التأثيرات المحتملة

للتغيرات المناخية

على الآفات الزراعية

يتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية لمزيد من الظروف المواتية لتأسيس وانتشار الآفات الزراعية الرئيسية (الحشرات، مسببات الأمراض النباتية، الأعشاب الضارة)، بما في ذلك الأنواع الغازية، وأيضاً المتوطنة التي يتوقع تغيير ملاءمة المناخ المحلي لها، ومن ثم التغير في توزيعها أو حتمية الأقلمة لملائمة الظروف الجديدة. ومع تقبل المجتمع العلمي الآن بشكل عام التغير العالمي للمناخ كحقيقة واقعة، فإن هناك العديد من الآثار البيولوجية التي يمكن توقعها، بما في ذلك التعديلات في توزيع الأنواع والتغيرات في وفرة العديد من عشائرها خلال العقود القليلة القادمة، نتيجة للتأثيرات الفسيولوجية والتغيرات في العوامل اللا أحيائية (Chander et al، 2016، Shrestha، 2019، Peace، 2020، FAO، 2021). لعل الهاجس الأكبر الذي يشغل أذهان الكثير من المهتمين هو ظهور وتفشي الآفات وتأسيس أنواع غازية لم تكن معروفة بالأنظمة البيئية الزراعية، على غرار التي حدثت خلال العقود الماضية خاصة الأنواع الحشرية (مثل: سوسة النخيل الحمراء، حافرة أوراق الطماطم/ توتا أبسليوتا، ودودة الحشد الخريفية)، ومسببات الأمراض (مثل: ذبول الموز الفيوزارمي، إخضرار الموالح/ مرض التخضير الآسيوي، الزيليلا)، والأعشاب (مثل: البارثينيوم، سينتوريا سولستشاليس، الإيفوربيا).

أ. د. محمد السعيد صالح الزميتي

أستاذ وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة عين شمس

elzemaity_said@agr.asu.edu.eg

وفي الحقيقة، فإن هناك أسئلة مهمة تتبادر إلى ذهن عامة الناس فيما يتعلق بالظواهر المختلفة للتغيرات المناخية من ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة مستوى ثاني أكسيد الكربون، التغيير في الرطوبة وهطول الأمطار، وغيرها. ومن بين هذه الأسئلة: هل سينحصر تأثير مثل هذه التغيرات على الآفات نفسها؟ وماهي مظاهر هذا التأثير؟ وهل ستتغير بيولوجيا بعض الأنواع ؟ وما إذا كان هذا التغيير سيؤثر أيضا على صحة الإنسان والحيوان؟ وتهتم هذه المقالة بمحاولة الإجابة على بعض هذه الأسئلة.

2. تأثير التغيرات المناخية على الحشرات

الحشرات كائنات من ذوات الدم البارد – درجة حرارة أجسامها هي نفسها تقريبًا مثل البيئة. لذلك، ربما تكون درجة الحرارة هي العامل البيئي الأكثر أهمية الذي يؤثر على سلوك الحشرات وتوزيعها وتطورها وتكاثرها وبقائها على قيد الحياة. ويعتقد بعض الباحثين أن تأثير درجة الحرارة على الحشرات تطغى إلى حد كبير على تأثيرات العوامل البيئية الأخرى (Bale et al., 2002). وتشير التقديرات إلى أنه مع زيادة درجة الحرارة بمقدار 2 درجة مئوية، فإن دورة حياة الحشرات سوف تزداد بمعدل 1–5 دورات حياة إضافية لكل موسم. ووجد باحثون آخرون أن تأثيرات الرطوبة وثاني أكسيد الكربون على الحشرات يمكن أن تكون لها اعتبارات/ ظروف مهمة في وضع تغير المناخ العالمي.

2. 1. تأثير التغيرات في درجات الحرارة، هطول الأمطار، ارتفاع ثاني أكسيد الكربون

2. 1. 1. درجات الحرارة المرتفعة

يمكن أن يؤثر تغير المناخ الذي يؤدي إلى زيادة درجة الحرارة على تجمعات/ عشائر آفات المحاصيل الحشرية بعدة طرق معقدة. على الرغم من أن تأثيرات درجة الحرارة (بسبب تغير المناخ) قد تميل إلى تقليل من عشائر الحشرات، ويبدو أن معظم الباحثين يتفقون على أن درجات الحرارة الأكثر دفئًا في المناخات المعتدلة ستؤدي إلى المزيد من الأنواع وزيادة أعداد/ عشائر الحشرات. وحيث أن النواحي الفسيولوجية للحشرات تعتبر حساسة للغاية للتغيرات في درجة الحرارة، فإن معدل التمثيل الغذائي لها يميل إلى زيادتها إلى الضعف تقريبًا بزيادة قدرها 10 درجة مئوية. في هذا السياق، أشارت بحوث كثيرة أن ارتفاع درجة الحرارة يميل إلى تسريع استهلاك الحشرات، التطور والحركة، والتي يمكن أن تؤثر على ديناميكيات العشائر، البقاء على قيد الحياة أو طول فترة الجيل، ووقت التوليد، حجم العشيرة، والمدى الجغرافي (Bale et al., 2002).

الأنواع التي لايمكن أن تتكيف وتتطور مع زيادة درجات الحرارة، فإنه يصعب عليها الحفاظ على عشائرها/ تجمعاتها، بينما الأنواع الأخرى يمكن أن تزدهر وتتكاثر بسرعة. وبصفة عامة فإن درجة الحرارة تلعب دورًا مهمًا في التمثيل الغذائي والتحول والتنقل وتوفر العائل/ المضيف، الذي يحدد إمكانية حدوث تغييرات في تعداد الآفات وديناميكاتها، ويوضح شكل (1) مظاهر إستجابة الآفات الحشرية لارتفاع درجة الحرارة.

