

## إجهاد التلوث Pollution Stress

أ.د.عبدالباسط عودة إبراهيم  
خبير بستانة النخيل/سلطنة عمان  
date\_basra@yahoo.com

لا بد لنا من تعريف مبسط للتلوث (Pollution)، وهو أي تغيير في الصفات الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية للبيئة، ويحدث بفعل انتقال الملوثات من مصادرها المختلفة بكميات مختلفة مسببة ضرراً صحياً واقتصادياً للإنسان وللكائنات الحية الأخرى بما فيها الحياة النباتية. إن النباتات هي المصدر الأساس لتغذية الإنسان وبعض الكائنات الحية الأخرى لما تتمتع به من قدرة على صنع الغذاء وتخزينه في الأجزاء النباتية المختلفة، لذا كان الاهتمام منصباً عليها منذ القدم، حيث تمت تهيئة الظروف المناسبة التي تساعدها على أداء وظائفها وخدمتها بالري والتسميد وعمليات الخدمة الأخرى، لكن النباتات تعرضت للتلوث عبر مختلف المصادر، وأحدث ذلك أضراراً متباينة في النبات بشكل كامل، أو في أجزاء منه في المناطق التي تتعرض للتلوث. وقد تظهر الأضرار بشكل مباشر أو غير مباشر.

أدى تسارع التنمية الزراعية والحضرية والصناعية إلى تلوث امتدت آثاره إلى التربة والماء والهواء وكذلك تلوث مياه الري بفعل الاستخدامات السكانية والزراعية والصناعية، وقد كان لانتشار الصناعات بالقرب من مجاري المياه الطبيعية والامتدادات السكانية والعمراوية وما تفرزه من صرف صناعي وصحي غير معالج ومخلفات السياحة النهرية واستخدام الأسمدة والمبيدات والكيميائيات غير المرشد الإسهام الأكبر في تسارع نسبة التلوث في التربة والمياه وتشكل الحشائش المائية مصدراً آخر للتلوث المائي حيث تنمو فيها عوائل قواقع البلهارسيا فضلاً عن أنها تعيق حركة المياه فتصبح راكدة مما يشكل بؤراً لتوالد البعوض وانتشار مرض الملاريا وغيره من الأمراض. ويختلف علماء البيئة والمناخ في تعريف دقيق ومحدد للمفهوم العلمي للتلوث البيئي وأياً كان التعريف فإن المفهوم العلمي للتلوث البيئي مرتبط بالدرجة الأولى بالنظام الإيكولوجي ( فرع من علم الأحياء يدرس العلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها ) حيث أن كفاءة هذا النظام تقل بدرجة كبيرة وتصاب بشلل تام عند حدوث تغيير في الحركة التوافقية بين العناصر المختلفة، فالتغير الكمي أو النوعي الذي يطرأ على تركيب عناصر النظام يؤدي إلى الخلل فيه، ومن هنا نجد أن التلوث البيئي يعمل على إضافة عنصر غير موجود في النظام البيئي أو انه يزيد أو يقلل وجود أحد عناصره بشكل يؤدي إلى عدم استطاعة النظام البيئي على قبول هذا الأمر مما يؤدي إلى أحداث خلل في هذا النظام.

### درجات التلوث البيئي

حدد العلماء ثلاث درجات للتلوث البيئي، هي:

#### • التلوث المقبول

حيث لا تكاد تخلو منطقة من مناطق الكرة الأرضية من هذه الدرجة من التلوث نظراً لسهولة نقل التلوث بأنواعه المختلفة من مكان إلى آخر سواء كان ذلك بواسطة العوامل المناخية أو البشرية والتلوث المقبول هو

درجة من درجات التلوث التي لا يتأثر بها توازن النظام الإيكولوجي ولا يكون مصحوبا بأي أضرار أو مشاكل بيئية رئيسية .

