذى على حشرات المن، والعنكبوت الأحمر، وبيض حشرات حرشفية الأجنحة. ويمكن لهذا المفترس أن يكمل دورة حياته بالتغذية على حبوب اللقاح، ولذلك يمكن إطلاقه على نباتات الفلفل قبل حدوث الإصابة

شكل (57): العنكبوت المفترس *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris*

شكل (58): البق المفترس *Orius laevigatus*

بالتربس. ويحتاج هذا المفترس لطول نهار (فترة إضاءة) لا يقل عن 10-11 ساعة يومياً. ويضع هذا المفترس عدد كبير من البيض على النموات الجانبية، ولذلك يجب إطلاق هذا المفترس بعد إزالة هذه النموات الجانبية مباشرة.

وحوريات المفترس لونها أصفر، وعند تقدمها في العمر يصبح لونها أصفر مع وجود بقع برتقالية عليها. وحيث إن هذا المفترس له القدرة على الطيران فمن الأفضل إطلاقه في الصباح الباكر أو وقت الغروب عندما يكون مستوى الإضاءة ودرجات الحرارة أقل ما يمكن وبذلك يستقر المفترس مباشرة على النباتات ولا تفقد أعداد كبيرة منه بالطيران بعيداً إلى سطح البيوت المحمية. ويأتي المفترس في عبوات تحتوي على 500 حشرة كاملة وحوريات مخلوطة مع قشور بذرة الحنطة السوداء والفيرموكيوليت.

- **أسد المَن المفترس (شبكية الأجنحة الخضراء) Green Lacewings**

تتبع مفترسات أسد المّن عائلة Family: Chrysopidae من رتبة شبكية أو معرقة الأجنحة Order: Neuroptera ومن المعروف أن 91 عائلة تتبع رتبة معرقة الأجنحة وغالبية حشرات هذه الرتبة من المفترسات، ومن أهم عائلات هذه الرتبة أيضاً، العائلات التالية:

Corydalidae (Dobsonflies), Sialidae (Alderflies) and Myrmeleotidae (Antlions).

والحشرات الكاملة لهذه الرتبة لها زوجين من الأجنحة الشبكية وبها عروق كثيرة وجسمها لين وأجزاء فمها من النوع القارض وغالبيتها مفترسات، ولو أن الحشرات الكاملة لبعض الأنواع تتغذى فقط على حبوب اللقاح ورحيق الأزهار وبعض الأنواع لا تتغذى حشراتها الكاملة مطلقاً. ويوضح شكل (59) حشرة أسد المّن الأخضر، شكل (60) يرقة أسد المّن تفترس حشرة المّن.

وعائلة Chrysopidae يطلق عليها شبكية الأجنحة الخضراء Green Lacewings كما يطلق على يرقات هذه العائلة Aphid Lion أي عائلة أسد المن، وذلك نظراً لأن يرقات هذه العائلة غالباً ما تشاهد وهي تفترس حشرات المن، ولو أنها تتغذى أيضاً على الأكاروسات والعديد من الحشرات الصغيرة مثل: حشرات الذباب الأبيض وحشرات البق الدقيقي ونطاطات الأوراق واليرقات الصغيرة وغيرها.

شكل (59): حشرة أسد المَن الأخضر.

شكل (60): يرقة أسد المَن تفترس حشرة المَن.

وتعتبر عائلة أسد المن Chrysopidae من أهم عائلات رتبة معرقة الأجنحة في مجال المكافحة الحيوية. وعموماً فإن كل يرقات هذه العائلة تعتبر مفترسات ولكن الحشرات الكاملة لأنواع عديدة لا تعتبر مفترسات. وعلى سبيل المثال فإن الحشرات الكاملة للجنس *Chrysopa* تتغذى بالإفتراس على العديد من الحشرات كما تتغذى على الندوة العسلية وحبوب اللقاح ورحيق الأزهار. بينما الحشرات الكاملة للجنس *Chrysoperla* تتغذى فقط على الندوة العسلية وحبوب اللقاح ورحيق الأزهار.

والنوع *Chrysoperla carnea* Stephens معروف باسم أسد المَن الأخضر Green Lacewings، حيث يتغذى أثناء الطور اليرقي على بيض العديد من الحشرات وعلى الحشرات الصغيرة الحجم كالمن والتربس واليرقات الحديثة الفقس لبعض الحشرات. ويمكن بسهولة تمييز بيض حشرات أسد المَن الأخضر، حيث تضع الحشرات الكاملة كل بيضة على حامل دقيق ملتصق بسطح النبات، والبيضة بيضاء اللون ويمكن رؤيتها بالعين المجردة بسهولة. أما يرقات أسد المن فمن النوع المنبسط وذات لون رمادي مبرقش ببقع بنية تميل إلى الاحمرار وتتميز بأجسامها المغزلية وأجزاء فمها المفترسة الماصة، ويمكن بسهولة مشاهدة فكوكها العلوية الطويلة القوية. ويوجد بكل فك علوي مجرى أو تجويف يغطيه الفك الأسفل المقابل، حيث يكونان معاً أنبوبة تمر فيها عصارة الفريسة.

وجدير بالذكر أن يرقة أسد المَن لا تتبرز أثناء حياتها النشطة، وذلك لأن قناتها الهضمية ذات نهاية مغلقة، حيث لا تفتح المعدة في الأمعاء وعلى ذلك تبقى المواد الصلبة التي تتخلف عن الطعام (الفريسة) في معدة اليرقة إلى حين تحولها إلى طور العذراء. ولليرقة ثلاثة أطوار انسلاخية، ويستغرق الطور اليرقي من 10 إلى 15 يوماً، وعند اكتمال نمو اليرقات فإنها تفرز من أنابيب ملبيجي إفرازاً حريرياً من خلال فتحة الشرج والذي تتكون منه شرنقة العذراء، حيث تتحول اليرقة إلى عذراء داخل شرنقة حريرية كروية الشكل، وعندها تخرج اليرقة وقتذاك الكتلة البرازية والتي تبدو في شكل بذرة الفول، ويستغرق طور العذراء من 6 إلى 10 أيام.

أما الحشرات الكاملة لأسد المن فيمكن تميزها بلونها الأخضر المصفر الجذاب وأجنحتها الرقيقة الغشائية والتي تكون أطول من جسم الحشرة. وتأخذ الأجنحة شكل الجمالون فوق جسم الحشرة في وقت راحة الحشرة الكاملة. وتتغذى الحشرات الكاملة طوال فترة حياتها، والتي تستغرق من 20–30 يوماً، على رحيق الأزهار وحبوب اللقاح. وتضع الأنثى طوال فترة حياتها حوالي 300 بيضة.

وقد قدرت الكفاءة الإفتراسية لمفترس أسد المن، حيث وجد أن اليرقة الواحدة من مفترس أسد المن تفترس خلال فترة الطور اليرقي، الذي يمتد من 10 إلى 15 يوماً، حوالي 350 فرداً من المن أو 300 بيضة أو يرقة حديثة الفقس من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة.

خنفساء الكريبتوليمس

***Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant**

تتبع خنفساء الكريبتوليمس المفترسة عائلة Family: Coccinellidae (عائلة أبو العيد) ويطلق عليها Mealybug ladybird، ويبلغ طولها حوالي 3.5 ملم ولون الغمدين أسود لامع أما الرأس والعقلة الصدرية الأولي والطرف الخلفي للغمدين فذات لون برتقالي ويوجد على الجسم زغب أبيض كثيف. أما اليرقة فطولها من 7 إلى 10 ملم، وتتميز بقدرتها على التخفي بين أفراد البق الدقيقي الذي تتغذى عليه نتيجة الإفرازات الشمعية البيضاء التي تفرزها على شكل زوائد طويلة تغطي جسمها بها، وبذلك لا يسهل ملاحظتها بين أفراد البق الدقيقي الذي تفترسه. ويوضح جدول (54) أهم الطفيليات والمفترسات التي يمكن استخدامها في مجال المكافحة الحيوية لآفات البيوت المحمية في الزراعة العضوية ومعدلات إطلاقها.

شكل (61): يرقة وخنفساء الكريبتوليمس *Cryptolaemus montrouzieri* تفترس حوريات البق الدقيقي.

جدول (54): الأعداء الحيوية (الطفيليات والمفترسات) التي يمكن أن تستخدم في مكافحة الآفات في البيوت المحمية في الزراعة العضوية ومعدلات إطلاقها.

الآفات المستهدفة	العدو الحيوي	نوعه (طفيل / مفترس)	معدلات الإطلاق (للمتر المربع)		
			وقائي	إصابة خفيفة	إصابة شديدة
الذباب الأبيض Whiteflies	*Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae)	طفيل (Parasitic Wasp)	3-1.5	6-3	9
	Eretmocerus eremicus (Hymenoptera: Aphelinidae)	طفيل (Parasitic Wasp)	3-1.5	6-3	9
	Eretmocerus mundus (Hymenoptera: Aphelinidae)	طفيل (Parasitic Wasp)	3-1.5	6-3	9
	Macrolophus caliginosus (Hemiptera: Miridae)	بق مفترس (Predatory Bug)	--	10	50
حشرات المَن Aphids	*Aphelinus abdominalis* (Hymenoptera: Aphelinidae)	طفيل (Parasitic wasp)	0.25	2	4
	Aphidius colemani (Hymenoptera: Braconidae)	طفيل (Parasitic Wasp)	0.25	1	2
	Aphidius ervi (Hymenoptera: Braconidae)	طفيل (Parasitic Wasp)	0.25	1	2
	Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae)	أسد المَن المفترس (Green Lacewing)	--	10	50
	Aphidoletes aphidimyza (Diptera: Cecidomyiidae)	مفترس (Predatory Midge)	--	1	10
	Episyrphus balteatus (Diptera: Syrphidae)	يرقات ذبابة السرفس (مفترسة) (Predatory Hoverfly)	--	50/هكتار	100/هكتار
	Adalia bipunctata (Coleoptera: Coccinelidae)	أبو العيد المفترس (Two Spotted Ladybird)	--	10	50
التربس Thrips	*Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae)	عنكبوت مفترس (Predatory Mite)	25	50	300-100
	Neoseiulus cucumeris (Acarina: Phytoseiidae)	عنكبوت مفترس (Predatory Mite)	50	100	100
	Orius laevigatus (Hemiptera: Anthocoridae)	بق مفترس (Predatory Bug)	0.5	1	10
	Orius insidiosus (Hemiptera: Anthocoridae)	بق مفترس (Predatory Bug)	0.5	1	10

الآفات المستهدفة	العدو الحيوي	نوعه (طفيل / مفترس)	معدلات الإطلاق (للمتر المربع)		
			وقائي	إصابة خفيفة	إصابة شديدة
العنكبوت Spider Mites	*Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae)	عنكبوت مفترس (Predatory Mite)	4–2	10–6	50–20
	Neoseiulus californicus (Acarina: Phytoseiidae)	عنكبوت مفترس (Predatory Mite)	25	100	200
	Feltiella acarisuga (Diptera: Cecidomyiidae)	الذباب المفترس (Predatory Gall Midge)	--	0.25	10
صانعات الأنفاق Leaf Miners	*Dacnusa sibirica* (Hymenoptera: Braconidae)	طفيل (Parasitic Wasp)	--	0.25	--
	Diglyphus isaea (Hymenoptera: Eulophidae)	طفيل (Parasitic wasp)	--	0.1	0.25
البق الدقيقي Mealy bugs	*Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinelidae)	مفترس البق الدقيقي (Mealybug destroyer)	5	20–10	40–20

- **استخدام الفطر *Verticillium lecanii* لمكافحة الذباب الأبيض في البيوت المحمية**

يستخدم الفطر *Verticillium lecanii* بنجاح في الزراعة العضوية في برامج المكافحة الحيوية للذباب الأبيض في البيوت المحمية. والفطر له شكل القطن الابيض المصفر، وتحت الميكروسكوب يمكن مشاهدة خيوط الفطر البيضاء وعليها تفرعات. ويصيب هذا الفطر يرقات وعذارى الذباب الأبيض والتي تموت قبل أن تظهر علامات المرض عليها وتكون ذو لون أصفر فاتح كما تكون جافه وملتصقة على النبات، كما يمكن ملاحظة النموات القطنية للفطر الميسليوم على جسم الحشرة. وتصيب جراثيم الفطر العائل (الذبابة البيضاء) حيث ينمو الميسليوم عادة فوق جسم العائل ويزداد نموه بشكل خاص فوق الندوة العسلية التي تفرزها الحشرات، ويتطور الفطر على جسم العائل وتبدو الجراثيم واضحة بعد 7–10 أيام من العدوى. ودرجات الحرارة والرطوبة المثلى لنمو هذا الفطر تتراوح بين 18–28° م، وحوالي 70% رطوبة نسبية. ويمكن لهذا الفطر أن ينمو على الحشرات الحية ويكون جراثيم، وهذه الجراثيم تنتقل ميكانيكياً عن طريق الماء والعائل المصاب. ويستخدم هذا الفطر تحت اسم المنتج التجاري Mycotal والذي يحتوي على جراثيم الفطر.

الفصل الخامس: الدورة الزراعية في الزراعة العضوية
Crop Rotation in Organic Agriculture

أولاً: أهمية الدورة الزراعية في الزراعة العضوية

تعتبر الدورة الزراعية Crop rotation بمعنى تناوب المحاصيل هي السمة الأساسية في نظام الزراعة العضوية حيث يوفر ذلك الآلية الرئيسية لبناء التربة السليمة والمحافظة على خصوبتها والمادة العضوية بها. ومن المعروف أن الدورة الزراعية تعمل على توفير العناصر الغذائية بالتربة وخاصة النيتروجين، كما تساعد على النشاط الحيوي بالتربة، وهي أيضاً وسيلة رئيسية لمقاومة الآفات الحشرية والأمراض النباتية والحشائش الضارة، بالإضافة إلى مجموعة متنوعة من المزايا الأخرى. وتناوب المحاصيل يعني تغيير نوع المحاصيل المزروعة في قطعة معينة من الأرض من سنة إلى أخرى، وتناوب المحاصيل الجيد يتطلب التخطيط الاستراتيجي الجيد لتحقيق الأهداف المرجوة منه. وهناك العديد من النقاط التي يجب وضعها في الاعتبار عند تصميم الدورة الزراعية مثل:

- نوع التربة وخصوبتها والمناخ السائد بالمنطقة قد يملي طبيعة تناوب المحاصيل في الدورة الزراعية، وبناء على الاحتياجات السمادية للمحصول يتم تعديل تناوب المحاصيل.
- المحاصيل ذات الجذور العميقة يجب أن يتبعها محاصيل الجذور السطحية، كما يجب أن يكون هناك تناوب بين المحاصيل العالية والمنخفضة في الكتلة الحيوية للجذور.
- يجب أن يكون هناك تناوب بين المحاصيل المثبتة للنيتروجين مع المحاصيل ذات الاحتياجات العالية للنيتروجين.
- يجب استخدام المحاصيل القابضة والأسمدة الخضراء في الدورة الزراعية للحفاظ على التربة مغطاة بقدر الإمكان، وحيث إن المحاصيل التي تنمو ببطء تعتبر عرضة لنمو الحشائش الضارة فيجب أن يتبع مثل هذه المحاصيل محاصيل سريعة النمو في الدورة الزراعية لقمع نمو الحشائش.
- كما يجب أن يكون هناك تناوب بين المحاصيل الورقية ومحاصيل القش Straw crops.
- وأخيراً يجب زراعة المحاصيل المتحملة للإصابة بالتناوب وفي فترات زمنية مناسبة عندما يكون هناك خطر من انتشار أحد الآفات الحشرية أو الأمراض النباتية أو الفطريات المحمولة في التربة.