2. 1. 2. التغيرات في هطول الأمطار

بعض الحشرات حساسة للتساقط وتقتل أو تُبعد عن المحاصيل بسبب الأمطار الغزيرة. يتوقع مع تكرار هطول الأمطار الشديدة مع تغير المناخ، حدوث تأثيرا سلبًيا على بعض الحشرات. ويمكن أن تؤثر تغيرات هطول الأمطار على الحشرات المفترسة والطفيليات، والأمراض التي تؤدي إلى ديناميكية معقدة. تفضل مسببات الأمراض

شكل (1)، تأثير ارتفاع درجات الحرارة على الآفات الحشرية

الفطرية للحشرات الرطوبة العالية، ويتوقع أن يتزايد معدل حدوثها بسبب التغيرات المناخية التي تطيل فترات الرطوبة العالية، أوتقل بسبب تلك التي تؤدي إلى ظروف أكثر جفافاً. ويوضح شكل (2) تأثير هطول الأمطار الغزيرة والجفاف على الآفات الحشرية الزراعية.

ربما يكون الجراد الصحراوي (Schistocerca gregaria) هو النوع الأكثر أهمية على مستوى العالم. حيث أنه لديه مقدرة إنتشار وتوزيع واسعة من شمال إفريقيا إلى الشرق الأوسط وشبه القارة الهندية، ويسبب خسائر فادحة في المحاصيل. علاوة على ذلك، فإن تفشي مثل هذه الآفة يحدث بسبب التغيرات في هطول الأمطار. يوفر المطر تربة رطبة لوضع بويضات الجراد، التي تحتاج بدورها إلى امتصاص الماء في حين تساعد الأمطار على نمو النباتات كغذاء ومأوى. في عام 2004، تم غزو أسراب الجراد لأكثر من عشر دول في غرب وشمال إفريقيا، ودمرت النباتات والمحاصيل، ووصلت أيضًا إلى جزر الكناري وجزر ومنطقة البحر الكاريبي. يتكون كل سرب من ملايين الأفراد، وأحيانًا تغطي مساحات قد تصل لعدد من الهكتارات. مع زيادة وتيرة وشدة أحداث هطول الأمطار المتوقعة في المستقبل، من المرجح أن يصبح تفشي الجراد أكثر شيوعًا مع فصل الشتاء، حيث أن الأمطار قد تؤدي في منطقة الساحل إلى زيادة التكاثر (Rehman and Kumar, 2018).

2. 1. 3. ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون

بشكل عام، يُعتقد أن تأثيرات ثاني أكسيد الكربون على الحشرات غير مباشرة، وهي تؤثر على نتائج الضرر الذي تسببه الحشرات من التغييرات في النبات المضيف. وقد جد بعض الباحثين أن ارتفاع ثاني أكسيد الكربون يمكن أن يحدث تأثيرات مهمة على مشاكل الآفات الحشرية. في الآونة الأخيرة، تم استخدام تقنية (FACE) لتهيئة الجو بتركيزات متشابهة من ثاني أكسيد الكربون والأكسجين تبعا لتنبؤات نماذج تغير المناخ لمنتصف القرن الحادي والعشرين. يسمح FACE بالإختبار الحقلي لحالات المحاصيل مع قيود أقل من تلك التي أجريت في الأماكن المغلقة. خلال الموسم المبكر، تسببت زراعة فول الصويا في جو مرتفع من ثاني أكسيد الكربون بنسبة 57٪ في مزيد من أضرار الحشرات (الخنفساء اليابانية، نطاط أوراق البطاطس، دودة جذر الذرة الغربية، وخنفساء الفاصوليا المكسيكية) من تلك التي تزرع في الغلاف الجوي الساري. ويعتقد أن قياس الزيادات في مستويات السكريات البسيطة في أوراق فول الصويا قد تكون قد

شكل (2). تأثير هطول الأمطار الغزيرة والجفاف على الآفات الحشرية الزراعية

حفزت تغذية الحشرات الإضافية (Hamilton et al 2005). لاحظ باحثون آخرون أن مثل هذه الحشرات تتغذى أحيانًا أكثر على الأوراق التي تحتوي على نسبة نيتروجين منخفضة من أجل الحصول على النيتروجين الكافي لعملية التمثيل الغذائي الخاصة بهم. زيادة نسب الكربون إلى النيتروجين في الأنسجة النباتية الناتجة عن زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون قد تبطئ من نمو الحشرات وتزيد من طول مراحل/ أطوار الحياة مما يجعلها عرضة لهجوم الطفيليات. لخص (Stiling and Cornelissen، 2007) استجابات الآفات الحشرية لزيادة ثاني أكسيد الكربون مقارنة بثاني أكسيد الكربون المحيط في 4 نقاط، هي:

1 – زيادة في معدلات استهلاك حوالي ٪17.

2 – انخفاض في وفرة الآفات بحوالي ٪22 .

3 – زيادة وقت التطوير بحوالي ٪4.

4 – انخفاض في معدل النمو النسبي لحوالي ٪9 (شكل 3).

شكل (3). تأثيرزيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على الآفات الحشرية الزراعية

2. 2. تأثير تغير المناخ على الحشرات الغازية

1 - سوسة النخيل الحمراء (Rhynchophorus ferrugineus)

قد يتسع انتشار سوسة النخيل الحمراء بسبب تغير المناخ ويزداد عدد المناطق المواتية لتأسيسها، ومنها على سبيل المثال في شمال الصين (Ge et al، 2015). من المعروف أن هذه الآفة وسعت نطاقها الجغرافي بشكل كبير من موطنها الأصلي في جنوب وجنوب شرق آسيا وتتواجد حاليا في أكثر من 45 دولة، وتتوقع النمذجة البيئية المتخصصة أنه يمكن أن يتسع نطاقها بشكل أكبر (Fiaboe et al، 2012).

2 - دودة الحشد الخريفية (Spodoptera frugiperda)

يتوقع أن توسع الحشرة من نطاقها الجغرافي في المناخات الأكثر دفئًا بسبب قدرتها على التشتت والتكيف مع البيئات المختلفة، والمجموعة الواسعة من المضيفين المحتملين (Ramirez-Cabral et al، 2017). كما أنه قد يحدث انخفاضًا أو حتى اختفاءًا جزئيًا للأنواع في نصف الكرة الجنوبي الأمريكي، بسبب الظروف الأكثر دفئًا وجفافًا المتوقعة هناك في منتصف أو نهاية هذا القرن في شمال شبه القارة. في الاتحاد الأوروبي، يمكن أن توفر بعض المناطق الدافئة في إسبانيا وإيطاليا واليونان ظروفًا مناخية مناسبة لتأسيس هذا النوع، بشكل أساسي من العشائر التي نشأت في شمال إفريقيا (Jeger et al، 2018).