### • التلوث الأخطر

هو في الدرجة الثانية و تعاني منه كثير من الدول الصناعية ويعود بالدرجة الأولى إلى النشاط الصناعي وزيادة النشاط التعديني والاعتماد بشكل رئيسي على الفحم والبتترول كمصدر للطاقة وهذه المرحلة تعتبر مرحلة متقدمة من مراحل التلوث حيث أن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد المقبول، و يبدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية كما وتتطلب هذه المرحلة إجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية ويتم ذلك عن طريق المعالجة باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كإنشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح به دوليا أو عن طريق سن قوانين وتشريعات وضرائب على المصانع التي تساهم في زيادة نسبة التلوث

### • التلوث المدمر

يمثل المرحلة التي ينهار فيها النظام الإيكولوجي ويصبح غير قادر على العطاء نظرا لاختلاف مستوى الاتزان بشكل جذري ولعل حادثه ( تشرنوبل ) التي وقعت في المفاعلات النووية في الاتحاد السوفيتي سابقا خير مثال للتلوث المدمر حيث أن النظام البيئي انهار كليا ويحتاج إلى سنوات طويلة لإعادة اتزانه بواسطة تدخل العنصر البشري وبتكلفة اقتصادية باهظة ،ويجدر هنا ذكر ما أشار إليه تقرير لمجموعة من خبراء البيئة في الاتحاد السوفييتي سابقا حيث أكدوا أن منطقة تشرنوبل والمناطق المجاورة لها تحتاج إلى حوالي خمسين سنة لإعادة توازنها البيئي وبشكل يسمح بوجود نمط من أنماط الحياة.

## أنماط التلوث البيئي

### (1) تلوث الهواء

يحدث عندما تتواجد جزيئات أو جسيمات عضوية أو غير عضوية في الهواء وبكميات كبيرة لا تستطيع الدخول إلى النظام البيئي وتشكل ضررا على العناصر البيئية، وهو من أكثر أشكال التلوث البيئي انتشارا نظرا لسهولة انتقاله وانتشاره من منطقة إلى أخرى وبفترة زمنية قصيرة نسبيا، ويؤثر هذا النوع من التلوث على الإنسان والحيوان والنبات تأثيرا مباشرا ويخلف آثارا بيئية وصحية واقتصادية واضحة متمثلة في التأثير على صحة الإنسان وانخفاض كفاءته الإنتاجية كما أن التأثير ينتقل إلى الحيوانات ويصيبها بالأمراض المختلفة ويقبل من قيمتها الاقتصادية، أما التأثير على النباتات فواضحة وجليية متمثلة بانخفاض الإنتاجية الزراعية للمناطق التي تعاني من زيادة تركيز الملوثات الهوائية. و هناك تأثيرات غير مباشرة متمثلة في التأثير على النظام المناخي العالمي حيث أن زيادة تركيز بعض الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون يؤدي إلى انحباس حراري يزيد من حرارة الكرة الأرضية وبالتالي يزيد من إنتاج محاصيل الأرز وفول الصويا والقمح في بعض المناطق ولكن ذلك يقلل من القمة الغذائية لهذه المحاصيل لأنه في الوقت الذي تنتج فيه النباتات بذورا أكثر مع ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكربون تكون هذه البذور تحتوي على نسبة من

النيتروجين اقل، النيتروجين مهم لبناء البروتين في جسم الإنسان والحيوان وأكثر ما يحرص عليه العلماء هو زيادة النيتروجين في المحاصيل .

يمكن تصنيف ملوثات الهواء إلى ثلاث مصادر رئيسية و ذلك حسب مصدر و طبيعة الملوثات و هي:

#### ○ مصادر ثابتة

هي من صنع الإنسان والناجمة عن المصانع و المنازل وغيرها من الأماكن الثابتة فعلى سبيل المثال تؤدي صناعة النفط إلى تلوث الهواء بغازات أكسيد الكبريت و النيتروجين و الامونيا وأول أكسيد الكربون و كبريتيد الهيدروجين كما و تنبعث غازات الميثان و أول أكسيد الكربون و الامونيا و كبريتيد الهيدروجين من النفايات العضوية. و تنبعث أكاسيد الحديد من مصانع الحديد و الصلب وغيرها الكثير من الأمثلة لصناعات تؤدي إلى انبعاث غازات ضارة بالبيئة و الإنسان.