وجدير بالذكر أن الدورة الزراعية المناسبة يجب أن تتضمن أحد المحاصيل البقولية كسماد أخضر وكذلك أحد محاصيل التغطية حيث إن بقايا المحاصيل المستخدمة في التغطية تعمل على زيادة مكونات التربة من المادة العضوية وبالتالي توفير نشاط جيد للكائنات الحية الدقيقة بالتربة لكي تقوم بعمليات التخمر.

ومن المعروف أن من أهم وظائف المادة العضوية بالتربة أنها تعمل كمخزن للعناصر الغذائية وتزيد من القدرة التبادلية للتربة، كما تعمل على تحسين التركيب البنائي للتربة وتقلل من انحدار أو انجراف الطبقة السطحية للتربة. بالإضافة لذلك تعمل المادة العضوية كعازل في التربة ضد التغيرات السريعة التي تحدث في حموضة وقاعدية وملوحة التربة. كما تعمل المادة العضوية على تحسين الصرف عن طريق تقليل تأثيرات التربة المضغوطة ذات القوام الدقيق.

وجدير بالذكر أن نظم الزراعة العضوية تؤكد وتشدد على استخدام التطبيقات أو الممارسات الزراعية التي تؤدي إلى المحافظة على التركيب البنائي للتربة وتسمح بأن يستمر الغطاء النباتي للتربة لفترات طويلة بقدر الإمكان وذلك من خلال دورة زراعية مناسبة. إن المكونات الرئيسية في النظام البيئي للتربة تتواجد بنسب معينة وهي: الكائنات الحيوية والمعادن والمادة العضوية والهواء والماء، وجميع هذه المكونات تتفاعل مع بعضها عند زراعة التربة. وعموماً فإن بعض الممارسات الزراعية تترك التربة معرضة أو مكشوفة، كما أنها تقلل من ثبات تركيبها البنائي لحدوث التآكل السريع للتربة (التعرية لسطح التربة). إن الإدارة الجيدة للتربة يجب أن تهدف إلى تحسين وحماية التركيب البنائي للتربة، وكذلك المحافظة على نشاطها الحيوي وخصوبتها.

وبناء على ما سبق، فإننا يجب أن نتأكد من النقاط التالية، عند إجراء الممارسات المختلفة في إدارة التربة:

- إن اجراء تحليل للتربة الزراعية قبل الزراعة له أهمية قصوى لمعرفة محتواها من المادة العضوية وكذلك مدى توفر العناصر الغذائية المختلفة بها بالإضافة إلى معرفة التركيب البنائي للتربة.
- الإضافة المستمرة للمتبقات العضوية في صورة الأسمدة العضوية، مما يساعد في استمرار المحافظة على مستوى المادة العضوية Humus والنشاط الحيوي للتربة والعناصر الغذائية.
- أن يكون مستوى النشاط الميكروبي كافي لكي يبدأ تحلل المواد العضوية ولكي تتحلل العناصر الغذائية إلى أملاح سهلة للامتصاص بواسطة جذور النباتات.
- توفير الظروف الملائمة لاستمرار نشاط ديدان الأرض، والكائنات الحية الدقيقة الأخرى الموجودة بالتربة.

- تحسين وتثبيت التركيب البنائي للتربة عن طريق وجود حبيبات بالتربة السطحية والحرث غير العميق وخلط المادة العضوية بالتربة.

بالإضافة إلى ما سبق فإن تغطية سطح التربة وزراعة كل من: الأسمدة الخضراء Green Manure ومحاصيل التغطية Cover crops والمحاصيل البينية Inter crops كل ذلك يساهم في تقليل التعرية أو الانجراف بالتربة، وقد سبق أن تعرفنا على فوائد استخدام الأسمدة الخضراء ومحاصيل التغطية والمحاصيل البينية في الزراعة العضوية.

ثانياً: المبادئ العامة التي يجب اتباعها عند تصميم الدورة الزراعية

وفيما يلي أهم النقاط التي يجب وضعها في الاعتبار عند تصميم الدورة الزراعية:

- يجب أن يتبع المحاصيل البقولية المحاصيل ذات الاحتياج العالي لعنصر النيتروجين.
- يجب زراعة المحاصيل ذات الاحتياج الأقل من النيتروجين في السنة الثانية أو الثالثة بعد محصول البقوليات.
- لا تتبع محصول واحد في الدورة بآخر وثيق الصلة به، أي من نفس العائلة النباتية.
- تعاقب المحاصيل يجب أن يعزز إنتاج محاصيل صحية.
- تعاقب المحاصيل في الدورة الزراعية يجب أن يساعد في السيطرة على الأعشاب الضارة.
- يجب زراعة محصول عميق الجذور كجزء من تناوب المحاصيل في الدورة الزراعية.
- يجب زراعة بعض المحاصيل في الدورة التي سوف تترك كمية كبيرة من بقاياها لتستفيد منها التربة.
- عندما يتم زراعة تشكيلة واسعة من المحاصيل يجب تقسيمها في بلوكات ومجاميع وفقا للعائلة النباتية، وتوقيت الزرعة (على سبيل المثال المحاصيل المبكرة توضع معاً)، ونوع المحاصيل (جذرية أو ورقية أو ثمرية)، أو تبعاً للمحاصيل التي تحتاج لممارسات زراعية متماثلة.

ثالثاً: الدورة الزراعية ودورها في مكافحة الآفات

تناوب المحاصيل يمكن أن يكون وسيلة فعالة وغير مكلفة نسبياً في وقاية المحاصيل من الإصابة ببعض الآفات الحشرية والمرضية ولكن ذلك ليس بالأمر السهل حيث يجب معرفة الأمراض أو الآفات التي يمكن السيطرة عليها من خلال تنفيذ دورة زراعية معينة. وذلك بالطبع يتطلب المعرفة التامة لطبيعة الآفة أو المرض من حيث المدى العوائلي والعوائل المفضلة وغيرها والتي تجعل من الممكن السيطرة عليها من خلال الدورة الزراعية، وقد يكون ذلك من خلال إنتاج المواد الكيميائية السامة لمسببات الأمراض أو تحفيز الكائنات الحية المفيدة في التربة أو تشجيع تكاثر المفترسات والطفيليات. وجدير بالذكر أن بعض مسببات الأمراض بالتربة لا تتأثر بالدورة الزراعية وهنا يجب أن نعمل ونركز على تدابير أكثر ملائمة لإدارة مثل هذه الأمراض، بما في ذلك استخدام أصناف مقاومة ومنع إدخال مسببات الأمراض إلى المزرعة.

إن فعالية الدورة الزراعية كأداة لمكافحة الحشرات تعتمد على دورة حياة الحشرة المستهدفة. وفي الحقيقة لنجاح الدورة الزراعية في السيطرة بشكل جيد على أحد الآفات الحشرية ينبغي أن يكون الطور الذي تكون عليه هذه الحشرة خلال فترة نهاية محصول ما وحتى بداية المحصول التالي هو أحد الأطوار الساكنة قليلة الحركة. كما يجب أن يكون لهذه الحشرة مجموعة محدودة من العوائل النباتية بالمنطقة، وبالطبع ليس هناك الكثير من الآفات الحشرية تناسب هذا النمط، حيث إن معظم الآفات الحشرية يكون لديها فترة خلال طور الحشرات الكاملة يسمح لها بالتنقل بسهولة عبر مزرعة واحدة على الأقل وغالباً ما تأتي هذه المرحلة عندما تكون الحشرات خارجة من مرحلة البيات الشتوي في فصل الربيع، لذلك فإن تناوب المحاصيل من سنة واحدة إلى أخرى لا تؤثر عليها. بالإضافة إلى ما سبق، هناك العديد من الآفات الحشرية لا تدخل في بيات شتوي في بعض المناطق بل تهاجر مئات الكيلومترات كل عام لكي تجد عوائلها وتهاجمها وتتربي عليها مثل: ثاقبات الذرة Corn earworms واليرقات القياسة في الملفوف Cabbage loopers ونطاطات أوراق البطاطا Potato leafhoppers وغيرها.

الفصل السادس: تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية
Vegetables Grafting in Organic Agriculture

تتشابه تقنية تطعيم محاصيل الخضر إلى درجة كبيرة مع تقنية التطعيم في أشجار الفاكهة والتي تستخدم منذ مئات السنين، وهي عملية يتم فيها تركيب صنف من النباتات المرغوب لخصائصه وصفاته الجيدة يسمي الطعم Scion على صنف آخر من نفس العائلة النباتية يسمي الأصل Rootstock وهذا الاصل الجذري هو هجين جذري ناتج من عدة آباء غالباً ما تكون من نباتات برية، ولابد أن يكون لهذا الأصل خصائص وصفات أكثر مقاومة وقدرة على النمو الجيد ومواجهة الظروف البيئية غير المناسبة، كما يجب أن يكون ذو مجموع جذري قوي قادر على نقل العناصر الغذائية من التربة إلى المجموع الخضري للطعم بكفاءة عالية، وبذلك يكون عندنا نبات مقاوم أو متحمل لمسببات الأمراض المحمولة في التربة فتتحسن إنتاجية المجموع الخضري وصفات الجودة للثمار الناتجة.

لقد بدأ الاهتمام بتقنية تطعيم محاصيل الخضر منذ عقود وذلك في اليابان وكوريا في أواخر عام 1920م وكانت البداية مع نبات البطيخ الأحمر. ومن ثم انتشرت هذه التقنية في العديد من دول العالم ومنها دول البحر الأبيض المتوسط، وفي بعض الدول الأوروبية ذات المساحات الزراعية المحدودة وذلك لعدم توافر إمكانية اتباع دورات زراعية والذي يؤدي بالتالي إلى تركيز أمراض التربة التي تصيب المجموع الجذري لمحاصيل الخضر بعكس ما هو موجود في الدول ذات المساحات الزراعية الواسعة مثل الولايات المتحدة الأمريكية والتي يتبع فيها نظام الدورات الزراعية فنجد أن أسلوب إنتاج الخضر باستعمال التطعيم غير منتشر فيها.

وحالياً تعتمد اليابان بشكل كبير على التطعيم في إنتاج الخضروات خاصة في زراعات البطيخ والخيار والباذنجان. وإذا نظرنا إلى أهمية التطعيم في بعض البلاد المتقدمة في مجال الزراعة في شرق آسيا مثل كوريا واليابان لوجدنا أن مساحات الخضر التي تزرع بنباتات مطعومه قد تزايدت كثيراً خلال الفترة الأخيرة حيث وصلت في اليابان إلى 35.1 ألف هكتار زراعات حقل مفتوح، و15.7 ألف هكتار صوب منزرعة بالخضر المختلفة. أما في الدول العربية فقد انتشرت تقنية تطعيم الخضروات في كل من مصر وسوريا والاردن ولبنان والمغرب وسلطنة عُمان وعدة دول أخرى.

وحيث إن الغرض الأساسي من استخدام تطعيم الخضروات هو تجنب الضرر الناتج من الأمراض الفطرية المحمولة في التربة وكذلك النيماتودا المرضة للنباتات فإن بداية الاهتمام بهذا الموضوع في العالم الغربي بدأ فقط منذ عام 2005م عندما تم منع استخدام غاز بروميد الميثيل Methyl Bromide في تعقيم التربة بناء على بروتوكول مونتريال (1997) Ristaino and Thomas.

ومن المعروف أن عملية تعقيم التربة الزراعية للحد من خطورة الفطريات المحمولة في التربة وكذلك انتشار النيماتودا في بعض المزارع العضوية تعتبر من أهم المشاكل التي تعترض المزارعين في نظام الزراعة العضوية، وحيث إنه غير مصرح لهم باستخدام المكافحة الكيميائية للسيطرة على الفطريات المرضة المحمولة في التربة أو النيماتودا الموجودة في تربة بعض المزارع العضوية فإن عملية تطعيم الخضروات تعتبر مناسبة جداً لمزارعي الزراعة العضوية للسيطرة على هذه الآفات.

وأهم أنواع محاصيل الخضر التي يمكن تطعيمها واستخدامها في نظام الزراعة العضوية ما يلي:

العائلة الباذنجانية (Family: Solanaceae): الطماطم، والباذنجان، والفلفل.

العائلة القرعية (Family: Cucurbitaceae): البطيخ، والشمام، والخيار، والكوسا.

أولاً: الأهداف من استخدام تقنية تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية

- مقاومة الفطريات المحمولة في التربة والنيماتودا المرضة حيث تستخدم تقنية تطعيم محاصيل الخضر لحماية المحصول من

مسببات الأمراض الفطرية المحمولة في التربة ومن أهم هذه الفطريات *Fusarium*, *Verticillium*, and *Pseudomonas* وكذلك النيماتودا المتطفلة على النباتات إن وجدت بالتربة. ومثال ذلك استخدام بعض أصناف الطماطم المتداولة أو بعض الأنواع البرية كأصول مقاومة لبعض الأمراض مثل استخدام الطماطم VFN 8 وهو صنف مقاوم لكل من *Fusarium*, *Verticilium* وكذلك النيماتودا أو استخدام العديد من هجن الطماطم المقاومة لنفس الأمراض ليطعم عليها بعض أصناف أو هجن الطماطم الوفيرة الإنتاج والتي تتميز بصفات ثمرية عالية الجودة وليس بها صفات المقاومة لهذه الأمراض والتي تنتقل إليها عن طريق التربة فتؤثر على إنتاجيتها كذلك يمكن استخدام بعض نباتات الجنس *Sicyos angulatus* والتي تسمى Burr-cucumber كأصول مقاومة للنيماتودا حيث يُطعم عليها الخيار أو البطيخ.

- زيادة فعالية مقاومة جذور النباتات لارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة بالتربة حيث استعمل Yamakawa (1983) بعض الأصول التي تتلاءم وظروف التربة من درجات الحرارة باستخدام نبات اليقطين *Lagenaria siceraria* ونبات (Fig-leaf gourd) *Cucurbita ficifolia* كأصل يطعم عليه الخيار ليزرع تحت ظروف الصوب الزراعية في موسم الشتاء حيث تمتاز بمجموع جذري كبير وقوي، كما أستعمل هجين *Shintosa* كأصل يطعم عليه الخيار أيضاً أثناء الموسم الصيفي الحار في كوريا الجنوبية.
- مقاومة ملوحة التربة وذلك باستخدام نبات اليقطين *Lagenaria siceraria* أو نبات *Cucurbita ficifolia* كأصول Rootstocks لإنتاج طعوم مقاومة لملوحة التربة.
- تعديل نسبة المجموع الخضري إلى المجموع الجذري Ratio (Top/Root) ويتم ذلك عن طريق التطعيم لصالح الجذور حيث إن حجم جذور الأصل يكون كبير بالقياس بحجم جذور الطعم الأمر الذي يؤدي إلى زيادة معدل امتصاص العناصر الغذائية والماء من التربة الذي ينتقل للمجموع الخضري معطياً مجموع خضري جيد ووفير وبالتالي الحصول على محصول وفير من الثمار وذو نوعية عالية الجودة.
- زيادة قوة النباتات وتحسين جودة الثمار مما يؤدي إلى تحسين الاستفادة من التسميد الدوري بالعناصر الغذائية مع زيادة فترة جمع المحصول وتحسين جودة الثمار، وكذلك إعطاء مجال أكبر لاختيار المحصول المنزرع دون النظر للدورة الزراعية. لقد وجد أن هناك زيادة ملحوظة في حجم ثمار نبات البطيخ المطعوم على أصل ذات مجموع جذري قوي وذلك بالمقارنة بالنباتات من نفس الصنف غير المطعومة وقد لوحظ أن العديد من المزارعين يمارسون التطعيم أساساً لهذا السبب. ومن المعروف جيداً أن هناك خصائص نوعية أخرى لثمار البطيخ الجيدة مثل شكل الثمار ولونها ونعومة القشرة وسمكها وتركيز المواد الصلبة الذائبة وهذه الخصائص تتأثر كثيراً بالأصول المستخدمة في التطعيم.