3 - الجراد الصحراوي (Schistocerca gregaria)

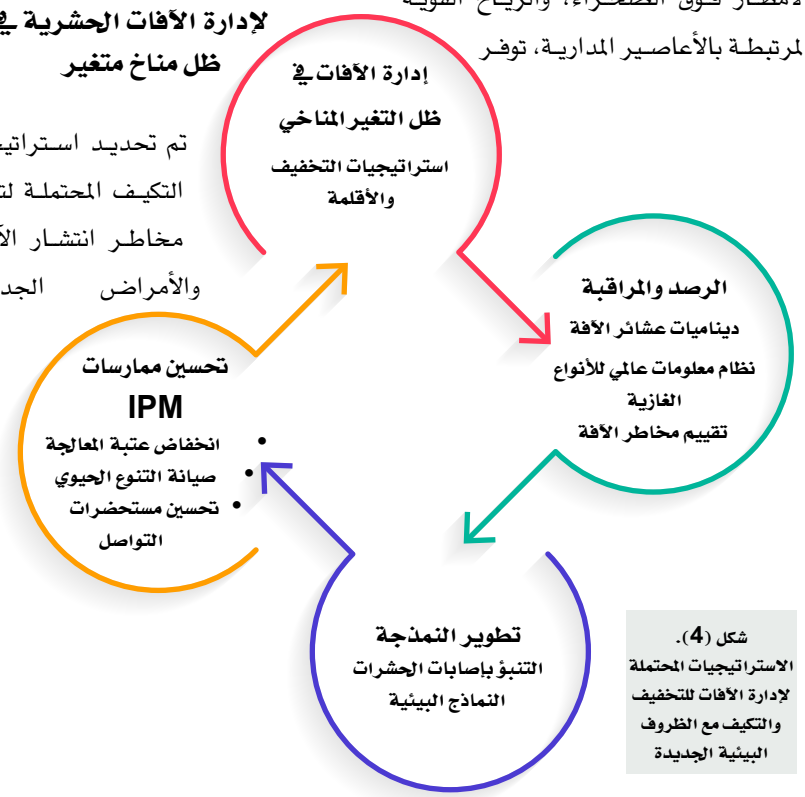
بشكل عام، يتكاثر الجراد الصحراوي على نطاق واسع في المناطق شبه القاحلة، ويمتد من غرب إفريقيا عبر الشرق الأدنى إلى جنوب غرب آسيا، مما

يهدد سبل عيش الناس في أكثر من 65 دولة، يُظهر الجراد الصحراوي تغيرات دورية في شكل جسمه ويمكن أن يتغير على مدى الأجيال استجابة للظروف البيئية من شكل انفرادي عالي الخصوبة وغير مهاجر إلى أسراب جماعية مهاجرة قد تسافر لمسافات طويلة لغزو مناطق جديدة. منذ الستينيات، كان تفشي الجراد أقل تواتراً، ولكن في الفترة 2019 – 2020 لوحظ تكاثر غير مسبوق للجراد في إريتريا والصومال واليمن، بسبب هطول الأمطار الغزيرة بشكل غير عادي في القرن الأفريقي (FAO، 2021). يتغير سلوك وبيئة ووظائف الجراد الصحراوي استجابة لبعض الظروف المناخية. من الصعب إسناد حدث واحد إلى تغير المناخ، ولكن التغيرات المناخية مثل ارتفاع درجة الحرارة وهطول الأمطار فوق الصحراء، والرياح القوية المرتبطة بالأعاصير المدارية، توفر

بيئة مفضلة جديدة لتكاثر الآفة وتنميتها وهجرتها. يشير هذا إلى أن الاحتباس الحراري قد لعب دورًا في توفير الظروف المطلوبة لتطور الجراد وتفشيه وبقاء الجراد على قيد الحياة. لكن تأثير تغير المناخ معقد ويحتاج إلى التعاون الدولي عبر البلدان المتضررة لمواجهة تهديد الجراد (FAO، 2021a). يعتمد المكان الذي ستطير فيه بعد ذلك على اتجاه الرياح وسرعتها ومعايير الطقس الأخرى. وبالتالي، قد يكون لتغير المناخ تأثير على طرق الهجرة المستقبلية للجراد الصحراوي.

2. 3. استراتيجيات التكيف والتخفيف لإدارة الآفات الحشرية في ظل مناخ متغير

تم تحديد استراتيجيات التكيف المحتملة لتقليل مخاطر انتشار الآفات والأمراض الجديدة، والتخفيف من الآثار السلبية من الآفات الموجودة. الإستراتيجيات الأكثر شيوعًا هي ممارسات الإدارة المتكاملة المعدلة للآفات(IPM) ، ورصد المناخ وتعداد الآفات الحشرية واستخدام أدوات النمذجة في التنبؤ (Raza et al، 2014) (شكل 4).



شكل (4). الاستراتيجيات المحتملة لإدارة الآفات للتخفيف والتكيف مع الظروف البيئية الجديدة

3. التغيرات المناخية وتأثيراتها المحتملة على مسببات الأمراض النباتية

غالبًا ما تبدأ دراسة أمراض النبات بمناقشة مثلث المرضية، ومن المعروف، أنه يجب أن تكون الأضلع الثلاث للمثلث – المضيف/ العائل، ومسببات الأمراض، والبيئة موجودة، وأن تتفاعل معا بشكل مناسب حتى يحدث المرض (شكل 5). إذا تم تغيير أي من العوامل الثلاثة، فإنه يمكن أن يحدث تطور وباء مرضي. وبالنسبة للنتائج الرئيسية المتوقعة لتغير المناخ، فإن الزيادات في درجة الحرارة والرطوبة وثاني أكسيد الكربون – يمكن أن تؤثر على الأضلاع الثلاث لمثلث المرضية بطرق مختلفة. وفي الحقيقة، فإنه يصعب التنبؤ الدقيق بتأثير تغير المناخ على أمراض معينة (Petzoldt and Seaman، 2006). ولكن، أشارت أحد الدراسات (Chala and Meseret، 2018) أن هناك 3 تأثيرات/ عواقب رئيسية لدرجات الحرارة الأكثر دفئًا على التفاعلات فيما بين المضيف والممرض، هي:

- الزيادات في معدل تطور مسببات

الأمراض، وانتقالها، وعدد الأجيال كل عام.