#### ○ مصادر متحركة

تشمل وسائل النقل من سيارات و مركبات و طائرات و قطارات و سفن وغيرها حيث تطلق هذه الوسائل العديد من الغازات الضارة مثل أول أكسيد الكربون و أكاسيد النيتروجين والكبريت و أكاسيد و كلوريدات الرصاص وغيرها.

#### ○ مصادر طبيعية

هي الناتجة عن أشعة الشمس مثل الأوزون و الغبار والشوائب الناتجة عن العواصف و الغازات الناجمة عن البراكين و الإشعاعات المنطلقة من التربة و كذلك ما ينتج عن حبوب اللقاح و الميكروبات مثل (البكتيريا و الفطريات و الفيروسات).

## (2) تلوث المياه:

للنظم البيئية المائية علاقات مباشرة وغير مباشرة بحياة الإنسان، فمياهها التي تتبخر تسقط في شكل أمطار ضرورية للحياة على اليابسة، ومدخراتها من المادة الحية النباتية والحيوانية تعتبر مدخرات غذائية للإنسانية جمعاء في المستقبل، كما أن ثروتها المعدنية ذات أهمية بالغة. ونظرا لان الغلاف المائي يمثل أكثر من 70% من مساحة الكرة الأرضية وله أهمية كبيرة كون المياه مصدر رئيس للحياة على سطح الأرض لذا علينا الحفاظ عليه من أجل توازن النظام الإيكولوجي الذي يعتبر في حد ذاته سر استمرارية الحياة. ومن اخطر أشكال هذا التلوث من المنظور العلمي إحداث خلل وتلف في نوعية المياه ونظامها الإيكولوجي بحيث تصبح المياه غير صالحة لاستخداماتها الأساسية وبالتالي يبدأ اتزان هذا النظام بالاختلال حتى يصل إلى الحد الحرج والذي تبدأ معه الآثار الضارة بالظهور على البيئة.

## (3) تلوث التربة:

تتلوث التربة نتيجة استعمال المبيدات والأسمدة المختلفة وإلقاء الفضلات الصناعية، وينعكس ذلك على الكائنات الحية في التربة، وبالتالي على خصوبتها وعلى النبات والحيوان، مما ينعكس أثره على الإنسان في نهاية المطاف.

### ومن أهم الملوثات التي يمكن الإشارة إليها:

1. الهيدروكربونات  
وهي مركبات عضوية طيارة تشمل مدى واسعاً من الكيماويات التي يدخل في تركيبها الكربون (C)، والهيدروجين (H)، وتوجد بصورة طبيعية في الغلاف الجوي ومنها الميثان (CH<sub>4</sub>) وتركيزه 1.68 جزء بالمليون، والمستويات الطبيعية منه لا تسبب أي ضرر، وتنتج الهيدروكربونات من الاحتراق غير الكامل للكازولين في محركات السيارات ومن المذيبات المستعملة في الصناعات المختلفة فضلاً عن انبعاثها من معامل الكيماويات والمصافي النفطية.

2. مركبات الكبريت  
يدخل الكبريت في الغلاف الجوي بصورة طبيعية على هيئة SO<sub>2</sub> من انفجارات البراكين، وكذلك من تحلل المواد العضوية لا هوائياً.

3. المواد العالقة  
وهي أجزاء صلبة خفيفة وقطيرات من سوائل قد تكون معلقة في الغلاف الجوي، ومصادر انبعاثها من رذاذ أملاح البحار، وتعرية التربة، وأنشطة البراكين. وأغلب المواد العالقة هي غبار وسخام (Soot) تصدر من تأثير الرياح والفعاليات الزراعية على التربة.  
4. المصادر الحيوية (الهيدروكربونات الحيوية)

هي بارافينات تحتوي عدداً فردياً من ذرات الكربون وتقوم النباتات بتخليقها بسلاسل كربونية C<sub>15</sub>، C<sub>17</sub>، C<sub>19</sub>، وهذه المركبات تشمل جميع الهيدروكربونات الطبيعية في أنسجة الكائنات الحية بفعل البناء الحيوي لها.  
5. التسرب النفطي