ثانياً: أهم فوائد عملية تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية

فيما يلي توضيح للأهداف الأساسية من استخدام تقنية تطعيم محاصيل الخضر في الزراعة العضوية:

- تحسين حالة النبات العامة ويذكر أن 68 % من حالات موت الشتلات في اليابان كانت بسبب الأمراض الفطرية المحمولة في التربة والنيماتودا وعند تطعيم الخضروات أمكن السيطرة على الفطريات الممرضة بالتربة والنيماتودا بدون استخدام المبيدات الكيميائية.
- تحسين نوعية وكمية الثمار مع زيادة وحجمها، فمثلاً استخدام التطعيم في محصول الخيار أدى إلى زيادة عدد الثمار ليصبح عددها 3 ثمار/عقدة بدلا من 1-2 ثمرة/عقدة وبالتالي زيادة معدل الإنتاج مع اختصار في وقت بداية الإنتاج وبالتالي تبكير في النضج والحصاد.
- التغلب على مشاكل حامضية التربة وملوحتها وكذلك تحمل نقص بعض العناصر الغذائية مثل المغنسيوم وذلك بسبب المجموع الجذري القوي للأصل.
- التوفير في مستلزمات الإنتاج من المياه والأسمدة وذلك لأن نباتات الخضروات المطعومة تتميز بكفاءتها العالية جداً في امتصاص الماء والمواد الغذائية.
- تقليل عدد النباتات المزروعة في وحدة المساحة (يقل عدد الشتلات بنسبة حوالي 20 %) ويزيد قدرة النباتات على مواجهة الظروف البيئية السيئة مثل: ملوحة مياه الري وارتفاع مستوى الماء الأرضي وارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها.

• سهولة الإدراج في برامج المكافحة المتكاملة حيث إن استخدام الخضروات المطعومة مناسبة جداً لمزارعي المنتجات العضوية الذين لا يعتمدون على المكافحة الكيميائية للسيطرة على الفطريات المحمولة في التربة.

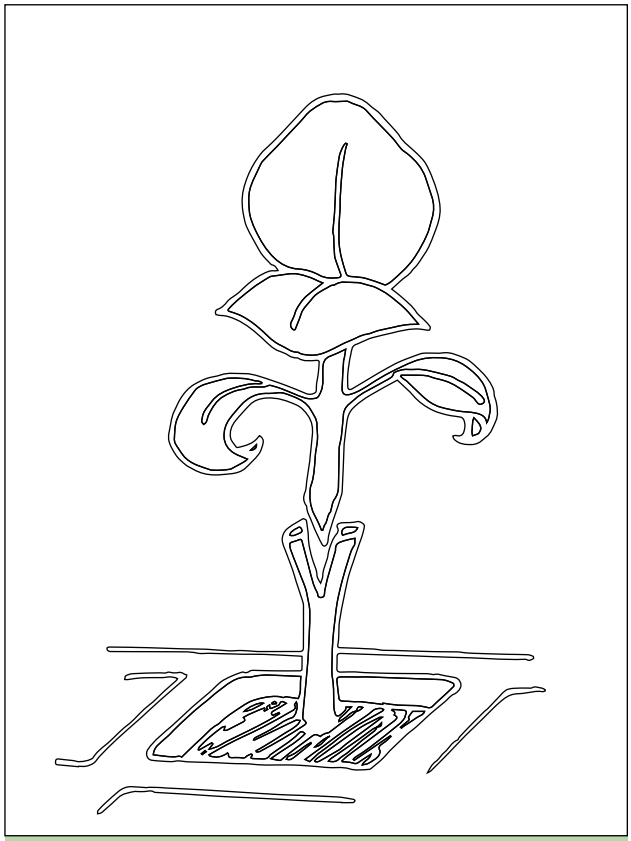
ثالثاً: أهم طرق التطعيم لمحاصيل الخضر

1. التطعيم بالشق Cleft Grafting

ويعرف هذا النوع من التطعيم أيضاً باسم التطعيم الرأسي Apical grafting أو التطعيم الوتدي Wedge grafting ويتطلب هذا النوع من التطعيم دقة عالية في عملية التطعيم ويحتاج لرطوبة جوية مثالية لضمان نجاح عملية التطعيم وتستخدم هذه الطريقة في تطعيم القرعيات وكذلك الطماطم والباذنجان، شكل (62). وفي هذه التقنية يتم قطع المجموع الخضري للأصل فوق منطقة التطعيم أفقياً لإزالة الجزء العلوي من النبات، وقطع شق عمودي بطول 0.5 سم في ساق الأصل، ثم يتم إزالة الأوراق الحقيقية في الطعم وعمل كشط في الساق من الجانبين كالوتد بطول 0.5 سم ثم يغرس الطعم في الشق العمودي في الأصل ويتم ضم منطقة الالتصاق بمشبك التثبيت من البلاستيك أو بوضع بارافيلم حول منطقة الالتصاق ليتم الالتحام.

وفي هذه الطريقة يتم زراعة بذور الأصل في القرعيات في اليوم الأول، ثم يتم زراعة بذور الطعم في اليوم الرابع وبعد 18 يوم تجري عملية التطعيم كما وصفت سابقاً، ثم توضع النباتات المطعومة تحت غطاء من البلاستيك حتى تمام الالتحام بين الطعم والأصل، وتبدأ أقلمت النباتات في هذه الحالة بعد 15–20 يوم من عملية التطعيم ثم يبدأ الكشف عنها تدريجياً لمدة أسبوع ثم يتم زراعتها في الأرض المستديمة أو البيوت المحمية.

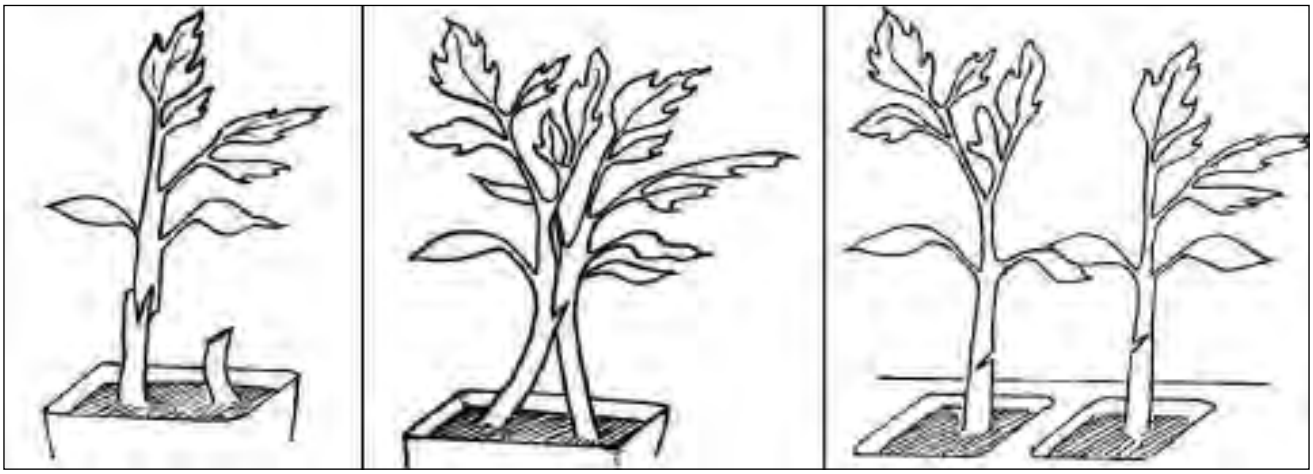
ومن مزايا التطعيم بالشق أن التصاق الطعم بالأصل يكون أكثر احكاماً من التطعيم باللصق ولذلك فمن الممكن استخدام بارافيلم بدلاً من المشابك أو الملاقط البلاستيكية لتأمين الالتحام بين الأصل والطعم. أما من عيوب هذه التقنية أنها تحتاج لوقت أطول لإجرائها عن طريقة التطعيم باللصق، كما أن ساق الأصل يمكن أن تنقسم إذا كان الشق في ساق الطعم عريض وبالتالي عدم نجاح عملية التطعيم.



شكل (62): التطعيم بالشق.

2. التطعيم اللساني Tongue Grafting

المعروف أيضاً باسم التطعيم الجانبي Side grafting أو التطعيم جنباً إلى جنب Side-by-side grafting وتستخدم هذه الطريقة عند تطعيم الطماطم والخيار والكنتالوب، كما هو موضح بشكل (63). وهذه الطريقة في التطعيم هي الطريقة الأكثر أماناً ونسبة نجاح التطعيم فيها عالية بسبب احتفاظ كل من الأصل والطعم بكافة أجزاء النبات (الجذور والأوراق) مما يؤمن سلامة الطعم فترة الالتحام كما تتميز بسهولة اجراؤها بالنسبة لطرق التطعيم الأخرى وحتى لو فشل التطعيم هنا يمكن إعادة إجرائه، لان كل من الأصل والطعم ما زالا محتفظين بكامل أجزاءهما. وفي هذه التقنية تزرع بذور الاصل قبل الطعم بأربعة أيام وبعد أسبوعين تقلع نباتات الأصل والطعم معاً، مع مراعاة تناسب سماكة الساق في كلاهما. يتم إحداث قطع مائل بزاوية 45 درجة تقريباً (من الأسفل الى الأعلى في ساق شتلة الطعم) والقطع لنصف قطر الساق بحيث



شكل (63): مراحل التطعيم اللساني أو التطعيم الجانبي.

يشكل لساناً بعمق حوالي 1سم مع مراعاة ان يكون القطع فوق مستوى التربة بحوالي 3 سم كحد أدني، ويتم كذلك إحداث قطع مماثل مائل بزاوية 45 درجة تقريباً (من الأعلى إلى الأسفل في ساق شتلة الاصل) ثم يتم ادخال الشقين كلا منهما في الآخر ثم يتم تثبيت نقطة التحام شتلتي الطعم والأصل بمشبك التثبيت البلاستيك، كما هو موضح بشكل (64).

وبعد الانتهاء من عملية التطعيم توضع الشتلات في صواني في غرفة الحاضنات بحيث لا تقل حرارتها عن 25 م مع رش القليل من الماء للترطيب مرة أو مرتين يومياً مع رش مطهرات فطرية عضوية مع ماء الري ومغذيات عند الضرورة ويمكن معرفة ذلك من ظهور اعراض نقص العناصر على الشتلات. ويتم أقلمت النباتات بعد أسبوع من عملية التطعيم بحيث يتم الكشف تدريجياً عليها على أن يتم الكشف النهائي عن النباتات قبل عملية الفصل للمجموع الخضري للأصل والجذري للطعم والذي يتم بعد 25 يوماً من التطعيم، وهنا يتقطع المجموع الخضري للأصل أعلى منطقة التطعيم ثم في اليوم التالي يتم قطع المجموع الجذري للطعم أسفل منطقة التطعيم وبعد شهر تكون النباتات معدة للزراعة في الحقل المستديم أو البيوت المحمية.

وكما سبق القول بأن من أهم مزايا هذه الطريقة أن لديها نسبة نجاح عالية والطعم قادر على امتصاص الماء من خلال جذوره أثناء عملية الالتحام وبالتالي لا يعتمد على الأصل مثل تقنيات التطعيم الأخرى. وعلى الرغم من أن طريقة التطعيم اللساني يفضل أن تستخدم مع الأصول التي لها أقطار ساق صغيرة نسبياً (6-12 ملم) وكذلك يفضل أن يكون قطر ساق الطعم مساوياً لقطر ساق الأصل، إلا أننا يمكن استخدام هذه التقنية مع نباتات ذات أقطار أكبر ومختلفة قليلاً.

أما من عيوب هذه الطريقة أنه يجب نقل شتلات كل من الأصل والطعم معاً في وعاء كبير في وقت التطعيم وذلك يتطلب مساحة أكبر في البيوت المحمية. كما أن هذه الطريقة أبطأ قليلا وأكثر صعوبة مقارنة بطرق التطعيم الأخرى (التطعيم بالشق أو التطعيم باللصق). نظراً لوجود كل من الأصل والطعم معاً فقد يحدث ارتباك ولن نستطيع التمييز بينهم خاصة إذا كانت شتلات الأصل والطعم تبدو متماثلة، وهنا يجب وضع ملصق يوضح طبيعة واسم كل شتلة لنعرف شتلة الأصل من شتلة الطعم خاصة بعد التحامهم، حتى لا يحدث خلط وفي النهاية نحصل على شتلة يكون الأصل في مكان الطعم في القمة والطعم مكان الأصل أسفل التربة.

3. التطعيم باللصق Splice Grafting

المعروف أيضاً باسم التطعيم العلوي Top grafting أو التطعيم الأنبوبي Tube grafting، أو التطعيم بالقطع المائل Slant-cut grafting وتتميز هذه الطريقة بسهولة كبيرة في إجراء التطعيم لكن نسبة نجاح الطعم اقل نسبياً من النوعين السابقين، وهذه التقنية في التطعيم هي الأكثر استخداماً في الطماطم كما أنها تستخدم بشكل جيد مع محصول الباذنجان، ومن سلبيات هذه الطريقة عدم

إمكانية إجراء هذا النوع من التطعيم في حال عدم وجود توازن بين قطر الأصل وقطر الطعم، ولكننا هنا لا نحتاج لعمليات أخرى مثل قص الجذر أو الأصل أو إزالة نموات لأنها لن تظهر. وفي هذه الطريقة يتم قطع كل من ساق الأصل والطعم بزاوية 45 درجة ثم لصقهم معاً بواسطة مشبك من السيليكون، كما هو موضح بشكل (65).

ومن مزايا هذه الطريقة أنها تقنية سهلة للتعلم وسريعة وبالتالي يمكن تطعيم كميات كبيرة من شتلات الخضر في وقت قصير. أما من عيوبها أننا يجب أن نمسك مشابك التطعيم الأصل والطعم وتبقيهم ملتصقين باستمرار. ومن علامات اكتمال الالتحام بين الأصل والطعم ظهور براعم واوراق جديدة مع حيوية ونضارة الجزء العلوي من الطعم. وجدير بالذكر أن عملية تطعيم الخضروات عملية مرهقة وتحتاج إلى فنيين مدربين لإجرائها كما تحتاج لوقت طويل، واليوم توجد آلات تقوم بإجراء عمليات التطعيم بسرعة وكفاءة عالية.