- زيادات مسببات الأمراض في الشتاء.
- التغيرات في قابلية العائل للإصابة

3. 1. تأثيرات التغير في درجات الحرارة والرطوبة ومستويات ثاني أكسيد الكربون

3. 1. 1. ارتفاع درجات الحرارة

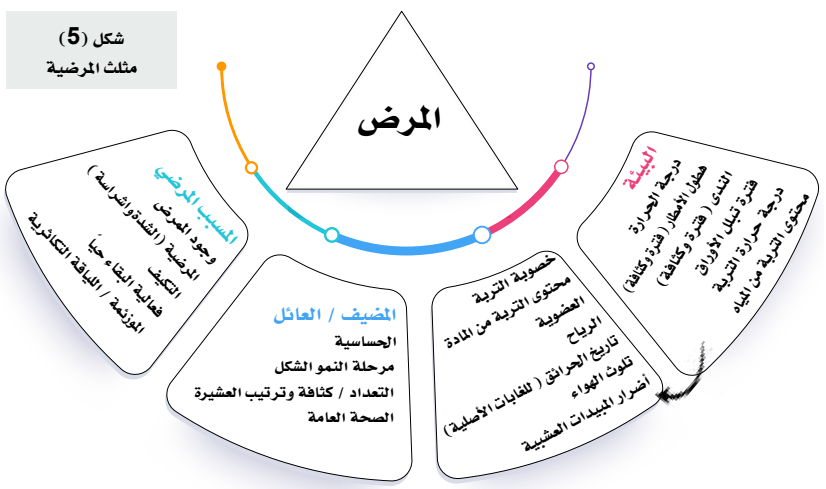
درجة الحرارة لها تأثيرات محتملة على أمراض النبات من خلال نبات المحصول المضيف والعوامل الممرضة. وقد أشارت بعض الأبحاث أن النباتات المضيفة مثل القمح والشوفان تصبح أكثر حساسية وعرضة للإصابة لأمراض الصدأ مع ارتفاع درجة الحرارة، لكن بعض أنواع محاصيل الأعلاف تصبح أكثر مقاومة للفطريات مع ارتفاع درجة الحرارة. وهناك العديد من النماذج الرياضية المفيدة للتنبؤ بأوبئة الأمراض النباتية على أساس الزيادات في نمو العوامل الممرضة والعدوى ضمن نطاقات درجة حرارة محددة. وبصفة عامة، تنمو الفطريات المسببة لأمراض النبات بشكل أفضل في درجات الحرارة المعتدلة. المناطق المناخية المعتدلة التي تشمل مواسم باردة، من المرجح أن يمر متوسط درجات الحرارة بها بفترات أطول من درجات الحرارة المناسبة لنمو مسببات الأمراض وتكاثرها عنها إذا ما كان المناخ دافئًا. على سبيل المثال، النماذج التنبؤية للبطاطس واللفحة المتأخرة في الطماطم التي يسببها فطر الفيتوفثرا (Phytophthora infestans) تظهر أن الفطر يحدث الإصابة ويتكاثر بنجاح خلال فترات الرطوبة العالية التي تحدث عندما تكون درجات الحرارة بين 7.2 – 26.8 درجة مئوية. ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة المبكرة إلى تهديد مبكر من اللفحة المتأخرة مع احتمال حدوث المزيد من الخطورة الوبائية والزيادات في عدد تطبيقات مبيدات الفطريات اللازمة للسيطرة.

3. 1. 2. التغير في الرطوبة

يمكن أن تؤثر الرطوبة على كل من النباتات المضيفة والكائنات المسببة للأمراض بطرق مختلفة. بعض مسببات الأمراض مثل جرب التفاح واللفحة المتأخرة والعديد من مسببات أمراض الخضروات أكثر قدرة لإصابة النباتات ذات الرطوبة المتزايدة - تعتمد النماذج المتوقعة لهذه الأمراض على رطوبة الأوراق، الرطوبة النسبية وقياسات هطول الأمطار. مسببات الأمراض الأخرى مثل البياض الدقيقي تميل الأنواع بها إلى الازدهار في ظروف ذات رطوبة منخفضة. أحداث هطول الأمطار الأكثر تواترًا وتطرفًا التي يتوقعها البعض مع تغير المناخ يمكن أن تؤدي إلى فترات أطول مع بيئات مواتية مسببة للأمراض. تتنبأ بعض نماذج تغير المناخ بتركيزات أعلى لبخار الماء في الغلاف الجوي مع ارتفاع درجة الحرارة، وهذا من شأنه أيضًا أن يساعد على تطور العوامل الممرضة والأمراض.

3. 1. 3. ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون

ينتج عن معدلات نمو الأوراق والسيقان للنباتات المزروعة تحت تركيزات عالية من ثاني أكسيد الكربون مظلات كثيفة ذات رطوبة أعلى تفضل مسببات الأمراض. يمكن أن تؤدي معدلات تحلل النبات المنخفضة التي لوحظت في حالات ارتفاع ثاني أكسيد



شكل (5)
مثلث المرضية

الكربون إلى زيادة بقايا المحاصيل التي يمكن أن تقضي بها الكائنات الحية المرضية في الشتاء، مما يؤدي إلى ارتفاع مستويات اللقاح في بداية موسم النمو، والأوبئة المرضية في وقت مبكر وأسرع. كما يمكن أن يتأثر نمو العوامل الممرضة بارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة إنتاج الجراثيم/ الأبواغ الفطرية. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي ثاني أكسيد الكربون إلى تغييرات فسيولوجية في النبات المضيف يمكن أن تزيد من مقاومة العائل لمسببات الأمراض.