الذي يقدر بأكثر من 0.7 مليون طن سنوياً.  
والكائنات الحية لها القدرة على مراكمة الملوثات العضوية في أنسجتها بتركيز أعلى مما هو موجود في البيئة. ويعرف التراكم الحيوي (Bioaccumulation) بأنه قابلية الكائنات الحية على أخذ الملوثات العضوية وتركيزها في أنسجتها بتركيز أكبر مما هو موجود في بيئتها. وتؤثر عدة عوامل على التراكم الحيوي للهيدروكربونات النفطية داخل أنسجة الكائنات الحية، منها درجة الحرارة، والأوكسجين، و PH، والملوحة. وتُخزن الهيدروكربونات النفطية في الأنسجة الغنية بالدهون (Fats)، لذا فإن هناك علاقة بينها وبين كمية أو نسبة الدهن في الأنسجة.

### التلوث بالغبار والمواد العالقة

تتعرض غالبية مناطق الوطن العربي للتعرية الريحية التي تحدث بفعل عدة عوامل وهي (المناخ الجاف، غياب الغطاء النباتي الطبيعي الملائم، خشونة قوام معظم الترب، شدة الرياح، الاستعمال السيئ للأراضي)، وهذا يؤدي الى حدوث العواصف الغبارية بين فترة وأخرى وهذه العواصف محملة بدقائق التربة مما تسبب أضرار صحية وعند زيادة تأثيرها في الجو يكون لها تأثير تراقي مع عدد من ملوثات الهواء مثل اكاسيد النيتروجين والكبريت مما يسبب ضرراً كبيراً على صحة الإنسان. وتعد هذه الظاهرة من أكثر المشاكل البيئية انتشاراً في الوطن العربي، سواءً من حيث فقدان التربة

السطحية الخصبة أو المشاكل التي يسببها انتقال الرمال وزحفها وتساقطها على المناطق السكنية، أو تجمعها على طرق المواصلات والسكك الحديدية، بالإضافة إلى تأثيرها الضار على الإنسان والحيوان والنبات .  
وأجريت بعض الدراسات لمعرفة كميات الغبار المتجمعة على أشجار نخيل التمر والمواد العالقة وتأثيرها على صفات الأشجار وقوة نموها وإنتاجية الثمار، ففي دراسة قام بها قاسم وآخرون (1986)، على أشجار نخيل بالغة من صنف الخلاص في المملكة العربية السعودية، تم خلالها تقدير كمية الغبار المتجمعة على أوراق أشجار النخيل حسب بعد هذه الأشجار عن الشوارع والطرق الزراعية غير المعبدة، ولوحظ تناقص في كمية الغبار المتجمعة على الأوراق كلما ابتعدت الأشجار عن الطرق الزراعية والشوارع غير المعبدة. وكانت النتائج كما يلي:

كمية الغبار (غ / سم <sup>2</sup> )			بعد الأشجار عن الطرق (م)
المتوسط	1985	1984	
0.76 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	10
0.26 <sup>b</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	40
0.21 <sup>b</sup>	0.19 <sup>b<sup>c</sup></sup>	0.23 <sup>c</sup>	80
0.13 <sup>c</sup>	0.15 <sup>c</sup>	0.12 <sup>c</sup>	120

ودرس تأثير الغبار المتجمع على نسبة المادة الشمعية في الأوراق وخاصة ان لها دورا كبيرا في تحقيق التوازن المائي وتقليل فقد الماء بالتبخر-النتح و على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي وكلوروفيل A و B ولما لهذه المادة وكما هو معروف من دور كبير وفعال في عملية البناء الضوئي وتصنيع الكربوهيدرات الضرورية للعمليات الحيوية المختلفة في النبات وتم حساب وزن الثمرة، وكان معدل سنتي الدراسة كما في الجدول رقم 1.

جدول 1 رقم . تأثير الغبار المتجمع على الأوراق على نسبة المادة الشمعية ومحتواها من الكلوروفيل.