Source: Washington state university extention fact sheet (FS052E).

رابعاً: أهم المشاكل التي يمكن أن تعيق عملية تطعيم الخضر

من أهم المشاكل التي يمكن أن تعيق عملية تطعيم الخضروات عدم قبول الأصل لصنف ما، مما يؤدي إلى عدم الالتحام بين الأصل والطعم وعدم التوافق بين الأصل والطعم هذا قد يعود إلى رفض

شكل (64): مشابك أو ملاقط التثبيت.

ميكانيكي بسبب عدم تمام الالتحام بشكل كلي أو نسبي مما يؤدي لتورم منطقة التطعيم أو قد يكون الرفض فسيولوجي بسبب إفراز أحد الأطراف (الأصل أو الطعم) أو كليهما لمواد قد تؤثر على النمو الطبيعي للطرف الآخر مما يؤثر على نجاح الالتحام بين الأصل والطعم. كما أن عدم تحمل الأصل لدرجات الحرارة السائدة بالمنطقة أو لدرجة ملوحة أو حموضة أو رطوبة التربة قد تعيق عملية التطعيم.

شكل (65): التطعيم باللصق Splice Grafting

خامساً: العوامل التي تعتمد عليها عملية نجاح تطعيم محاصيل الخضر

• اختيار الأصل المناسب والذي يستطيع تحمل الظروف السائدة بالمنطقة بالإضافة لمقاومته للفطريات المحمولة في التربة والنيماتودا مع وجود التوافق الميكانيكي والفسيولوجي بين الأصل والطعم.

• اختيار الصنف الملائم (الطعم) ذو الصفات الشكلية والإنتاجية الجيدة والمطلوبة من قبل المستهلك. كما يجب مراعاة الاختلاف بين مواعيد زراعة بذور كل من الاصل والطعم.

• توفر العمالة الفنية المدربة والتحضير الجيد قبل التطعيم من مكان مناسب وأدوات مناسبة يعتبر من العوامل الهامة لنجاح عملية التطعيم.

• يراعي قبل التطعيم مباشرة حجب أشعة الشمس عن الأصل والطعم لمدة من 2-3 أيام وذلك لتقليل سرعة النمو، مع إيقاف الري خلال الفترة السابقة وذلك لمنع تكوين نموات جديدة.

• يجب تهيئة المكان الذي ستتم فيه عملية التطعيم وتوفير الظروف المناسبة من حرارة ورطوبة وتهوية وإضاءة وتعقيم لرعاية الشتلات المطعومة وذلك بتجهيز نفق بلاستيكي ويغطي من الخارج بشباك تظليل 50 %.

• توفير ظروف مناسبة لتسريع الالتحام بيت الاصل والطعم، حيث يراعى أن تكون منطقة الالتحام كبيرة بقدر الإمكان لإعطاء فرصة لالتحام الحزم الوعائية في كل من الأصل والطعم مع ملاحظة عدم جفاف سطح الالتحام.

• يجب زراعة الشتلات بحيث تكون منطقة الطعم فوق سطح التربة مع مراعاة أن مسافات الزراعة للشتلات المطعومة تختلف عن الزراعات التقليدية وضرورة إزالة نموات الاصل إذا ظهرت والاهتمام بعملية خف الثمار عند الضرورة. كما يجب أن توضع النباتات بعد التطعيم مباشرة تحت النفق البلاستيكي للحفاظ على رطوبة الشتلات وتكون درجة الحرارة في النفق بين 27-30 م والرطوبة لا تقل عن 95 % خلال الثلاثة أيام الأولى.

سادساً: أمثلة لبعض الأصول المستخدمة للتطعيم في العائلة القرعية

- **الأصل Strong Tosa**

هذا الأصل (*Cucurbita maxima x C. moschata*) مقاوم لأمراض الذبول المتسببة عن الإصابة بكل من *Fusarium* wilt Race1 and Race2 وكذلك *Verticillium* wilt ولكنه حساس للإصابة بفطريات البياض الدقيقي Powdery Mildew والشركة المسوقة له هي شركة Syngenta.

- **الأصل Shintosa**

هذا الأصل (*Cucumis ficifolia*) مقاوم لأمراض الذبول في القرعيات المتسببة عن الإصابة بكل من فطريات *Fusarium* wilt Race1 and Race2 وكذلك *Verticillium* wilt والشركة المسوقة له هي شركة Numhems ويمكن زراعة هذا الأصل في الأراضي المزروعة سابقاً بنفس المحصول والأصناف المطعومة على هذا الأصل تعطي ثمار ممتازة تسويقياً حيث إنه لا يؤثر على الطعم أو اللون أو

الشكل ولكنه يعمل على زيادة الإنتاجية وزيادة حجم الثمار، كما أنه يزيد من تحمل النبات لارتفاع ملوحة التربة وزيادة الحرارة.

- **الأصل Tetsukabuto**

هذا الأصل (*Cucurbita maxima x C. moschata*) مقاوم بدرجة عالية للفطريات المحمولة في التربة وإمكانية تكرار الزراعة في نفس الأراضي المزروعة سابقاً بنفس المحصول. ويتميز هذا الأصل بقوة النمو ويتوافق مع معظم أصناف القرعيات (بطيخ احمر – بطيخ اصفر – خيار وغيرها)، كما يتميز أيضاً بتحمله لملوحة التربة وقلة عدد الشتلات المطلوبة في وحدة المساحة والشركة المسوقة له هي شركة Takii.

سابعاً: أمثلة لبعض الأصول المستخدمة للتطعيم في العائلة الباذنجانية

- **الأصل Helper-M**

يتميز هذا الأصل بنموقوي وإنتاجية جيدة، كما أنه مقاوم للنيماتودا ويتحمل الظروف الجوية غير المناسبة.

- **الأصل Maxifort**

يتميز هذا الأصل بنموه القوي وتبكير في الإنتاج، كما أنه مقاوم بدرجة عالية للفطريات المحمولة في التربة مثل فطريات *Fusarium* wilt Race1 and Race2 وكذلك *Verticillium wilt* كما أنه مقاوم للنيماتودا وأيضاً مقاوم لفيروس موزاييك الطماطم Tomato mosaic virus ويعطي مجموع خضري قوي وثمار جميلة ومتجانسة.

- **الأصل Beaufort**

يتميز أنه يعطي نباتات متوسطة النمو ويتوافق مع جميع أصناف الطماطم في البيوت المحمية وله مقاومة جيدة لأمراض الفطريات المحمولة في التربة مثل فطريات *Fusarium* wilt Race1 and Race2 وكذلك مرض تعفن القمة والجذور في الطماطم *Fusarium crown* and root rot وكذلك *Verticillium* wilt كما أنه مقاوم لفيروس موزاييك الطماطم Tomato mosaic virus وأيضاً مقاوم للنيماتودا.

ويوضح جدول (55) بيان ببعض الأصول Rootstocks الرئيسية المستخدمة لتطعيم أنواع مختلفة من الخضروات في كوريا وأيضاً طرق التطعيم الشائعة المستخدمة والفائدة أو الغرض من التطعيم.

جدول (55): الأصول Rootstocks الشائعة لتطعيم الخضروات وطرق التطعيم والغرض من التطعيم.

الخضروات	أنواع الأصول الشائعة في كوريا	طريقة التطعيم	الغرض من التطعيم
البطيخ (الجح)	Gourd (*Lagernaria siceraria* var. *hispida*)	التطعيم بالشق	مكافحة الذبول الفيوزارمي تشجيع النمو
	Wax gourd (*Benincasa hispida* Cogn.)	التطعيم بالشق التطعيم اللساني	مكافحة الذبول الفيوزارمي تشجيع النمو
	Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.)	التطعيم بالشق التطعيم اللساني	مكافحة الذبول الفيوزارمي تشجيع النمو تحمل الحرارة المنخفضة
	Squash (*Cucurbita moschata* L.)	التطعيم بالشق التطعيم اللساني	مكافحة الذبول الفيوزارمي تشجيع النمو تحمل الحرارة المنخفضة
	Sicyos angulatus	التطعيم اللساني	مقاوم للنيماتودا
الخيار	Figleaf gourd (*Cucurbita ficifolia*)	التطعيم اللساني	مكافحة الذبول الفيوزارمي تشجيع النمو تحمل الحرارة المنخفضة
	Cucumber (*Cucumis sativus*)	التطعيم اللساني	مكافحة الذبول الفيوزارمي تشجيع النمو
	Sicyos angulatus	التطعيم اللساني	تشجيع النمو مقاوم للنيماتودا
الشمام	*Cucumis melo*	التطعيم اللساني التطعيم بالشق	مكافحة الذبول الفيوزارمي
الطماطم	*Lycopersicon pimpinellifolium* (L.)	التطعيم بالشق	مقاوم للنيماتودا
	Lycopersicon hirsutum Humb. & Bonpl.	التطعيم بالشق	مقاوم للنيماتودا
	Lycopersicon esculentum	التطعيم بالشق	مقاوم للنيماتودا
الباذنجان	*Solanum integrifolium* Poir	التطعيم اللساني التطعيم بالشق	مقاوم للذبول البكتيري
	Solanum torvum Sw.	التطعيم اللساني التطعيم بالشق	مقاوم للإصابات الفيروسية

Source: Lee (1994).

الباب السادس

استراتيجيات مكافحة الحشائش في الزراعة العضوية
Weed Control Strategies in Organic Agriculture

الطرق الطبيعية لمكافحة الحشائش في الزراعة العضوية
Natural Methods of Weed Control on Organic Farms

تعتبر الحشائش (الأعشاب) من الآفات الهامة والخطيرة التي تواجه إنتاج المحاصيل العضوية. وبالرغم من ذلك لم يتم توجيهه الاهتمام بقدر كافٍ إلى بحوث إدارة الحشائش في الزراعة العضوية. وجدير بالذكر أن المكافحة المباشرة للحشائش لا يمكن أن تكون ناجحة إلا عندما يتم تطبيق الإدارة الوقائية للحشائش للحد من ظهور الحشائش مثل: استخدام دورة زراعية مناسبة، والحرث، وتغطية سطح التربة واستخدام محاصيل التغطية، وكذلك تحسين القدرة التنافسية للمحاصيل من خلال الاختيار المناسب للنمط الجيني للمحاصيل وطريقة البذر/ الغرس واستراتيجية التسميد.

وجدير بالذكر أن التقسيم الشائع للحشائش يتم تبعا لدورة حياتها وشكل أوراقها وزمن تواجدها إلي:

1. الحشائش الحولية عريضة الأوراق ومنها الشتوية والصيفية.
2. الحشائش الحولية ضيقة الاوراق ومنها الشتوية والصيفية.
3. الحشائش المعمرة (المستديمة) ومنها العريضة والضيقة.

ومن هنا يتضح الفرق بين الحشائش العريضة والضيقة حيث إن الحشائش العريضة الأوراق تتبع ذوات الفلقتين Dicotyledons وهي النباتات التي تعطي ورقتين فلقيتين عند إنباتها، بينما الحشائش ضيقة الاوراق تتبع ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledonous والتي تعطي ورقة شريطية عند إنباتها والتعريق فيها متوازي. وفيما يلي أمثلة لبعض أنواع الحشائش التي تصيب المحاصيل المختلفة:

- الحشائش الحولية الشتوية عريضة الأوراق: إبرة العجوز *Bidens pilosa*، أم اللبن *Euphorbia helioscopia*، جعضيض *Sonchus oleraceus*، زربيح *Chenopodium album*
- الحشائش الحولية الصيفية عريضة الأوراق: تيل شيطاني *Hibiscus trionum*، رجلة *Portulaca oleraceae* ، شبيط *Xanthium strumarium* ، عرف الديك *Amaranthus* spp.
- الحشائش الحولية الشتوية ضيقة الأوراق: الشوفان البري *Avena fatua*، الزمير *Avena sterilis*، الشوفان *Avena sativa*، ديل القط *Polypogon monspeliensis*
- الحشائش الحولية الصيفية الضيقة الأوراق: أبو ركبة *Echinochloa colonum*، دفيرة *Digitaria sangunalis*، دنيبة *Echinochloa crus-galli*، حشيشة الأرز الأحمر *Oryza spontanea*
- الحشائش المعمرة عريضة الأوراق: عليق *Convolvulus arvensis*، البرنوف *Conyza dioscoridis*، العاقول *Alhagi maurorum*، ليبية *Lippia nodiflora*
- الحشائش المعمرة ضيقة الأوراق: حلفا *Impreta cylindrica*، حجنة *Phragmites austratis*، سعد *Cyperus rotundus*، النجيل البلدي *Cynodon dactylon*

فيما يلي أهم الطرق الطبيعية المستخدمة في مكافحة الحشائش بالمزارع العضوية:

أولاً: تغطية سطح التربة Mulching

في هذه الطريقة يتم تغطية سطح التربة الزراعية بأحد الأغطية مثل التغطية بأحد بقايا النباتات غير الحية (الجافة) وعادة تنجح هذه الطريقة وتستخدم حول قواعد أشجار الفاكهة في الزراعات العضوية، أما في زراعات الخضروات والمحاصيل الحقلية فيفضل استخدام التغطية بالبلاستيك الأسود كما في زراعات الفراولة، وحديثاً يتم استخدام الأوراق المصنعة من النباتات التي يمكن خلطها بالتربة بعد حصاد المحصول حيث تذوب ويستفاد منها لمخلفات نباتية. وتعمل عملية تغطية سطح التربة في مكافحة الحشائش عن طريق منع الضوء عن بادرات الحشائش الصغيرة مما يؤدي إلى موتها.

وجدير بالذكر أن عملية تغطية سطح التربة Mulching لها مزايا عديدة في الزراعة العضوية بالإضافة إلى دورها في مكافحة الحشائش، ويمكن أن نلخص الدور الذي تلعبه عملية تغطية سطح التربة في الزراعة العضوية في النقاط التالية:

- المساعدة في تقليل الاحتياجات المائية للنباتات عن طريق تقليل معدلات التبخر للمياه من خلال سطح التربة، وبمعنى آخر فإن تغطية سطح التربة يحافظ على رطوبة التربة.
- الحد من تآكل أو تعرية التربة أثناء فصل الصيف وخلال موسم الأمطار.
- الحفاظ على ثبات درجة حرارة التربة خاصة حول منطقة الجذور، وهذا هام بشكل خاص أثناء فترات تحول الطقس.
- الانطلاق البطء للعناصر الغذائية.
- تقليل التسخين الزائد للتربة.
- المحافظة على الشكل البنائي للتربة.
- تقليل تساقط ثمار الفاكهة، وأيضاً التلوين الجيد للثمار وارتفاع نوعية الإنتاج.
- مكافحة بعض الآفات الحشرية مثل: حشرات التربس حيث لا تجد عذاري حشرات التربس البيئة المناسبة لإتمام دورة حياتها.
- استمرار استخدام المخلفات أو بقايا النباتات العضوية في عملية تغطية سطح التربة ولعدة سنوات، يساعد كثيراً في تحسين محتوى التربة من المادة العضوية، وكذلك يساعد في زيادة تعداد ديدان الأرض والكائنات الحية الدقيقة بالتربة، وذلك يعني المحافظة على التوازن الحيوي بالتربة.