3. 2. تأثير تغير المناخ على مسببات الأمراض النباتية الغازية

1 - الفيوزاريوم أوكسيسبوروم (Fusarium oxysporum f. sp. cubense) TR4

هو المسبب لذبول الموز الفيوزاريومي، ويتوقع أن تزيد درجات الحرارة المرتفعة في الأماكن التي ترتفع فيها درجات الحرارة من 24 إلى 34 درجة مئوية، والظواهر البيئية الشديدة بما في ذلك الأعاصير والعواصف الاستوائية، من خطر الإصابة بالمرض، لا سيما عندما تعاني نباتات الموز من تربة مشبعة بالمياه (Pegg et al، 2019).

2 - بكتيريا الزيليلا Xylella fastidiosa

تصيب العديد من العوائل وخاصة أشجار الزيتون والموالح وغيرها، وقد توقع (Bosso et al، 2016) أن تغير المناخ لن يزيد من خطر الإصابة بالبكتيريا في المستقبل في معظم منطقة البحر الأبيض المتوسط، ولكن يجب أيضًا مراعاة العلاقة الكاملة بين "النبات المضيف وناقلات البكتيريا والبكتيريا" عند التنبؤ بالمخاطر المستقبلية. لحسن الحظ، من المحتمل أن يتأثر أداء النواقل بسبب درجة الحرارة المثلى للغاية وظروف الرطوبة دون المثلى (Godefroid et al، 2020).

3. 3. تأثيرات تغير المناخ على ممارسات إدارة الأمراض النباتية

في حين أن التغيرات الفسيولوجية في النباتات المضيفة قد تؤدي إلى مقاومة أعلى للأمراض تحت سيناريوهات تغير المناخ، إلا أنه يمكن التغلب على مقاومة المضيف للأمراض بسرعة أكبر من خلال المزيد من دورات المرض السريعة، مما يؤدي إلى فرصة أكبر لتطور مسببات الأمراض للتغلب على مقاومة النبات المضيف. قد تتغير فعالية مبيدات الفطريات والجراثيم مع زيادة ثاني أكسيد الكربون والرطوبة ودرجة الحرارة. يمكن أن ينتج عن أحداث هطول الأمطار الأكثر تكرارًا التي تنبأت بها نماذج تغير المناخ، صعوبة في الاحتفاظ بمتبقيات المبيدات الفطريات الملامسة على النباتات، مما يؤدي إلى المزيد من التطبيقات المتكررة.

وأيضا، فإنه يمكن أن تتأثر المبيدات الفطريات الجهازية سلبًا من خلال التغييرات الفسيولوجية التي تبطئ معدلات الامتصاص، مثل فتحات الأستوماتا الأصغر أو الشموع اللاصقة السميكة في نباتات المحاصيل المزروعة تحت درجات حرارة عالية. يمكن أن تتأثر نفس مبيدات الفطريات بشكل إيجابي من خلال زيادة معدلات التمثيل الغذائي للنبات التي يمكن أن تزيد من امتصاص مبيدات الفطريات. لا يُفهم جيدًا كيف تحدث المكافحة البيولوجية التي تحدث بشكل طبيعي لمسببات الأمراض بواسطة الكائنات الحية الميكروبية الأخرى التي يمكن أن تتغير مع تغير مجموعات الكائنات الحية الدقيقة تحت درجة الحرارة المتغيرة وأنظمة الرطوبة، وفي بعض الحالات قد تتفوق الكائنات المعادية على مسببات الأمراض، في حين أن مسببات الأمراض الأخرى قد يتم تفضيلها. استبعاد مسببات الأمراض والحجر الصحي من خلال الضوابط التنظيمية قد تصبح أكثر صعوبة للسلطات لأن مسببات الأمراض غير المتوقعة قد يكون ظهورها أكثر تكرارا في كثير من الأحيان على المحاصيل المستوردة. يتوقع (Priyanka et al، 2020) أن تشمل تدابير مكافحة الأمراض في ظل التغير المناخي الممارسات التالية:

- استخدام نظام الإنذار المبكر المتاح للأمراض.

- تطبيقات المكافحة البيولوجية.
- استخدام قاعدة المعارف التقليدية المحلية لمكافحة الأمراض.
- تقنية تشميس التربة
- تربية أصناف مقاومة للأمراض والآفات والجفاف.
- التتبع الدقيق للتوزيع الجغرافي للأمراض الفيروسية النباتية ونواقلها.
- تنظيمات/ لوائح الصحة النباتية لمنع أو الحد من إدخال مسببات الأمراض النباتية الخطرة.

4. التغيرات المناخية وتأثيراتها المحتملة على الأعشاب

4. 1. تأثير ارتفاع درجة الحرارة وإثراء ثاني أكسيد الكربون وهطول الأمطار

تأثير تغير المناخ على النباتات العشبية قد تتجلى في شكل توسعات النطاق الجغرافي (الهجرة أو الإدخال إلى مناطق جديدة)، تغييرات في دورات حياة الأنواع وديناميكيات العشائر. هجرة الحشائش سوف ينتج عنه بعد ذلك هيكل وتكوين تفاضلي لمجتمعات الأعشاب داخل النظم البيئية الطبيعية والمدارة. ويرى (Peters et al، 2014) أن هناك ثلاثة أنواع متميزة من التحولات في النباتات العشبية، تشمل: (النطاق، التخصص، وتحولات السمات)، وأن مثل هذه التحولات ستكون على مستويات مختلفة (أفقي/ سطحي، المجتمع، العشائر)، على التوالي. وبالطبع، فإن التغييرات في بيولوجيا الحشائش والبيئة وإمكانية التداخل، في أعقاب تغير المناخ، سوف تؤدي إلى تفاعلات معقدة بين المحاصيل والأعشاب الضارة التي تتطلب آليات تكيفية بديلة. وهناك تصور عام أن تغير المناخ سيؤدي إلى تفاضل نمط النمو بين المحاصيل والأعشاب الضارة، وستصبح الأعشاب الرئيسية التي لديها مسار C4 أكثر تنافسية، على الرغم من أن هذا بالتأكيد ليس أمرًا بسيطًا بسبب آليات التكيف في الأنواع العشبية (Ramesh et al.، 2017). هناك مخاوف من أن إثراء ثاني أكسيد الكربون العالمي سيؤثر على الحشائش وغلات المحاصيل بشكل مباشر أو غير مباشر، من خلال الاحترار العالمي والتغيرات المرتبطة به في المناخ، مثل تغير هطول الأمطار ونمط الرياح وارتفاع مستوى سطح البحر والمزيد من الفيضانات والجفاف. تم الإبلاغ عن أن ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون يسبب زيادة في التمثيل الضوئي،

والإنخفاض في التنفس الضوئي والتنفس، وتختلف الأنواع المختلفة في استجابتها لارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون.