وزن الثمرة (غ)	الكلوروفيل الكلي	كلوروفيل B	كلوروفيل A	(%) للمادة الشمعية wax	بعد الأشجار عن الطرق (م)
7.93 <sup>c</sup>	0.59 <sup>d</sup>	0.22 <sup>c</sup>	0.38 <sup>c</sup>	0.98 <sup>bc</sup>	10
10.70 <sup>b</sup>	0.81 <sup>c</sup>	0.22 <sup>c</sup>	0.18 <sup>d</sup>	1.15 <sup>b</sup>	40
11.51 <sup>ab</sup>	1.04 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.70 <sup>b</sup>	2.33 <sup>a</sup>	80
12.75 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	120

يلاحظ من الجدول أعلاه تناقص وزن الثمرة في الأشجار القريبة من الشوارع، وبالتناسب مع كمية الغبار المتجمعة وكذلك زيادة نسبة المادة الشمعية، ومحتوى الأوراق من كلوروفيل A و B والكلوروفيل الكلي، كلما تم الابتعاد عن الطرق وهذا يعود إلى تجمع الغبار على الأشجار القريبة بكميات أكبر من الأشجار البعيدة. مما يعرض الأشجار

إلى إجهاد التلوث بالغبار الذي يؤثر على الفعاليات الحيوية وعلى كفاءة الأوراق في التصنيع الغذائي وبالتالي إنتاجية الثمار .

إبراهيم وآخرون (2001) وجدوا علاقة موجبة بين كميات الغبار المتساقط على أشجار نخيل التمر صنف الحلاوي المزروعة في بساتين موزعة على ثلاثة مناطق في محافظة البصرة وسرعة الرياح ودرجة الحرارة حسب منطقة زراعة النخيل و وحسبت كميات الغبار المتساقطة على الأوراق حسب اشهر نمو الثمار وكما في الجدول رقم 2.

جدول رقم 2. معدل كمية الغبار المتساقطة على أشجار النخيل في منطقة البصرة.

الشهر	كمية الغبار المتساقطة غ / م <sup>3</sup> / شهر	سرعة الرياح م / ثا	درجة الحرارة م	(%) للرطوبة النسبية
أيار/ مايو	5.99	3.1	34.1	27
حزيران/ يونيو	7.36	3.8	38.1	24
تموز/ يوليو	6.90	4.4	38.5	23
آب/ أغسطس	6.46	3.4	38.0	26
أيلول/ سبتمبر	5.26	3.9	34.8	24
المعدل العام	6.19	3.72	36.7	24.8

ونستنتج من الجدول أعلاه:

1. أن أعلى كمية للغبار المتساقط كانت في شهر تموز/ يوليو، وأقلها في شهر أيلول/ سبتمبر .

2. أن كمية الغبار المتساقط تزداد مع زيادة سرعة الرياح.

أما كمية الغبار المتساقطة على الأشجار حسب مناطق الدراسة أبي الخصيب ، والهارثة، وشط العرب وفي الشهور من أيار/ مايو إلى أيلول/ سبتمبر، كما في الجدول رقم 3.

جدول رقم 3. معدل كمية الغبار المتساقطة على أشجار النخيل في ثلاثة مواقع في البصرة.

المعدل	كمية الغبار المتساقط غ / م <sup>2</sup> / شهر			الشهر
	شط العرب	الهارثة	أبي الخصيب	
5.99	7.48	6.65	3.49	أيار/ مايو
6.37	8.25	7.02	3.48	حزيران/ يونيو
6.96	8.53	8.16	4.03	تموز/ يوليو
6.46	9.17	6.34	3.87	آب/ أغسطس
5.26	7.20	5.59	3.00	أيلول/ سبتمبر

كما قدر محتوى الغبار من الرصاص وكذلك (%) للدهن في الأوراق ومحتواها من كلوروفيل A و B والكلوروفيل الكلي وأخذ معدل الأشجار في مناطق الدراسة وحسب الشهور وكما في الجدول رقم 4.

جدول رقم 4. محتوى الأوراق من الكلوروفيل والنسبة المئوية للدهن ومحتوى الغبار من الرصاص.