وجدير بالذكر أن هناك العديد من المواد يمكن أن تستخدم في عملية تغطية سطح التربة Mulching في الزراعة العضوية وفيما يلي تعريف ببعض من هذه المواد المستخدمة في ذلك:

1. التغطية بأحد بقايا النباتات غير الحية (الجافة)

جميع المواد المستخدمة هنا عبارة عن أغطية عضوية للتربة بمعنى Organic mulches. وهنا يمكن أن نستخدم أوراق الموز Banana leaves أو سعف نخيل التمر Date palm fronds أو سعف نخيل النارجيل المفروم (جوز الهند) Coconut fronds أو قشرة ثمار النارجيل Coconut husk أو قطع من ثمار نخيل النارجيل Coconut chops حطب الذرة Corn stalks أو القش أو التبن Straw or Hay أو مخلفات قصب السكر Sugarcane trash أو قش الأرز Paddy straw أو أوراق بعض الأشجار الجافة مثل Ficus leaves وغيرها من المخلفات النباتية الجافة، شكل (66)، (67)، (68). وتعتبر المخلفات النباتية الجافة التي تمتص قدر قليل من الرطوبة هي الأفضل التي يجب أن تستخدم لتغطية سطح التربة. كما يجب أن

شكل (66): استخدام قشور ثمار النارجيل Coconut husk لتغطية سطح التربة تحت أشجار الموالح والفافاي لمكافحة الحشائش الضارة.

تسمح المخلفات النباتية المستخدمة لمياه الأمطار بأن تنتشر بسهولة وسرعة في التربة المغطاة. وبالطبع فإنه من المفضل في هذا المجال أن نستخدم البقايا أو المخلفات النباتية الناتجة من الزراعات العضوية لتغطية سطح التربة. ولقد وجد من التجربة أن تغطية سطح التربة بقشور ثمار النارجيل Coconut husk يمكث بالتربة لفترة طويلة تصل إلى 3 سنوات أو أكثر، في حين أنه عند تغطية سطح التربة باستخدام أوراق الأشجار الجافة فإنها لا تمكث في التربة سوي لفترة لا تتعدى 6 شهور وهنا يجب إعادة تغطية سطح التربة مرة أخرى لنمع نمو الحشائش.

وهناك بعض النقاط الهامة التي يجب مراعاتها عند تغطية سطح التربة بالمخلفات النباتية، وهذه النقاط هي:

- يجب أخذ الحذر والتأكد من أن المخلفات النباتية أو البقايا النباتية المستخدمة في عملية تغطية سطح التربة جافة تماماً ولا تحتوي على حشرات في حالة بيات (الأطوار الحشرية المختلفة) أو مسببات الأمراض (فطريات وبكتيريا).
- عند تغطية قواعد أشجار الفاكهة، يجب التأكد من التغطية الجيدة حول قواعد الأشجار وخاصة المناطق التي تنتشر بها جذور التغذية.
- يجب ألا يقل سمك طبقة الغطاء من المخلفات النباتية الجافة عن 15 – 20 سم حتى تفي عملية التغطية بالأهداف المستخدمة من أجلها.
- عملية تغطية سطح التربة حول الأشجار، يجب ألا تلامس جذوع الأشجار بل يجب أن تبتعد عن جذع الشجرة بمسافة لا تقل عن 20 – 25 سم.
- يجب التأكد من أن عملية تغطية سطح التربة، لن تساعد أو تكون مكان مناسب لنمو الأعفان وتكاثر حشرات النمل الأبيض.

2. التغطية باستخدام الأغطية البلاستيكية

يستخدم في هذه الطريقة تغطية سطح التربة بأغطية بلاستيكية Plastic mulshes ويستخدم في هذه الطريقة رقائق من البلاستيك الأسود لتغطية سطح التربة كما في شكل (69).

ومن أهم مزايا الأغطية البلاستيكية لتغطية سطح التربة ما يلي:

- استخدام البلاستيك الأسود يساعد كثيراً في التخلص من الحشائش، حيث إنه يمنع وصول الضوء إليها.
- يعمل غطاء البلاستيك على التقليل من تبخر الماء من سطح التربة، ولكن في المقابل يزداد معدل النتح نتيجة لزيادة النمو الخضري.
- التقليل من انضغاط التربة، لأن الغطاء البلاستيك لا يسمح باستخدام ومرور الآلات الزراعية عليه.
- يعمل الغطاء البلاستيك على زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة

شكل (67): استخدام أوراق الموز Banana leaves لتغطية سطح التربة تحت أشجار الموز والفافاي لمكافحة الحشائش الضارة.

بالتربة، مع تقليل فقد الأسمدة بالرشح نظراً لعدم الحاجة إلى الري الزائد.

- تقليل فساد وتعفن الثمار نتيجة ملامستها للتربة خاصة مع بعض المحاصيل مثل نباتات الفراولة.
- توقف عمليات العزيق أسفل النباتات، ما عدا بين المصاطب غير المغطاة بالبلاستيك، وذلك يمنع تمزيق الجذور بالعزيق.
- قد تستخدم أغطية عاكسة للضوء بدلاً عن الأغطية السوداء مثل الأغطية الفضية اللون، وتعمل هذه الأغطية على تشتت بعض الحشرات مثل: حشرات المن.
- أما عيوب استخدام الأغطية البلاستيكية فهي:
- إمكانية زيادة الإصابة بأعفان الجذور، إذا لم يراعى تقليل معدلات الري إلى الحد المناسب لكل محصول.
- قد تتراكم بعض الأملاح في الثقوب التي تنوفيها النباتات، وهنا يمكن أن نتغلب على ذلك بوضع قليل من نشارة الخشب أسفل الثقوب لتقليل انتقال الأملاح إليها.
- قد يحدث ضرر للشتلات عند ارتفاع درجات الحرارة، حيث يتسرب هواء ساخن جداً إلى الثقوب التي تنمو منها الشتلات.
- قد يحدث تقليل في تهوية التربة خاصة في الأراضي الثقيلة وعند ارتفاع منسوب الماء الأرضي.

3. التغطية باستخدام الأغطية الورقية

يستخدم في هذه الطريقة تغطية سطح التربة بأغطية ورقية Paper Mulshes وهذا الورق مصنع من مخلفات نباتية ويباع على شكل لفائف ويستخدم في ذلك معدة خاصة لفرد هذه الأغطية الورقية على سطح التربة كما في شكل (70). ومن عيوب الأغطية الورقية أنها مكلفة للغاية، ولذلك فهي تستخدم مع المحاصيل العالية القيمة، مثل محصول الفراولة. وبالطبع يفضل أن يكون الورق المستخدم ثقيل حيث يمنع وصول الضوء للتربة، كما يجب ألا يحتوي الورق المستخدم على مواد ذائبة أو مواد طيارة تضر بالنبات. ويعمل الغطاء الورقي على حفظ رطوبة التربة بتقليل الفاقد بالتبخر أو الفاقد عن طريق نمو الحشائش.

ثانياً: تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي Soil Solarization

يعتبر التعقيم الشمسي للتربة Soil Solarization أحد الوسائل الهامة والبسيطة والرخيصة التي تستخدم في الزراعة العضوية لمكافحة الحشائش، بالقضاء على بذور وبادرات الحشائش المتواجدة بالتربة. كما يساعد التعقيم الشمسي للتربة في القضاء على الآفات

شكل (68): استخدام سعف نخيل التمر Date palm fronds لتغطية سطح التربة تحت نخيل التمر لمكافحة الحشائش الضارة وواضح على اليسار مدى نجاح الطريقة في منع نمو الحشائش.

شكل (69): استخدام البلاستيك الأسود Plastic mulch لتغطية سطح التربة لمكافحة الحشائش الضارة وتستخدم هذه الطريقة بنجاح سواء في الحقول المفتوحة أو الصوب الزراعية.

المتواجدة بالتربة Pests وكذلك الأمراض المحمولة بالتربة Soil Borne Diseases.

وتعمل طريقة التعقيم الشمسي للتربة على تحسين خواص التربة وزيادة نسبة النيتروجين وغيرة من العناصر الغذائية الأساسية لنمو النباتات. وجدير بالذكر أن إجراء عملية التعقيم الشمسي للتربة بطريقة صحيحة قد يغني تماماً عن استخدام مبيدات الآفات الكيميائية بمختلف أنواعها التي تستخدم لمكافحة الآفات الحشرية والأمراض النباتية والحشائش الضارة في الزراعة التقليدية، وبذلك فإن استخدام هذه الطريقة لا يكون لها أي آثار ضارة على البيئة حيث لا تترك أي مخلفات سامة بالتربة كما يحدث عند استخدام المبيدات الكيميائية التي يكون لها متبقيات سامة بالتربة عادة.

وتستخدم طريقة التعقيم الشمسي في الزراعات العضوية بنجاح في كل من الزراعات المحدودة المساحة وكذلك في المزارع الكبيرة.

وتعتمد عملية التعقيم الشمسي على استخدام الطاقة الشمسية لتسخين التربة ورفع درجة حرارتها إلى مستويات قاتلة للعديد من الآفات والأمراض النباتية وكذلك الحشائش الضارة. وتتم عملية التعقيم الشمسي عن طريق استخدام غطاء من البلاستيك الشفاف (بولي إيثلين) لتغطية سطح التربة (يدوياً أو ميكانيكياً باستخدام معدات خاصة) خلال الفترة التي تزداد فيها شدة أشعة الشمس وتزداد درجة حرارتها (خلال فصل الصيف عادة)، حيث يقوم الغطاء البلاستيك باحتجاز أشعة الشمس في التربة مما يؤدي لرفع درجة حرارتها إلى درجات مميتة للعديد من الآفات ومسببات

شكل (70): تغطية سطح التربة بأغطية ورقية Paper mulch وتعمل ثقوب على أبعاد مناسبة للمحصول المراد زراعته ويتم زراعة الشتلات أو البذور من خلالها.

الأمراض (فطريات وبكتيريا) وكذلك بذور وبادرات الحشائش المتواجدة بالتربة. ومن أهم العوامل التي قد تؤثر على كفاءة عملية التعقيم الشمسي الموقع والمناخ السائد والتوقيت المناسب ومدة التعقيم الشمسي، بالإضافة إلى تحضير التربة ونوعيتها وطريقة الزراعة بعد عملية التعقيم الشمسي.

هذا ويمكن استخدام طريقة التعقيم الشمسي للتربة في جميع الزراعات في المزارع العضوية، سواء في زراعات الخضر أو في بساتين الفاكهة أو في زراعات البيوت المحمية أو في أحواض الزهور بالحدائق. وبالطبع فإن عملية التعقيم الشمسي لا تصلح إلا في البلدان أو المناطق التي تزداد فيها أشعة الشمس وترتفع درجة حرارتها خلال شهور الصيف، حيث إن هذه الطريقة تعتمد على اصطياد أو تجميع أشعة الشمس أسفل الغطاء البلاستيك الشفاف المستخدم في تغطية سطح التربة وبالتالي رفع درجة حرارة التربة إلى المستويات القاتلة للآفات ومسببات الأمراض وبذور الحشائش المتواجدة بالتربة.

1. نوعية البلاستيك المستخدم في عملية التعقيم الشمسي

يعتبر البلاستيك الشفاف Clear or transparent plastic هو الأكثر فاعلية في عملية التعقيم الشمسي، أما البلاستيك الأسود فلا يستخدم إلا نادراً في عملية التعقيم الشمسي حيث إنه لا يعمل بكفاءة على زيادة حرارة التربة مثل البلاستيك الشفاف ولكنه قد يستخدم في عملية تغطية سطح التربة Mulching لمقاومة الحشائش.

وجدير بالذكر أن سمك البلاستيك الشفاف المستخدم يؤثر بصورة

واضحة على كفاءة عملية التعقيم الشمسي، فكلما قل سمك البلاستيك المستخدم كلما زادت الحرارة المختزنة بالتربة وبالتالي زيادة كفاءة عملية التعقيم. وبالرغم من أن البلاستيك ذات سمك واحد مليميتر يكون كافٍ وذو كفاءة عالية عند استخدامه في عملية التعقيم الشمسي، إلا أنه يكون عرضة للتمزق بفعل الرياح أو أي عوامل ميكانيكية أخرى.

وعموماً فإن البلاستيك الشفاف بسمك 1،5 – 2 مليميتر يمكن أن يستخدم بنجاح في عملية التعقيم الشمسي. هذا ويمكن بالمحافظة على البلاستيك المستخدم إعادة استخدامه أكثر من مرة، ولكن بشرط عدم وجود ثقوب به وأيضاً يجب أن يكون البلاستيك القديم المستخدم نظيفاً تماماً ولا يكون ملتصقاً به أي أتربة.

2. خطوات إجراء عملية التعقيم الشمسي

- **تحضير التربة**

قبل إجراء عملية التعقيم الشمسي للتربة وتغطيتها بالبلاستيك يجب التأكد من أن سطح التربة ناعماً ولا يوجد به أي كتل أو ثآليل Clods أو متبقيات من نباتات المحصول السابق أو أي حشائش نامية حتى لا يعمل ذلك على تمزيق الغطاء البلاستيك المستخدم لتغطية التربة، ويتم ذلك عن طريق الحرث الجيد للتربة وتنعيمها مع التخلص من الصخور الكبيرة قبل التغطية حتى لا يؤدي ذلك إلى ثقب البلاستيك مما يؤثر على عملية التعقيم الشمسي للتربة.

- **تغطية سطح التربة بالبلاستيك الشفاف**

تتم عملية تغطية سطح التربة بالبلاستيك بإحدى الطريقتين: إما يدوياً حيث يقوم عاملين بسحب أسطوانة البلاستيك، كل من أحد طرفيها، لتغطية التربة على أن يقوم عاملين آخرين بتغطية أو دفن حواف البلاستيك بالتربة جيداً (أي عمل خندق سطحي لدفن حواف البلاستيك بالتربة) وذلك لمنع الهروب العكسي للحرارة التي سوف تتجمع أسفل غطاء البلاستيك أو تسربها نتيجة دخول الهواء أسفل البلاستيك غير المحكم الإغلاق على سطح التربة، أو ميكانيكياً حيث تستخدم معدة متخصصة تقوم بفرد الغطاء البلاستيك على سطح التربة.

وتتم عملية تغطية سطح التربة بالبلاستيك عند إجراء عملية التعقيم الشمسي إما عن طريق تغطية كلية للحقل Complete coverage كما هو موضح في شكل (71)، أو عن طريق تغطية الخطوط أو المصاطب المنزرعة فقط Strip coverage كما هو موضح في شكل (72)، وهنا يجب أن يتم عمل المصاطب الزراعية قبل إجراء عملية التعقيم الشمسي، مع الوضع في الاعتبار ألا يقل عرض المصاطب الزراعية عن 75 سم، وعموماً فإنه من الأفضل أن يتم عمل خطوط الزراعة بعرض 1.5 متر، حيث إن أغلب المحاصيل يمكن زراعتها على هذه الخطوط.