وحيث أن الأعشاب الضارة تتسم بخصائص مميزة عن غيرها من الآفات الأخرى، فإن هناك بعض النقاط اللازم إجلائها فيما يتعلق بالتأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية عليها (Ziska، 2006)، وخاصة فيما يتعلق بتأثيرات تغير المناخ على البناء الضوئي والنمو والثغور وكفاءة استخدام المياه، آلية تأثير زيادة ثاني أكسيد الكربون على نمو الحشائش، تأثير ارتفاع درجة الحرارة على الحشائش، تأثير التغيير في هطول الأمطار على نمو الحشائش. قيمت معظم الدراسات المنشورة تأثير عامل واحد (ارتفاع ثاني أكسيد الكربون). وبالطبع، فإن هناك حاجة إلى مزيد من البحث لتقييم التأثيرات التفاعلية لعوامل تغير المناخ المتعددة في وقت واحد، للمساعدة في التنبؤ بكيفية تغير مشاكل الحشائش في المستقبل مع تغير المناخ من أجل تطوير ممارسات مرنة متكاملة لإدارة الأعشاب الضارة والتي تستند إلى أساس المعرفة ببيولوجيا وبيئة الحشائش. ومن المفترض أن المنافسة بين النباتات ستتغير باستجابات مختلفة لارتفاع ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة، وقد يكون لذلك آثار مهمة على المنافسة بين المحاصيل والأعشاب الضارة. ومع ذلك فإن هناك كثير من الأراء التي تشير إلى أن الأعشاب الضارة لن تتأثر كثيرا في ظل ظروف التغير المناخي في المستقبل، بسبب المزيد من القدرة على التكيف والمزيد من التنوع. ولكن سوف يتغير تعداد الحشائش مع تغير المناخ وقد تزداد مخاطر الغزو.

4. 2. تأثير تغير المناخ على الحشائش / الأعشاب الغازية

عشب البارثينيوم Parthenium hysterophorus

يعتقد البعض أن هذا العشب قد غيّر سيناريو الزراعة في العالم وسبب انخفاض إنتاج كثير من المحاصيل، وهو ذو قدرة على الانتشار السريع (بسبب غزارة إنتاج البذور صغيرة الحجم وخفيفة الوزن)، والتأثير الاليلوباثي على النباتات الأخرى، والقدرة التنافسية القوية مع المحاصيل والمخاطر الصحية على الإنسان والحيوان. بصفة عامة، يمكن أن تؤثر التغيرات المناخية البشرية المنشأ (الناتجة عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التغيرات في درجة الحرارة، وثاني أكسيد الكربون، وتواتر الأحداث المناخية المتطرفة مثل الفيضانات، والحرائق، والعواصف الشديدة، وموجات الحرارة) على مراحل متعددة من عملية غزو النبات، من الإدخال الأولي إلى التأسيس والانتشار والتأثير (Thuiller et al، 2008، Diez et al، 2012). وبالتالي، قد يكون للتفاعلات بين تغير المناخ وغزو النباتات تأثير عميق على تفاعلات الأنواع وخدمات النظام البيئي وسبل عيش الناس (Vila et al، 2007).

من ناحية أخرى، تشير الأدبيات إلى أن الأنواع الغازية قد تصبح أكثر تهديدًا في تغير المناخ بسبب استجابتها القوية لارتفاع ثاني أكسيد الكربون وتغير المناخ مقارنة بالأنواع المحلية الأخرى. علاوة على ذلك، أظهرت بعض أنواع الحشائش التي تؤثر بشكل مباشر على صحة الإنسان والحيوان، ومنها البارثينيوم، وذلك من خلال تفاعلات الحساسية أو تهيج الجلد أو التسمم الداخلي (توضح الصور المرفقة التالية أنواع من أعراض التهاب الجلد البارثيني المعروفة). ويعتقد أنه ستكون هناك استجابة إيجابية إلى تغيير المناخ خاصة إلى تركيز ثاني أكسيد الكربون المرتفع عن طريق إنتاج نباتات أعلى في الكتلة الحيوية أو حبوب اللقاح أو المركبات السامة.

5. إستيراتيجيات إدارة الآفات في ظل ظروف التغير المناخي

من المتوقع أن تستجيب النظم الإيكولوجية الزراعية لتغير المناخ فيما يتعلق بالآفات الزراعية بعدة طرق (War et al، 2016)، تشمل: تحولات في التوزيع الجغرافي للآفات الحشرية، حدود درجة حرارة أنواع الآفات والأعداء الطبيعية، اختيار سلالات جديدة متفاوتة الضراوة، التأثيرات التفاضلية على الأعداء الطبيعية للآفات مما يؤدي إلى فصل آليات المكافحة الطبيعية، التغيرات في توافر الغذاء مما يؤدى إلى تحولات الآفات، التغيرات في التفاعلات التنافسية بين المحاصيل والأعشاب. ومن ناحية أخرى، فقد اتفقت الآراء (Pareek et al، 2018، Shrestha، 2019، Asaf، 2020) على أن تأثيرات التغير المناخي على الآفات، ستؤدي لمشاكل متنوعة ستواجه المجتمع بصفة عامة، والعاملين في القطاع الزراعي من المزارعين والمنتجين الزراعيين ومديري إدارة الآفات بصفة خاصة، وأنها قد تشمل ما يلي:

- التغيرات في تنوع ووفرة والتوزيع الجغرافي للآفات الحشرية.
- التغيرات في الأنماط الحيوية للحشرات

وزيادة الحشرات الشتوية.