الشهر	كمية الكلوروفيل مغ / 100 غ			تركيز الرصاص مايكرو غرام / غ	دهن (%)
	كلوروفيل A	كلوروفيل B	الكلوروفيل الكلي		
أيار/ مايو	10.03 <sup>a</sup>	2.86 <sup>a</sup>	12.90 <sup>a</sup>	1.33 <sup>c</sup>	0.794 <sup>c</sup>
حزيران/ يونيو	9.39 <sup>c</sup>	2.77 <sup>ab</sup>	12.16 <sup>c</sup>	1.50 <sup>b</sup>	0.807 <sup>a</sup>
تموز/ يوليو	9.24 <sup>b</sup>	2.33 <sup>c</sup>	11.59 <sup>e</sup>	1.66 <sup>a</sup>	0.801 <sup>b</sup>
آب/ أغسطس	9.81 <sup>b</sup>	2.61 <sup>b</sup>	12.43 <sup>b</sup>	1.51 <sup>b</sup>	0.793 <sup>c</sup>
أيلول/ سبتمبر	9.44 <sup>c</sup>	2.48 <sup>bc</sup>	11.96 <sup>a</sup>	1.23 <sup>b</sup>	0.809 <sup>a</sup>
المعدل العام	9.58	2.61	12.20	1.44	0.8008

وبينت الدراسة انخفاض إنتاجية الأشجار في مواقع الدراسة، حيث بلغت 36 كغ في منطقة أبي الخصيب، تليها منطقة الهارثة التي بلغ معدل إنتاج النخلة الواحدة فيها 32 كغ، وكان أقل معدل لإنتاجية النخلة صنف الحلاوي 24 كغ في منطقة شط العرب. وربما يعود التباين في إنتاجية النخلة الواحدة من التمر في مناطق الدراسة الثلاثة إلى تأثير الغبار المتساقط على صفات الثمار، فضلاً عن أن الغبار المتساقط على الأوراق يقلل من كفاءة الأوراق في تزويد الثمار بحاجتها من الكربوهيدرات الضرورية لنموها وتطورها.



وقام العاني، وآخرون (2010) بأخذ عينات من خوص (وريقات) سعف النخيل من أشجار نامية في بيئات مختلفة (بيئة صناعية، بيئة بحرية، بيئة زراعية، بيئة صحراوية، بيئة مدنية) وتم تحليل عينات الأتربة المأخوذة من على الخوص ومعرفة محتواها من العناصر الثقيلة الممتصة و المترسبة، وكانت النتائج كما يلي:

(1) إن لا شجار النخيل دور كبير في امتصاص وترسيب كميات كبيرة من الفلزات الثقيلة وأعلى ترسيب للعناصر الثقيلة على خوص الأوراق المأخوذة من البيئة الصناعية وقل تركيز كان في البيئة الزراعية ثم الصحراوية.

العنصر	التركيز ppm في البيئة الصناعية	التركيز ppm في البيئة الصحراوية	نسبة الترسيب %
الزرنينخ	0.65	0.06	100-17
الكوبلت	0.53	0.18	91-50
الكروم	8.26	4.02	59-1.2
النيكل	31.9	7.9	64-22
الرصاص	26.8	12.9	78-36

(2) تراوحت نسبة العناصر الثقيلة الممتصة و المترسبة بواسطة أوراق النخيل (كوبلت، كروم، النيكل، الرصاص، بين 91-22%).

(3) إن الأشجار تحتجز 40-80% من كميات الغبار العالقة في الهواء وتراوح مجموع ما تمتصه الأوراق من فلزات بين 91-22% كما وان الأشجار تمتص 70% من الغازات السامة الملوثة للهواء مثل CO<sub>2</sub> و SO<sub>2</sub> وتحتجز أكثر من 90% من مركبات الرصاص المنطلقة من عوادم السيارات.

(4) إن البيئة البحرية هي أكثر المناطق عرضة للتلوث بسبب بقايا النفايات ومخلفات احتراق وقود ناقلات النفط والتسرب النفطي والمخلفات الصناعية تليها بيئة المدينة ومصدر التلوث فيها يعود الى استخدام وسائط النقل ومخلفات عوادم السيارات والنشاط الصناعي والتجاري.