وعلى الرغم من أن عملية تغطية الخطوط أو المصاطب الزراعية Strip coverage تكون عملية أكثر سهولة واقتصادية بالمقارنة مع التغطية الشاملة أو الكاملة للحقل Complete coverage حيث إننا نستخدم كمية أقل من البلاستيك كما أننا لا نحتاج إلى وصل

شكل (71): تغطية كلية للحقل بالبلاستيك Complete coverage

شكل (72): تغطية جزئية للحقل بالبلاستيك Strip coverage

حواف أغطية البلاستيك ببعضها، إلا أن التربة التي لم يتم تغطيتها بين الخطوط أو المصاطب تكون مصدراً لإعادة العدوى للتربة الموجودة بالخطوط المغطاة بالبلاستيك، بكل من الأمراض المحمولة بالتربة والنيماتودا الممرضة.

- **ري التربة**

قبل إجراء عملية التعقيم الشمسي عن طريق تغطية التربة بالبلاستيك الشفاف، لابد من ري التربة أولاً، حيث إن التربة الرطبة تكون أكثر كفاءة في توصيل الحرارة بعكس التربة الجافة، كما يؤدي ذلك إلى التأثير السريع والمميت للحرارة على الكائنات الحية الدقيقة بالتربة. وهنا يجب أن نتأكد من أن عملية التغطية بالبلاستيك يجب أن تتم قبل أن تفقد التربة رطوبتها، مع ملاحظة أنه لضمان كفاءة عملية التعقيم الشمسي للتربة، فإنه يجب أن تروي التربة جيداً لتكون رطبة حتى عمق 60 سم، وحتى تصل السعة الحقلية لأكثر من 70 % أسفل الغطاء البلاستيكي بعد وضعة، وعلى الرغم من أنه يمكن إجراء عملية ري للتربة بعد تغطيتها بالبلاستيك مباشرة، إلا أن ري التربة قبل وضع البلاستيك يكون أسهل من الناحية العملية. وبما أن نجاح عملية التعقيم الشمسي للتربة تعتمد على رطوبة التربة، فإننا يجب أن نعلم أنه في حالة التربة الرملية قد نحتاج إلى ري التربة مرة أخرى أسفل الغطاء البلاستيكي بعد وضعه، وعلى الرغم من أن ذلك سوف يؤدي إلى تبريد التربة نسبياً، إلا أن زيادة رطوبة التربة سوف تؤدي في النهاية إلى زيادة الحرارة المتجمعة في التربة أسفل الغطاء البلاستيكي.

- **المدة اللازمة لإتمام عملية التعقيم الشمسي**

لقد وجد أن طول المدة اللازمة لتغطية التربة بالبلاستيك لإتمام عملية التعقيم الشمسي تتراوح من 4 إلى 6 أسابيع، وعلى الرغم من أن فترة أسبوعين كانت كافية لقتل العديد من الآفات والأمراض المحمولة بالتربة إلا أنه يفضل ويوصي يترك الغطاء البلاستيك على التربة المعاملة لمدة لا تقل عن 4 أسابيع وقد تصل إلى 6 أسابيع، وذلك لضمان أن حرارة التربة خلال عملية التعقيم الشمسي ستؤدي إلى القضاء على العديد من الآفات والأمراض المحمولة بالتربة، بالإضافة إلى تثبيط حيوية بذور الحشائش النشطة والساكنة بالتربة. وجدير بالذكر هنا أن نوضح أنه في المناطق ذات الحرارة العالية في الصيف يمكن أن تتم عملية التعقيم الشمسي للتربة الزراعية بكفاءة عالية وذلك قبل الزراعة وخلال شهور الصيف عند ارتفاع درجة الحرارة، كما في الولايات الشمالية بسلطنة عُمان حيث يمكن أن تتم عملية التعقيم الشمسي للتربة بكفاءة عالية في الصيف، بمعنى خلال الفترة الممتدة من منتصف مايو وحتى منتصف أغسطس.

- **إزالة الغطاء البلاستيكي وزراعة التربة**

بعد انتهاء عملية التعقيم الشمسي للتربة يمكن إزالة الغطاء البلاستيكي من التربة المعاملة، أو تركه على أن يتم تثقيبه لزراعة بذور أو شتلات المحصول المراد زراعته على المسافات المناسبة، مع ملاحظة أن تتم الزراعة بعمق من 3 إلى 5 سم. وهنا لابد ألا نقوم بإثارة التربة عند الزراعة حتى لا تظهر بذور الحشائش الموجودة في عمق التربة على السطح وتنمو، حيث إنه من المعروف أن كفاءة التعقيم الشمسي وتأثيره على بذور الحشائش يكون بعمق يصل إلى حوالي 10 سم فقط، أما بذور الحشائش المتواجدة بعمق أكثر من 10 سم فلا تتأثر بالتعقيم الشمسي للتربة حيث إن درجة الحرارة القاتلة لبذور الحشائش لا تصل إلى هذا العمق.

وكما سبق الذكر، فإن طريقة التعقيم الشمسي للتربة يمكن أن تستخدم في جميع الزراعات في المزارع العضوية، سواء في زراعات الخضر أو في بساتين الفاكهة أو في زراعات البيوت المحمية وغيرها. وتستخدم طريقة التعقيم الشمسي للتربة بكفاءة عالية في البيوت المحمية في كل من اليابان وجنوب أوروبا (إسبانيا وجنوب فرنسا)، وذلك في زراعات الطماطم والخيار والباذنجان والفراولة وذلك لمكافحة العديد من الآفات والأمراض المحمولة بالتربة.

وتستخدم طريقة التعقيم الشمسي للتربة في بساتين الفاكهة القائمة، حيث تستخدم هذه الطريقة بنجاح لتقليل الإصابة بمرض الذبول في أشجار الفستق بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية والمتسبب عنه الفطر *Verticillium dahliae* كما تستخدم بنجاح في بساتين الموالح والعنب والأفوكادو والزيتون والفاكهة المتساقطة ذات النواه الحجرية، وهنا يجب ملاحظة أن أشجار بعض أنواع الفاكهة (خاصة الصغيرة) قد تتأثر وتتضرر نتيجة استخدام التعقيم الشمسي بواسطة البلاستيك الشفاف وفي هذه الحالة يمكن أن نستخدم البلاستيك الرقيق الأسود اللون.

3. تأثير التعقيم الشمسي على الكائنات الحية بالتربة

من المعروف أنه نتيجة استخدام عملية التعقيم الشمسي عن طريق تغطية التربة بالبلاستيك الشفاف خلال شهور الصيف الحارة، فإن ذلك يرفع حرارة التربة، وهذه الحرارة المرتفعة والمختزنة سوف تؤثر بالطبع على جميع الكائنات الحية بالتربة. ويوضح جدول (56) التالي درجات حرارة التربة على أعماق مختلفة عند استخدام طريقة التعقيم الشمسي بالحقول المفتوحة والبيوت المحمية.

جدول (56): درجات حرارة التربة على أعماق مختلفة عند استخدام طريقة التعقيم الشمسي بالحقول المفتوحة والبيوت المحمية.

عمق التربة (سم)	أقصى درجة حرارة للتربة أثناء عملية التعقيم الشمسي
التعقيم الشمسي بالحقول المفتوحة	
5	42 – 55°م
45	32 – 37°م
التعقيم الشمسي بالبيوت المحمية	
10	60°م
20	53°م

4. تأثير التعقيم الشمسي على المسببات المرضية المتواجدة بالتربة

جدير بالذكر أن درجات الحرارة السابق ذكرها التي تصل إليها التربة يومياً أثناء عملية التعقيم الشمسي، تعمل على قتل العديد من مسببات الأمراض النباتية المحمولة في التربة، كما أنها تقضي أيضاً على العديد من النيماتودا المرضة للنباتات والمتواجدة بالتربة، كما تؤدي عملية التعقيم الشمسي إلى القضاء على حيوية بذور وبادرات الحشائش وتمنع إنباتها. وتعمل درجات الحرارة المرتفعة أثناء عملية التعقيم الشمسي أيضاً على إضعاف العديد من الكائنات الحية المرضة والمتواجدة بالتربة التي قد لا تموت من فعل الحرارة المرتفعة، وبذلك تصبح هذه الكائنات أكثر حساسية وعرضة لهجوم الأعداء الطبيعية (من فطريات أو بكتيريا) عليها التي كانت بدورها مقاومة لفعل حرارة التربة المرتفعة أثناء عملية التعقيم الشمسي.

بالإضافة إلى ما سبق فإن الحرارة المرتفعة أثناء عملية التعقيم الشمسي للتربة، تؤدي إلى حدوث تغيرات في التركيب الكيميائي للتربة وذلك بدوره قد يساعد في قتل أو إضعاف الكائنات الحية غير المرغوب فيها، أي المرضة للنباتات، والمتواجدة بالتربة. كما أن العديد من الآفات المتواجدة بالتربة تموت إذا ارتفعت درجة حرارة التربة إلى 30 – 33 °م كما أن الفطريات والبكتيريا المرضة للنباتات والمحمولة بالتربة تختلف في حساسيتها لحرارة التربة، ومن حسن الحظ أن العديد من هذه الفطريات والبكتيريا تموت عند تعرضها لدرجات الحرارة العالية أثناء عملية التعقيم الشمسي، ومن الأمثلة على ذلك، الفطر *Verticillium dahliae* الذي يسبب مرض ذبول الفيرتيسليم للعديد من النباتات وأيضاً بعض أنواع الفطر *Fusarium*. spp الذي يسبب الذبول الفيوزارمي لبعض النباتات، وأيضاً الفطر الذي يسبب عفن الجذور في الطماطم وهو *Phytophthora cinnamomi* ولقد أوضح العديد من العلماء مثل:

Katan (1980), Pullman *et al.* (1984), Stevens *et al.* (1990), Katan and Devay (1991), Ristaino *et al.* (1991), Fiume (1994) and Chellemi *et al.* (1994a and 1994b).

أن التعقيم الشمسي له تأثير واضح في قتل وتثبيط العديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية وأنواع النيماتودا المرضة بالتربة. ويوضح جدول (57) أهم الأمراض الفطرية والبكتيرية وجدول (58) أهم أنواع النيماتودا المرضة بالتربة التي يمكن مكافحتها عن طريق عملية التعقيم الشمسي للتربة.

5. تأثير التعقيم الشمسي على الكائنات الحية النافعة بالتربة

كما ذكرنا سابقاً فإن العديد من الكائنات الحية المرضة للنباتات والمتواجدة بالتربة يقضي عليها وتموت أثناء عملية التعقيم الشمسي. ولقد وجد أنه من فضل الله علينا أن هناك العديد من الكائنات الحية النافعة بالتربة لا تتأثر بدرجات الحرارة العالية أو بتسخين

التربة أثناء عملية التعقيم الشمسي. كما وجد أن هناك بعض من الكائنات الحية النافعة بالتربة تتأثر نسبياً بالحرارة العالية للتربة، وهذه يكون لها المقدرة على التكاثر مرة أخرى وبسرعة وبذلك تعمل على إعادة أعدادها بالتربة إلى مستويات جيدة تساعد في السيطرة على الكائنات الحية المرضة بالتربة. ومن أهم هذه الكائنات النافعة بالتربة الفطر Mycorrhizal وغيرة من الفطريات والبكتيريا التي تتطفل على الكائنات الحية المرضة بالتربة. أما تأثير التعقيم الشمسي على ديدان الأرض Earthworms فلقد وجد أن غالبية الأنواع من ديدان الأرض يكون لها القدرة على التعمق في التربة أثناء عملية التعقيم الشمسي، وبالتالي فإنها تهرب من التأثير المميت لحرارة التربة المرتفعة أثناء هذه العملية.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن الفطريات النافعة خاصة الأنواع المختلفة من الفطريات المحمولة في التربة لأجناس *Trichoderma*, *Aspergillus* and *Talaromyces*، وجد أنها لها القدرة على تحمل درجات الحرارة المرتفعة أثناء عملية التعقيم الشمسي، بل وجد أن هذه الفطريات لها القدرة على التكاثر حيث تعمل على زيادة أعدادها أثناء هذه العملية. ولقد وجد أن الفطر *Mycorrhizal* هو أكثر الأنواع مقاومة لفعل الحرارة المرتفعة، وعلى الرغم من أن أعداده تقل في الطبقات السطحية من التربة بعد عملية التعقيم الشمسي، إلا أن ذلك لا يؤثر على أعداده حول جذور النباتات. كما وجد أنه بالرغم من أن البكتيريا النافعة والمتواجدة بالتربة مثل:

Bacillus and *Pseudomonas* spp. تقل أعدادها أثناء عملية التعقيم الشمسي، إلا أنها لا تلبث أن تتكاثر مرة أخرى وبسرعة بعد الانتهاء من عملية التعقيم الشمسي، حيث تزداد أعدادها إلى المعدلات الطبيعية لتواجدها بالتربة. ولقد وجد أيضاً أن أعداد بكتيريا *Rhizobium* spp.، وهي البكتيريا المسؤولة عن تثبيت النيتروجين بالتربة، تتناقص أعدادها عند إجراء عملية التعقيم الشمسي. ولذلك يجب علينا أن نقوم بإعادة حقن التربة مرة أخرى بهذه البكتيريا حتى نحافظ على أعدادها بالمستويات المطلوبة. أما بكتيريا *Actinomycetes* spp. فقد وجد أن أعدادها لا تتأثر كثيراً بعملية التعقيم الشمسي، ومن المعروف أن العديد من الأنواع التابعة لهذه البكتيريا تكون مثبطة أو مضادة للعديد من الفطريات المرضة للنباتات والمتواجدة بالتربة.

جدول (57): أهم الأمراض المحمولة بالتربة التي يمكن مكافحتها بالتعقيم الشمسي.

المحصول	المرض	المسبب المرضي (الاسم العلمي)
أولاً: الأمراض الفطرية		
الطماطم	تقرح أو تسوس الساق	*Didymella lycopersici*
الخيار	الذبول الفيوزارمي	*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*
الطماطم - الفراولة	الذبول الفيوزارمي	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*
الطماطم	الذبول الفيوزارمي	*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*
الصليبيات	الجذر الصولجاني	*Plasmodiophora brassicae*
الصليبيات	عفن فوما	*Phoma terrestris*
البصل	عفن الجذور	*Phytophthora cinnamomi*
الطماطم	الجذر الفليني	*Pyrenochaeta lycopersici*
الطماطم	الذبول الطري أو تساقط البادرات	*Pythium ultimum*
الفول السوداني	عفن القرون	*Pythium myrothecium*
محاصيل عديدة	عفن الجذور وتساقط البادرات	*Rhizoctonia solani*
الخس	سقوط الخس	*Sclerotinia minor*
البصل	العفن الأبيض	*Sclerotium cepivorom*
محاصيل عديدة	العفن الأسكلوروشي أو اللفحة الجنوبية	*Sclerotium rolfsii*
محاصيل عديدة	عفن البذور والجذور	*Thielaviopsis basicola*
محاصيل عديدة	ذبول فيرتيسيليم	*Verticillium dahliae*

المحصول	المرض	المسبب المرضي (الاسم العلمي)
ثانياً: الأمراض البكتيرية		
محاصيل عديدة	مرض التدرن التاجي	*Agrobacterium tumefaciens*
الطماطم	التقرح البكتيري	*Clavibacter michiganensis*
البطاطس	الجرب العادي في البطاطس	*Streptomyces scabies*

جدول (58): أهم أنواع النيماتودا المحمولة بالتربة التي يمكن مكافحتها بالتعقيم الشمسي.