- نمو العشائر السريع وعدد الأجيال/ التأثير على ديناميكيات انتشار الآفات وتفشيها
- التغيرات في التزامن بين الآفات الحشرية والمحاصيل المضيفة لها/ التأثير على التفاعلات بين المحاصيل والآفات.
- التغيرات في مقاومة النبات المضيف وإدخال عوائل نباتية بديلة.
- انخفاض فعالية عوامل المكافحة البيولوجية والتغيرات في النشاط والوفرة النسبية للأعداء الطبيعيين.
- زيادة مخاطر الإصابة بأنواع الآفات الغازية وظهور وانتشار الأمراض النباتية التي تنتقل عن طريق الحشرات.
- انخفاض فعالية تقنيات حماية المحاصيل/ تقليل فعالية المبيدات الحيوية والمبيدات الحشرية الاصطناعية.
- تغير الملامح وتعطيل تفاعلات الملقحات النباتية (الانقراض أو ظهور ملقحات جديدة، التغييرات في تكوين الملقحات، عدم التزامن في نشاط الملقحات وفينولوجيا النبات).

التأثير على انقراض الأنواع

بالرغم من أن إستيراتيجيات الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) لديها القدرة على توفير حلول مستدامة صديقة للبيئة لمشاكل الآفات. إلا أن الفعالية النسبية لمكونات برامجها مثل مقاومة النبات المضيف، والمبيدات الحيوية، والأعداء الطبيعية، والمواد الكيميائية الاصطناعية، يتوقع أن تصبح عرضة للتغيير نتيجة الاحتباس الحراري. ولا شك أن ذلك، يتطلب تخطيط جهود البحث والتطوير لبرامج (IPM) في المستقبل. ظهر حاليا نهج إدارة الآفات الذكية مناخيًا (CSPM)، وهو نهج شامل لعدة قطاعات يهدف إلى تقليل خسائر المحاصيل التي تسببها الآفات، وتعزيز خدمات النظام البيئي، وتقليل كثافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لكل وحدة من الأغذية المنتجة وتعزيز مرونة النظم الزراعية في مواجهة تغير المناخ (Heeb et al، 2019). ولمواجهة التحدي المقبل لإدارة الآفات في ظل أنظمة تغير المناخ، فإن هناك العديد من التوجهات التي اشارت إليها بعض الجهات والدراسات (Sharma، 2010، Heeb et al، 2019، CABI bioprotectionportal، 2022) تشمل هذه التوجهات:

- تربية أنماط وراثية/ أصناف من المحاصيل المقاومة للمناخ.
- إعادة جدولة تقاويم المحاصيل
- الإعتماد على عمليات المراقبة والتقصي في منع انتشار الآفات والأمراض.
- رسم خرائط المخاطر القائمة على نظم المعلومات الجغرافية لآفات المحاصيل
- غربلة المبيدات مع طريقة فعل جديدة مع الاستخدام الحكيم للمدخلات الكيميائية.

- اعتماد الزراعة العضوية والتوسع في تبني ممارسات االإدارة المتكاملة للآفات للتخفيف من حدة ضغوط الآفات ذات الصلة.
- إدارة صحة التربة والنبات وإستخدام الغطاء الطبيعي لقمع الآفات والأمراض الضارة.
- تناوب المحاصيل لمقاطعة علاقات معينة بين الآفات ونباتات المحاصيل.

وذلك بالإضافة للحلول القائمة على الطبيعة والزراعة الذكية مناخياً. الحلول القائمة على الطبيعة جيدة للزراعة والبيئة، وهي تنطوي على العمل مع الطبيعة لمواجهة التحديات في المجتمع لصالح رفاهية الإنسان والتنوع البيولوجي. بينما تدعم تقنيات الزراعة الذكية مناخياً المزارعين من أجل جعل النظم الزراعية أكثر استدامة، الحد من آثار تغير المناخ، تقليل الانبعاثات المسببة لتغير المناخ، منع فقدان التنوع البيولوجي وتحسين صحة التربة.

المصادر:

- Asaf, C. (2020). Impact of Climate Change Variables on Crop Pests and Mitigation Strategies: A Review. Plant Archives Volume 20 No. 2020 ,1 pp. 3254-3248
- Bale, J.S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C.Coulson and J. Farrar (2002). Herbivory in global climate change research: Direct effects of rising temperature on insect herbivores. Glob. Chang. Biol. 16–1 ,8 ,2002.
- Bosso, L., D. Russo, M, D. Febbraro, G. Cristinzio and A. Zoina (2016). Potential distribution of Xylella fastidiosa in Italy: A maximum entropy model. Phytopathologia Mediterranea, 72–62 :55.
- CABI bioprotectionportal (2022). Pests and climate change: using nature-based solutions to avoid risks. Available at: https://bioprotectionportal.com/blog/2022/pests-and-climate-change-using-nature-based-solutions
- Chala, D., and T. Meseret (2018). Effect of Elevated CO2 and Temperature on Crop-Disease Interactions under Rapid Climate Change. Int J Environ Sci Nat Res. 555851 :(1)13 ;2018. DOI: 10.19080/IJESNR.2018.12.555851.
- Chander,S., M. Husain and V. Pal (2016). Insect Pest Management in Climate Change. In: Chattopadhyay, C., and D. Prasad (eds), Dynamics of Crop Protection and Climate Change. Studera Press 2016.
- Diez J.M., C.M. D'Antonio, J. S. Dukes,E. D. Grosholz, J. D. Olden, C.J. Sorte, D.M. Blumenthal, B.A. Bradley, R. Early and E.Z. Iban (2012). Will extreme climatic events facilitate biological invasions? Front Ecol Environ ,2012 257-10:249.
- FAO (2021). Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat. https://doi.org/10.4060/cb4769en
- FAO (2021a). Desert locust upsurge – progress report on the response in Southwest Asia (May–December 2020). Rome, FAO. 18 pp. (also available at http://www.fao.org/3/cb2358en/cb2358en.pdf).
- Fiaboe, K.K.M., A.T. Peterson, M.T.K. Kairo and A.L. Roda (2012). Predicting the potential worldwide distribution of the red palm weevil Rhynchophorus ferrugineus (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) using ecological niche modeling. Florida Entomologist, 673–559 :95.
- Ge X., S. He, T. Wang, W. Yan and S. Zong (2015). Potential distribution predicted for Rhynchophorus ferrugineus in China under different climate warming scenarios. PLoS ONE 10)10): e0141111 [online]. [Cited 28 December 2020]. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141111
- Godefroid, M., A. Cruaud, J.C. Streito, J.Y. Rasplus and J.P. Rossi (2018). Climate change and the potential distribution of Xylella fastidiosa in Europe. bioRxiv, hal02791548-f [online]. [Cited 28 December 2020]. https://hal.inrae.fr/hal- 02791548/docum.ent
- Hamilton, J.G., O. Dermody, M. Aldea, A.R. Zangerl, A. Rogers, M.R.