### التلوث بالهيدروكربونات النفطية

الهيدروكربونات النفطية تتراكم على أوراق النباتات، وتعد طبقة الكيوتكل الشمعية مستودعاً لها، مما يؤدي إلى زيادة تراكيزها في الأنسجة النباتية. ومن تحليل الأنسجة النباتية يمكن معرفة مصدر وتراكيز الهيدروكربونات سواء كانت حيوية أو نفطية، وإن تحليل الدهون المستخلصة من الأنسجة النباتية يوضح ما يحتويه الدهن من هيدروكربونات، ويمكن معرفة تراكيزها ومكوناتها. إن معظم المادة الدهنية تكون في الطبقة الشمعية المغلفة لثمار وأوراق النباتات، وإن نسبها تختلف حسب تأثير العوامل البيئية والوراثية ومرحلة النمو.

وتلعب طبقة الكيوتكل الشمعية دوراً كبيراً في حماية النبات من الظروف البيئية غير الملائمة، كالتقلبات الجوية، وفقدان الماء، كما أنها تكسب الثمار لمعاناً وبريقاً طبيعياً. وترتبط الهيدروكربونات الحيوية عادة بالشموع، وهي من المكونات الأساسية لتلك الشموع، خاصة سلاسل الالكانات الاعتيادية التي تبلغ ذرات الكربون فيها C<sub>17</sub> إلى أكثر من C<sub>34</sub>،



وبوساطتها يمكن التعرف على مصادر الهيدروكربونات إذا كانت ناتجة من منشأ أحيائي أو من النشاطات البشرية من خلال التلوث النفطي. ويمكن استعمال بعض الأدلة للكشف عن منشأ الهيدروكربونات، ومنها:

1. استعمال بعض الالكانات المتفرعة كمركب البرستان ومركب الفاتيان والسكوالان كمؤشرات في البيئة من أجل التعرف على البقايا النفطية، لأنها تعد من المكونات الرئيسية للنفط الخام، وتستطيع النباتات الراقية بناء هذه المركبات نتيجة لتكسر سلسلة الفاييتين (Phytein) لكل من كلوروفيل A و كلوروفيل B فضلاً عن الصبغات الكاروتينودية.
  2. دليل تفضيل الكربون CPI، حيث يتم فحص العينات بجهاز الكروتوكرافي الغازي، ومنها يتم تحديد بعض المؤشرات التي توضح مصادر تلك الهيدروكربونات ومنها Carbon preference index (CPI) الذي يوضح نسبة وجود المركبات ذات أعداد الكربون الفردية إلى المركبات ذات أعداد الكربون الزوجية. فإذا كانت قيمة CPI أعلى من 1 فهي دليل على المصدر الإحيائي، أما إذا كانت القيمة أقل من 1 فإن المصدر نفطي.
  3. نسبة البرستان إلى الفاتيان ونسبة C<sub>17</sub> إلى البرستان و C<sub>18</sub> إلى الفاتيان، فإذا كانت النسبة أكبر من 1 فهذا دليل على المنشأ الإحيائي، وإذا كانت القيمة قريبة أو أقل من 1 فهي دليل على المصدر النفطي.
- والجدول رقم 5 يوضح بعض الدراسات والملاحظات على الملوثات الهيدروكربونية في بعض النباتات.
- جدول رقم 5 . محتوى بعض النباتات من الملوثات الهيدروكربونية.