أنواع النيماتودا	الاسم العلمي
النيماتودا الحلقية	*Criconemella xenoplax*
نيماتودا السوق والأبصال	*Ditylenchus dipsaci*
نيماتودا حويصلات البطاطس	*Globodera rostochiensis oxysporum*
النيماتودا الحلزونية	*Helicotylenchus digonicus*
نيماتودا حويصلات بنجر السكر	*Heterodera schachtii*
نيماتودا تعقد الجذور	*Meliodogyne hapla*
نيماتودا تعقد الجذور	*Meliodogyne javanica*
نيماتودا التقرح	*Pratylenchus penetrans*
نيماتودا التقرح	*Pratylenchus thornei*
نيماتودا التقرح	*Pratylenchus vulnus*
النيماتودا الدبوسية	*Paratylenchus hamatus*
نيماتودا الموالح (الحمضيات)	*Tylenchulus semipenetrans*
النيماتودا الخنجرية	*Xiphinema* spp.

6. تأثير التعقيم الشمسي على خواص التربة ونمو النباتات

يؤثر التعقيم الشمسي للتربة على خواص التربة الطبيعية والكيميائية، وهذا بدوره يحسن من نمو النباتات، حيث يعمل التعقيم الشمسي على تحليل المواد العضوية بالتربة وبالتالي يساعد على انطلاق وتوفر العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات مثل: النيتروجين، المغنسيوم، البوتاسيوم، والكالسيوم وغيرها.

ولقد وجد أن نمو النباتات يكون أسرع وأفضل في التربة التي تم تعقيمها بواسطة العقيم الشمسي. وبالطبع يعود ذلك في الأساس إلى كفاءة التعقيم الشمسي في مكافحة العديد من الآفات والأمراض المحمولة بالتربة، بالإضافة إلى أن التعقيم الشمسي يقضي على الحشائش المتواجدة بالتربة أو يمنع نموها.

وعلى الرغم من الحقائق السابقة، فلقد وجد أن تحسن النمو في النباتات يمكن ملاحظتها في التربة المعاملة بطريقة التعقيم الشمسي التي قد تكون جزئياً خالية من الآفات ومسببات الأمراض النباتية. وهذا بالطبع قد يعود إلى أحد الأسباب التالية:

- هناك بعض الآفات غير المعروفة لنا قد تم مكافحتها عند إجراء عملية التعقيم الشمسي.
- التعقيم الشمسي يؤدي إلى زيادة نسبة العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات.
- نسبياً زيادة نسبة الكائنات الحية الدقيقة النافعة بالتربة بعد إجراء عملية التعقيم الشمسي، وهذه الكائنات الحية تعمل على مكافحة العديد من الآفات والأمراض المحمولة بالتربة.

ثالثاً: استخدام المبيد العضوي Dazitol لتعقيم التربة

يستخدم المبيد العضوي Dazitol لتعقيم التربة قبل الزراعة في الزراعات العضوية وهو البديل المباشر لمبيد بروميد الميثيل Methyl bromide الذي تم إيقاف استخدامه عالمياً. ويستخدم هذا المنتج في معالجة التربة قبل الزراعة، لتخليص التربة من الحشرات المجهرية، والنيماتودا، والفطريات الممرضة الساكنة في التربة. ويتم استبدال بروميد الميثيل في جميع أنحاء العالم بالمبيد العضوي Dazitol والذي يقتل النيماتودا والفطريات والحشرات والأعشاب الموجودة في التربة قبل الزراعة. ويتم إنتاج هذا المبيد العضوي Dazitol من مواد طبيعية غير سامة موجودة في النباتات وقابلة للتحلل وهو مصرح باستخدامه في الزراعات العضوية. والتأثير الفعال لهذا المبيد العضوي يكون عن طريق الملامسة وكذلك عن طريق التأثير الطارد Repellent للحشرات والنيماتودا والفطريات الساكنة في التربة. ويستخدم هذا المبيد العضوي على نطاق واسع في المغرب لتعقيم التربة الزراعية قبل الزراعة خاصة في مزارع العنب والفراولة، شكل (73).

ويتركب هذا المبيد العضوي Dazitol من:

1. Capsaicin and related Capsaicinoids (Oleoresin of Capsicum), (0.42%).
2. Allyl Isothiocyanate (From Essential Oil of Mustard), (3.70%).
3. Other Ingredients, (95.88%).

شكل (73): مزارع العنب بمنطقة جبال أطلس في المغرب خالية من الحشائش نتيجة استخدام المبيد العضوي Dazitol لتعقيم التربة قبل الزراعة في الزراعات العضوية.

ويستخدم مبيد Dazitol لمكافحة النيماتودا (الديدان الثعبانية) في التربة، وعلى سبيل المثال لا الحصر يستخدم لمكافحة الأنواع المختلفة من الأجناس التالية:

Tylenchus, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Criconemoides*, *Meloidogyne*, *Trichodoridos*, *Saprofagos*, and *Paratylenchus*.

وجدير بالذكر أن مبيد Dazitol فعال أيضاً ضد العديد من الفطريات المحمولة في التربة مثل:

Fusarium oxysporum, Fusarium Solani, Phytophthora parasitica, Pythium, Rhizoctonia solani, Phytophora, Pyrenochaeta lycoperesici, Sclerotium, Armillaria.

كما أنه يستخدم لمكافحة بعض الحشرات الساكنة في التربة مثل: الديدان السلكية Wireworms والديدان القارضة Cutworms وخنفساء يونيو June beetle والخنفساء اليابانية Japanese beetle ويرقات الجعال White Grubs كما أنه فعال ضد الرخويات والقواقع Molluscs and Snails.

المراجـــع

المراجع العربية

• توفيـق، محمـد فـؤاد (1997): المكافحـة البيولوجيـة للآفـات الزراعية، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

• الجـلا، عبـد المنعـم محمـد (2002): الأسـمدة العضويـة والمصـادر الأخرى المسموح باستخدامها في الزراعـة العضوية. تقرير مقدم إلى الـدورة التدريبيـة في الزراعـة العضويـة، الوحـدة الإرشـادية لتحليـل الأراضي والمياه في كلية الزراعة / جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.

• الجـلا، عبـد المنعـم محمـد (2011): الزراعـة العضويـة، الأسـس وقواعـد الإنتـاج والمميـزات، دار الكتـب والوثائـق المصريـة – القاهـرة – جمهورية مصر العربية.

• الزميتـي، محمـد السـعيد (2005): مكافحـة الآفـات في الزراعـة العضويـة، أسـس ومقاييـس الزراعـة النظيفـة. دار الفجـر للنشـر والتوزيع، القاهرة – جمهورية مصر العربية.

• طه، الشحات (2007): الأسمدة الحيوية والزراعة العضوية غذاء صحـي وبيئـة نظيفـة، دار الفكـر العربـي، القاهـرة، جمهوريـة مصـر العربية.

• عبـد المعطـي، توفيـق حافـظ (2003): معايـير الجـودة في الزراعـة العضويـة، المؤتمـر العربـي للزراعـة العضويـة مـن أجـل نظافـة البيئـة وتدعيم الاقتصاد، تونس 27 28– أكتوبر 2003.

• العربـي، أحمـد محمـد (2005): التسـجيل وإصـدار الشـهادات العضويـة، المراحل المختلفـة للحصـول على منتـج عضوي، نـدوة الزراعة العضويـة وزارة الزراعـة بالمملكـة العربيـة السـعودية منظمـة الأغذيـة والزراعةFAO ، الرياض، المملكة العربية السعودية، يناير 2005.

• العربـي، أحمـد محمـد (2007): التشـريعات والمعايـير المنظمـة للزراعـة المسـتدامة في المنطقـة العربيـة، نـدوة السياسـات والتشـريعات الدائمـة للتنميـة الزراعيـة في ظـل منظمـة التجـارة العالميـة، كليـة الزراعة، جامعة عين شمس، القاهرة 5–6 نوفمبر 2007.

• ممـدوح، فـوزي محمـد وأحمـد محمـد العربـي ومحمـد يسـري هاشـم وتوفيـق حافـظ المعطـي (2002): الشـروط المنظمـة لإنتـاج وتجهيـز وتـداول المنتجـات العضويـة. الجـزء الأول، الحاصـلات الزراعيـة، لجنـة الزراعـة العضويـة، المجلـس السـلعي للحاصـلات الزراعيـة، جمهوريـة مصر العربية – 55 صفحة.

References

• Adrian, M. (2006): Organic Futures. The case for organic farming. Green Books, Foxhole, Dartington, totnes, Devon TQ9 6EB, pp. 256. www.greenbooks.co.uk.

• Al-Khatri, S.A.H. (2018): IPM of Dubas bug. Date Palm Pests and Diseases Integrated Management Guide. Beirut, Lebanon: International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA); pp. 68-75.

• Al-Turki, A.I. (2010): Quality assessment of commercially produced composts in Saudi Arabia market. International Journal of Agriculture Research, 5 (2): 70-79.

• Anthonis, G. (1994): Standards for organic fertilizer. Agro Chemicals News-in-Brief, 17: 12–15.

• Arancon, N.Q., Galvis, P.A., Edwards, C.A. (2005): Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology, 96(10), 11371142.

• Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Yardim, E.N., Oliver, T.J., Byrne, R.J. and Keeney, G. (2007): Suppression of two-spotted spider mite, mealy bugs and aphids populations and damage by vermicomposts; Crop Protection., 26, 29 – 39.

• Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S. (2002): Management of plant parasitic nematode population by use of vermicomposts; Proceedings of Brighton Crop Protection Conference on Pests and Diseases, 8B-2, 705–716. (arancon.1@edu.osu).

• Arancon, N.Q., Galvis, P.A. and Edwards, C. A. (2004): Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology 96: 1137–1142. (Available online at: http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2004.10.004).

• Balfour, E.B. (1943): The living soil. London, Faber and Faber.

• Barth, J., Amlinger, F. and Favoino, E. (2012): Development of legal framework on bio-waste management and establishment of Quality Assurance System for Compost and National Organization of Quality Assurance for the Compost. Technical assistance on waste management, Project No TA-2011-KPOS-PP-78. Final Report – 10 September 2012 120910, MS survey, FR, v2.0, EN.doc.

• Berg, M, Haas, G. and Köpke, U. (1997): Grundwasserschonende Landbewirtschaftung durch Organischen Landbau im Vergleich zu integrierten und konventionellen Landbau. In: Kongressband 109. VDLUFA-Kongress Stoff- und Energiebilanzen in der Landwirtschaft, 15.-20. September 1997 in Leipzig. VDLUFA-Schriftenreihe 46.

• Berliner, E. (1911): Uber de schlaffsucht der Mehlmottenraupe. Zeitschrift fur das Gesamstadt 252: 3160-3162.

• Borner, H. (1960): Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. Botanical Review 26:393-424.

• Chaoui, H.I, Edwards, C.A., Brickner, A., Lee, S.S., Arancon, N.Q. (2002): Suppression of the plant parasitic diseases: *Pythium* (damping off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticillium* (wilt) by vermicompost. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference on Pest and Diseases.

• Chellemi, D.O., Olson, S.M. and Mitchel, D.J. (1994a): Effect of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in northern Florida. Plant Disease 78 (12): 1167-1172.

• Chellemi, D.O., Olson, S.M., Scott, J.W., Mitchel, D. J. and McSorley, R. (1994b): Redution of phytoparasitic nematodes on tomato by soil solarization and genotype. Journal of Nematology 25: 800-805.

• Christou, P., Capell, T., Kohli, A., Gatehouse, J.A., and Gatehouse, A.M. (2006): Recent developments and future prospects in insect pest control in transgenic crops. Trends Plant Sci. 11: 302-308.

• Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., Barka E.A. (2005): Use of plant growthpromoting Bacteria (from soil) for biocontrol of plant diseases; Principles, mechanisms of action and future prospects. Appl. Environ. Microbiol., 71 (9), 4951 – 4959.

• Copping, L. G. (ed.) (1998). The BioPesticides Man-

ual. A world compendium. The Britch Crop Protection Council (BCPC): Farnham, UK, pp. 333.

• Copping, L.G. (ed.) (2009). The Manual of Biocontrol Agents 4th Ed. British Crop Production Council (BCPC), Farnham, Surrey, UK; 851 pp.

• Edwards, C.A. and Arancon N.Q. (2004): Vermicompost supress plant pests and diseases attacks. In REDNOVA NEWS: http://www.rednova.com/display.

• Edwards, C.A., Arancon N.Q., Vasko-Bennett M., Askar A., Keeney G. and Little B. (2009): Suppression of green peach aphid (*Myzus persicae*) (Sulz.), citrus mealybug (*Planococcus citri*) (Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts, Crop Protection (2009).

• El-Juhany, L.I. (2010): Degradation of date palm trees and date production in Arab countries: causes and potential rehabilitation. Australian J Basic Appl. Sci 4 (8): 3998-4010.

• Elmer, W.H. (2009): Influence of earthworm activity on soil microbes and soil-borne diseases of vegetables. Plant Dis., 93(2), 175-179.

• FAO (2000): Food safety and quality as affected by organic farming. 22nd. FAO Regional Conference for Europe, Porto, Portugal, 24-28 July 2000, ERC/00/7 (Available at: www.fao.org/docrep/meeting/X4983E.htm

• FAO STATISTICS (2021): World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cb4477en.

• FiBL & IFOAM (2000): Organic farming enhances soil fertility and biodiversity: results from a 21year field trial. FiBL Dossier 1 (August). Zurich, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).

• FiBL & IFOAM – Organics International (2017): The World of Organic Agriculture, Statistics & Emerging Trends 2017, Frick and Bonn, pp. 340.

• FiBL & IFOAM – Organics International (2022): The World of Organic Agriculture, Statistics & Emerging Trends 2022, Frick and Bonn, pp. 346.

• FiBL & IFOAM – Organics International (2023): The World of Organic Agriculture, Statistics & Emerging Trends 2022, Frick and Bonn, pp. 358.

• Figueroa, W. (1990): Biocontrol of the banana root borer weevil, *Cosmopolites sordidus* with steinernematid nematodes. Journal of Agriculture, University of Puerto Rico, 74, 15-19.

• Fiume, F. (1994): The use of a plastic tunnel for soil solarization in protected crops in southern Italy. (In Italian with English summary). Informatore Fitopatologico 44 (3): 52 -57. (c. a. Rev. plant Path. 1994, 73: 7961).

• Garg, V.K., Gupta R. and Yadav, A. (2006): Vermicomposting technology for solid waste management, Dept. of Environmental Science and Engineering, Guru Jambheshwar University of Science and Technology. Hisar 125001, Haryana, India.

• Garg, V.K., Gupta R. and Yadav, A. (2007): Potential of Vermicomposting technology in solid waste management. In: Pandey A et al (eds) Current developments in solid state fermentation. Asia-Tech Publishers Inc., New Delhi, pp 468–511.

• Gaur A.C. (1982): A practical manual of rural composting, project field document no. 15 FAO, p 102.

• Gaur A.C. (2006): Handbook of organic farming and biofertilizers. Ambica Book Publication, Jaipur.