Climate Change in Agricultural Insect Pest". Acta Scientific Agriculture 80-74 :(2019) 3.12.

- Stiling, P., and T. Cornelissen (2007). How does elevated carbon dioxide (CO2) affect plant–herbivore interactions? A field experiment and meta-analysis of CO-2mediated changes on plant chemistry and herbivore performance. Glob. Chang. Biol. 1842–1823 ,13 ,2007.
- Sun, Y., J. Ding, E. Siemann and S. R Keller (2020). Biocontrol of invasive weeds under climate change: progress, challenges and management implications. Current Opinion in Insect Science ,2020 78–38:72. Available at: www.sciencedirect.com
- Thuiller W., D.M. Richardson and G.F. Midgley (2008). Will climate change promote alien plant invasions? Biological Invasions. Springer; 211-2008:197.
- Vila, M., J.D. Corbin, J. S. Dukes, J. Pino and S. D. Smith (2007). Linking plant invasions to global environmental change. Terrestrial Ecosystems in a Changing World. Springer; 102-2007:93.
- War,A. R., G. K. Taggar, M. Y. War and B. Hussain (2016). Impact of climate change on insect pests, plant chemical ecology, tritrophic interactions and food production. International Journal of Clinical and Biological Sciences Volume 1, Issue 2, July-Dec 2016, pp 29-16
- Ziska,L. H. (2006). Climate Change Impacts on Weeds. University of Vermont Extension, New York State College of Agriculture and Life Sciences 2006. Available at: http://www.demeter.org.es/pdf/investi_a/Climate_Change_Impacts_on_Weeds.pdf.

diseases and management strategies: A review. International Journal of Chemical Studies ;2020 2973-2968 :(2)8

- Ramesh, K., A. Matloob, F. Aslam, S.K. Florentine and B.S. Chauhan (2017) Weeds in a Changing Climate: Vulnerabilities, Consequences, and Implications for Future Weed Management. Front. Plant Sci. 8:95. doi: 10.3389/fpls.2017.00095
- Ramirez-Cabral, N.Y.Z, L. Kumar and F. Shabani (2017). Future climate scenarios project a decrease in the risk of fall armyworm outbreaks. The Journal of Agricultural Science, :(8)155 1238–1219.
- Raza, M.M., M. A. Khan, M. Arshad, M. Sagheer, Z. Sattar, J. Shafi, E. U. Haq, A. Ali, U. Aslam, A. Mushtaq, (2014). Impact of global warming on insects. Arch. Phytopathol. Plant Prot. ,48 ,2014 94–84.
- Rehman, S.A., and R. Kumar (2018). Scenario of insect pests under changing climatic situations. International Journal of Chemical Studies 81-77 :(3)6 ;2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/329659217_Scenario_of_insect_pests_under_changing_climatic_situationslink/5c13f078a6fdcc494ff50d2b/download
- Sharma, H.C. (2010). Effect of climate change on IPM in grain legumes. In: Fifth International Food Legumes Research Conference (IFLRC V), and the Seventh European Conference on Grain Legumes (AEP VII), 26.30 April 2010, Anatalaya, Turkey.
- Shrestha, S. (2019). "Effects of Climate Change in Agricultural Insect Pest". Acta Scientific Agriculture 80-74 :(2019) 3.12.
- Shrestha, S. (2019). "Effects of

Berenbaum, and E. Delucia (2005). Anthropogenic Changes in Tropospheric Composition Increase Susceptibility of Soybean to Insect Herbivory. Envirn. Entomol. 34:2 485-479.

- Heeb, L., E. Jenner and M. J. W. Cock (2019). Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. Journal of Pest Science (969–92:951 (2019
- Jeger, M., C. Bragard, D. Caffier, T. Candresse, E. Chatzivassiliou, K. Dehnen-Schmutz and G. Gilioli (2018). Pest risk assessment of Spodoptera frugiperda for the European Union. EFSA Journal, 5351 :(8)16 [online]. [Cited 6 April 2021]. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5351
- Pareek, A., B.M. Meena, S. Sharma, M.L. Tetarwal, R.K. Kalyan and B.L. Meena (2018). Impact of Climate Change on Insect Pests and Their Management Strategies. Available at: https://www.researchgate.net/publication/328476222
- Peace, N. (2020). Impact of Climate Change on Insects, Pest, Diseases and Animal Biodiversity. Int J Environ Sci Nat Res 5)23): IJESNR.MS.ID.2020) 556123)
- Peters, K., L. Breitsameter and B. Gerowitt (2014). Impact of climate change on weeds in agriculture: a review. Agron. Sustain. Dev. ,34 721–707. doi: 10.1007/s-014-13593 2-0245
- Petzoldt, C., and A. Seaman (2006). Climate Change Effects on Insects and Pathogens. Available at: https://www.panna.org/sites/default/files/CC20%insects&pests.pdf
- Priyanka, A. K. Meena, S. Varma, V. K. and R.S. Sharma (2020). Impact of climate change on plant