• Geier, B. (1998): A Look at the Development of IFOAM in its First 25 Years. Bonn: IFOAM.

• Haas, G. (1997): Argumentationsleitfaden. Teil I. 2-69. In: Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau & Bund für Umwelt und Naturschutz (eds.) Wasserschutz durch Ökologischen Landbau- Leitfaden für die Wasserwirtschaft. Darmstadt, Bonn, 148 S.

• Haas, G. and Köpke, U. (1994a): Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung. Studie (H) im Auftrag der Enquetekomission des Deutschen Bundestages Schutz der Erdatmosphäre. Karlsruhe, Economica Verlag.

• Haas, G. & Köpke, U. (1994b): Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung. In Enquète-Kommission Schutz der Erdatmosphäre des Deutschen Bundestages ed. Schutz der Grünen Erde Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder pp. 92-196. Bonn, Economica Verlag.

• Haas, G., Geier, U., Schulz, D.G. and Köpke, U. (1995): CO_2-Balance: Can the CO_2- Efficiency of Organic Farming be Used as a Guide for Developing Agricultural Production Systems in the Third World?

Plant Research and Development, Vol. 41/42, Institute for Scientific Cooperation, Tübingen, 15 – 25.

• Haga, K. (1990): Production of compost from organic wastes. FFTC (Food and Fertilizer Technology Center)/ASPAC Extension Bulletin, No. 311, 1-18.

• Hall, F.R., and Menn, J.J. (Eds.) (1999): Biopesticides: use and delivery. Humana Press Inc., Totowa, NJ., pp. 619.

• Hassan, B.R.; Al-Jaboory I.J.; Al-Rubeai, H. F. and Viggiani. G. (2004): *Pseudoligosita babylonica* n. sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), egg parasitoid of *Ommatissus lybicus* Bergevin (Homoptera: Tropiduchidae) in Iraq. Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri (59): 75-78.

• Hegazi, E.M., Agamy, E., Hassan, S., Hertz, A., Khafagi, W., Showel, S., Abo-Abdala, L., Ziton, A., El-Said, S., El-Shazly, A., El-Menshawy, A., Karam, H., Khamis, N. and El-Kemny, S. (2004): Successful application of inundative releases of the egg parasitoid *Trichogramma evanescens* West. to control the olive moth, *Prays oleae* Bern. 1st Arab Conference of Applied Biological Pest Control, Cairo, Egypt, 5-7 April 2004.

• Hinman, T. and Ames, G. (2011): Apples Organic Production Guide. Attra, sustainable Agriculture © NCAT, IP020, 40 pages. A project of the National Center for Appropriate Technology. www.attra.org/attra-pub/apple.html

• Hsieh, C.F. and K.N. Hsu. (1993): A survey on the mineral nutrient content of the different kinds of organic material in Taiwan. In: Research Report No. 302. Taichung District Agricultural Improvement Station, Changhua, Taiwan. http://query.nytimes.com/search/abstract, res=FA0D13FE355A0C718EDDA10894D8404482).

• IFOAM (1998): Organic Agriculture, the credible solution for the XXIst century: the 12th International IFOAM Scientific Conference: November 15th-19th, 1998, Mar del Plata, Argentina.

• IFOAM (2000): International Federation of Organic Agriculture Movements basic standards for organic production and processing. IFOAM, Tholey-Theley, Germany (available at: www.ifoam.org/standard/index, neu.html).

• Jack, Allison. (2010): Suppression of plant pathogens with vermicomposts; In CA Edwards, NQ Arancon, and RL Sherman (Eds.) 'Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management'., Boca Raton, FL, CRC Press (US)., p.623.

• Katan, J. (1980): Solar pasteurization of soils for disease control: studies and prospects. Plant Disease 64: 450 – 454.

• Katan, J., and Devay, J. (1991): Soil solarization. Boca Raton: CRC press.

• Kinawy, M.M. (1991): Biological control of the coconut scale insect (*Aspidiotus destructor* Sign., Homoptera: Diaspididae) in the Southern Region of Oman (Dhofar). Tropical Pest Management, London, United Kingdom, Vol. 37, no. 4, pp. 387 - 389.

• Kinawy, M.M. (2012): Organic Agriculture & Fertilization and Pests Control Strategies, Scientific Seminar, Royal Garden & Farms, Diwan of royal, Sultanate of Oman.

• Kinawy, M.M. and Hussein, M.H. (1987): Biological control of the citrus black fly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, Homoptera: Aleyrodidae) in South Oman. Bull. Fac. of Agric. Univ. of Cairo, 38 (1): 233 - 242.

• Kinawy, M.M.; Al-waili, H.M. and Almandhari, A. M. (2008): Review of the Successful Classical Biological Control Programs in Sultanate of Oman. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 18 (1), 2008, 1-10.

• Landmanagement (2008): Seminar and Training Program on Humusmanagement and Composting. In Barraba, Australia, from August 11th to 16th 2008, Landmanagement United Research for Soil.

• Lee, J.M. (1994): Cultivation of Grafted Vegetables I. Current Status, Grafting Methods, and Benefits, Hort. Sci. 29(4):235-239.

• Luttikholt, L.W.M. (2007): Principles of organic agriculture as formulated by the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences, 54:4, 347-360, DOI: 10.1016/S1573-5214(07)80008-X.

• Mafra-Neto, A. and Baker, T.C. (1996): Timed, metered sprays of pheromone disrupt mating of *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). J, Agric. Entomol. 13: 149-168.

• Marrone P.G. (2007): Barriers to adoption of biological control agents and biological pesticides,

CAB reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources 2(51). CAB International, Wallingford.

• Martin, D.L. & Gershuny, G. (1992): The Rodale book of composting, Easy Methods for Every Gardener. New, Revised Edition. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania.

• Mohammad, A.A., Monir, M. M. and Hussein, A.E. (2004): Release of *Trichogramma evanescens* (West.) in Date Palm fields as an Eco-biological agent for suppression insect's infestation in Date Palms at El-Bahria Oases, Giza, Egypt. 1st Arab Conference of Applied Biological Pest Control, Cairo, Egypt, 5-7 April 2004.

• Mollison, B.C. and Holmgren, D. (1990). Permaculture one : a perennial agriculture for human settlements. Tagari, Australia. ISBN: 978-0-908228-03-4

• NOP. (2000): USDA National Organic Program regulations, 7CFR 205.206(b)(3) and 205203(d)(2) http://www.ams.usda.gov/nop

• Oatman, E.R. and Platner, G.R. (1985): Biological control of two avocado pests. California Agriculture, 1985, 39 (11/12): 21-23.

• Paffrath, A. (1994): Geringere Stickstoffverluste durch Auswaschung im ökologischen Landbau. Ökologie und Landbau, 90, 9-10.

• Pfiffner, L., Häring, A., Dabbert, S., Stolze, M. & Piorr, A. (2001): Contributions of organic farming to a sustainable environment. In Ministry of Food, Agriculture and Fisheries European Conference: Organic Food and Farming - Towards Partnership and Action in Europe, 10-11 May 2001, Copenhagen.

• Pullman, G.S., DeVay J. E., Elmore C.L. and Hart W.H. (1984): Soil solarization: a non-chemical method for controlling diseases and pests. Univ. Calif., Div. Agric. & Nat. Res. Leaflet 21377. 8 p.

• Queiroz, A.P., Costa, C.O., Favetti, B.M., Silva, G.V. and Bueno, A.F. (2020): Effects of parasitoid and host age on the parasitism of *Trichogramma pretiosum* on eggs of *Anticarsia gemmatalis*. Rev. Bras. Entomol [Internet]. [cited 2020, Oct. 23]; 64(2): e2019105. Available from: https://bit.ly/2Hr7CLw.

• Rasmussen, R.R. et al. (1980): Crop residue influences on soil carbon and nitrogen in a wheat-fallow system. Soil Science Society of America Proceedings. Volume 44. p. 596-600.

• Reitmayr, T (1995). Entwicklungen eines rechnergestützten Kennzahlensystems zur ökonomischen und ökologischen Beurteilung von agrarischen Bewirtschaftungsformen - dargestellt an einem Beispiel. Agrarwirtschaft Sonderheft 147.

• Ristaino, J.B., and Thomas, W. (1997): Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole: can we fill the gaps? Plant Dis. 81:964-977. 28. Sarwar, M., Kirkegaard, J. A., Wong, P. T.

• Ristaino, J.B., Perry, K.B. and Lumsden, R.D. (1991): Effect of solirazation and *Gliocladium virens* on *Sclerotium rolfsii*, soil microbiota, and the incidence of southern blight of tomato. Phytopathology 81: 1117 – 1124.

• Ronald, E.G. and Donald, E.D., (1977): Earthworms for Ecology and Profit, Vol. 2, 'Earthworm and the Ecology'. Bookworm Publishing Company, Ontario, California.ISBN: 0-916302-01-6.

• Sarrantonio, Marianne. (1994): Northeast Cover Crop Handbook. Rodale Institute, Emmaus, Pennsylvania. 118 p.

• Sen Selvan, P., Grewal, S., Gauglar, R. and Tomalak, M. (1994): Evaluation of steinernematid nematodes against *Popillia japonica* larvae: species, strains, and rinse after application. Journal of Economic Entomology 87 (3), 605-609.

• Shelton, A.M., Zhao, J.Z., and Roush, R.T. (2002): Economic, ecological, food safety, and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. Annu. Rev. Entomol. 47: 845-881.

• Siddique, J., Khan, A.A., Hussain, I. and Akhter S. (2005): Growth and Reproduction of Earthworm (*Eisenia fetida*) in Different Organic Media. Pakistan J. Zool., vol. 37(3), pp. 211-214, 2005.

• Smilde, K.W. (1989): Nutrient supply and soil fertility. In: Zadoks, J C (ed.) (1989) Development of farming systems: Evaluation of the five-year period 1980-84. Pudoc., Wageningen.

• Smith S. M. (1996): Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential for their use. Annu. Rev. Entomol. 41: 375–406.

• Smith, M.T., Georgis, R., Nyczepir, P. and Miller, R.W. (1993): Biological Control of the Pecan Weevil, *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae), with Entomopathogenic Nematodes, Journal of Nematology, 25 (1): 78-82.

• Stanley, D. (1998): Particle films, a new kind of plant protectant. Agricultural Research Magazine 46:11. USDA Agricultural Research Service.

• Stevens, C., Khan, V.A., Okoronkwo, T., Tang, A.Y., Wilson, M.A., Lu, J. and Brown J.E. (1990): Soil solarization and Dacthal: influence on weeds, growth and root microflora of collards. Hort. Science 25: 1260 – 1262.

• Stolze, M., Piorr, A., Häring, A. & Dabbert, S. (2000): The environmental impacts of organic farming in Europe. Organic Farming in Europe: Economics and Policy, Volume 6. Universität Hohenheim; Stuttgart-Hohenheim, 127 pp.

• Sullivan, P. (2003): Overview of cover crops and green manures. In: Williams P (ed) Fundamentals of sustainable agriculture, pp 1–16. ATTRA, National Center for Appropriate Technology, Fayetteville. http://www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/covercrop.pdf.

• The Natural History Museum. (2002): Ref. No. ENQ 2002/734, 11 September 2002. Identification of *Oligosita* sp. from Oman.

• Tobiessen, P. and M.B. Werner. (1980): Hardwood seedling survival under plantations of Scotch pine and red pine in central New York. Ecology 61:25-29.

• Van Frankenhuyzen, K. (1993): The challenge of *Bacillus thuringiensis*. In *Bacillus thuringiensis*, an environmental biopesticide: theory and practice (eds. P. F. Entwistle, J. S. Cory, M. J. Bailey and S. Higgs), pp. 1 – 35, John Wiley & Sons, Chichester.

• Viggiani, G. (2008): Identification of Dubas bug egg parasitoid *Pseudoligosita babylonica* from Oman (Personal Contact).

• Wajnberg, E. and Hassan, S. A. (1994): Biological control with egg parasitoids. CAB International, International Institute of Biological Control, Silwood Park, Buckhurst Road, Ascot, Berkshire SL5 7TA, UK: 286 pp.

• Wang, C., Sun, Z., Liu, Y., Zheng, D., Liu, X., Li, S. (2007): Earthworm polysaccharide and its anti-bacterial function on plant-pathogen microbes in vitro; European J. Of Soil Biol., 43, 135-142.

• Wang, K.H. and McSorley, R. (2009): Management of nematodes and soil fertility with sunn hemp cover crop. Publication #ENY-717. Univ. of Florida, IFAS Extension. http://edis.ifas.ufl.edu/ng043 (accessed 27 July 2012).

• Whittaker, R. H. (1970): The biochemical ecology of higher plants. In Sondheimer, E. and B. Simeone (eds.), Chemical Ecology, pp. 43-70. Academic Press, New York, N.Y., USA.

• Yamakawa, B. (1983): Grafting. In: Nishi (ed.). Vegetable Handbook. Yokenda Book Co., Tokyo. (In Japanese).

• Yardim, E.N., Arancon, A.Q., Edwards, C.A., Oliver, T.J., Byrne, R.J. (2006): Suppression of tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*) and cucumber beetles (*Acalymma vittatum* and *Diabotrica undecimpunctata*) populations and damage by vermicomposts. Pedobiology, Vol. 50, pp. 23-29.

الزراعة العضوية

استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات

سعت الأمانة العامة لجائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي منذ تأسيسها في العام 2007 العمل لتحقيق الأهداف التي قامت من أجلها وفق خطة استراتيجية واضحة، وترجمة رؤية القيادة بدولة الإمارات العربية المتحدة، لتنمية وتطوير قطاع زراعة النخيل وإنتاج التمور وتعزيز الابتكار الزراعي ونشر المعرفة العلمية المتخصصة على المستوى الوطني والاقليمي والدولي.

هذا النجاح الذي حققته دولة الإمارات العربية المتحدة، والمصداقية العالية التي حققتها الجائزة خلال ستة عشر عاماً، يأتي بفضل توجيهات القيادة الرشيدة لصاحب السمو الشيخ محمد بن زايد آل نهيان رئيس الدولة، "حفظه الله"، ودعم سمو الشيخ منصور بن زايد آل نهيان، نائب رئيس الدولة، نائب رئيس مجلس الوزراء، وزير ديوان الرئاسة، ومتابعة معالي الشيخ نهيان مبارك آل نهيان، وزير التسامح والتعايش، رئيس مجلس أمناء الجائزة. وهذا يؤكد من جديد على الأهمية الاستراتيجية التي يمثلها قطاع زراعة النخيل وإنتاج التمور من أجل تعزيز الأمن الغذائي ودعم الاقتصاد الوطني لتحقيق التنمية المستدامة.

وتثميناً لهذا الدور تسعى الأمانة العامة للجائزة بشكل دوري إلى نشر المعرفة وتمكين الفئات المستهدفة، عبر إصدار الكتب العلمية المتخصصة في مختلف الموضوعات المتعلقة بهذا القطاع. ويأتي كتاب "الزراعة العضوية، استراتيجيات التسميد ومكافحة الآفات" ضمن هذا السياق، لما في ذلك من أهمية في تنمية وتطوير هذا القطاع.

أ.د. عبد الوهاب زايد

أمين عام جائزة خليفة الدولية
لنخيل التمر والابتكار الزراعي