الملاحظات	مصدر الهيدروكربونات	النبات
قيم عالية في المناطق المزدحمة بالسكان وكثافة حركة المركبات.	نفطية آروماتية	الصنوبر ( <i>Pinus radiate</i> )
تراوحت التراكيز بين 10 - 100 مايكرو غرام / غ وزن جاف من مصادر أحيائية و نفطية.	بارافينية ، وآروماتية	نباتات القهوة والكاكاو
ظهور سيادة للالكانات الاعتيادية ذات أعداد الكربون المفردة.	بارافينية (مركب السكوالان)	أصناف الزيتون الاسبانية
المصدر من الجو المحيط بالأشجار 0.6 - 7.1 مايكرو غرام / غ وزن جاف.	نفطية	أشجار نخيل الزيت
ظهرت نسب متباينة من مركب البرستان والفاتيان في ثمار الكاكي أعلى منها في البطيخ والطماطم.	إحيائي	ثمار الخضراوات (بطيخ ، طماطم)، وثمار أشجار الكاكي
تراوحت التراكيز بين 0.5 - 2.6 مايكرو غرام / غ وزن جاف في البصرة.	إحيائية و نفطية	نخيل التمر صنف الحلوي
تراوحت التراكيز بين 1.27 - 8.49 مايكرو غرام / غ وزن جاف وأعلى التراكيز كانت قرب المصادر الصناعية.	آروماتية	أوراق خمسة أصناف من نخيل التمر
التراكيز في الأوراق أعلى من الثمار لاختلاف كمية الدهن بينهما.	حيوية وآروماتية	أوراق وثمار النخيل صنف السابر

ونسنتعرض بعض الدراسات الخاصة بعلاقة نخلة التمر بالتلوث بالهيدروكربونات النفطية: في دراسة إبراهيم (1999) لتراكيز الهيدروكربونات في أوراق بعض أصناف النخيل وهي (البرحي، والديري، والبريم، والزهدي، والخضراوي)، ومن خمسة مناطق على ضفاف شط العرب، هي: المدينة، والدير، والهارثة، والتتومة، وأبي الخصيب. حيث أخذت عينات الأوراق خلال شهر شباط/ فبراير، وتم تقدير الهيدروكربونات النفطية فيها ومحتوى الأوراق من الدهون، وكانت نتائج الدراسة تشير إلى وجود اختلاف في تراكيز الهيدروكربونات في أوراق الأصناف وفي مناطق الدراسة المختلفة، حيث كان أقل تركيز 1.27 مايكرو غرام / غ وزن جاف في أوراق صنف الديري في منطقة المدينة، وأعلى تركيز هو 8.49 مايكرو غرام / غ في أوراق صنف البرحي في منطقة الهارثة. وتراوحت نسبة الدهن في عينات الأوراق بين 0.31 % في صنف الديري، و 0.49 % في صنف البرحي، والجدول رقم 6 يوضح متوسط محتوى الأوراق من الهيدروكربونات والنسبة المئوية للدهن للأصناف الخمسة تحت الدراسة.

جدول رقم 6. متوسط محتوى الأوراق من الهيدروكربونات والنسبة المئوية للدهن في خمسة أصناف من نخيل التمر في مناطق مختلفة من شط العرب.

الصف	(%) للدهن	متوسط محتوى الأوراق من الهيدروكربونات ميكرو غرام / غ
البرحي	0.49	5.79
الديري	0.31	2.59
البريم	0.32	2.71
الزهدي	0.46	4.16
الخضراوي	0.48	4.27

ووجدت علاقة ارتباط معنوية بين تراكيز الهيدروكربونات في أوراق الأصناف ومحتواها من الدهن، وبلغت قيمة معامل الارتباط ( $r = 0.908$ ) وأشارت الدراسة إلى أن التلوث بالهيدروكربونات النفطية في أوراق الأصناف المدروسة كان قليلاً، وأن مصدر هذا التلوث هو من الفعاليات النفطية والمخلفات الصناعية والمنزلية وما يسقط من الجو على أوراق أشجار نخيل التمر.

وقام إبراهيم (2000)، بدراسة لتراكيز الهيدروكربونات والعناصر النادرة في ثمار أصناف الزهدي والبريم والخضراوي والديري والبرحي والساير والحلاوي في بساتين مناطق الهارثة والجزيرة وأبو الخصيب على امتداد شط العرب، أخذت العينات الثمرية في مرحلة الرطب، وتم تقدير تراكيز الهيدروكربونات ونسبة الدهن فيها، حيث لوحظ اختلاف تراكيز الهيدروكربونات في ثمار الأصناف المختلفة وفي مختلف مناطق الدراسة، حيث كان أقلها 0.8 مايكرو غرام / غ ثمار في صنف الديري في منطقة الجزيرة، وكان أعلى تركيز 4.89 مايكرو غرام / غ في صنف الزهدي في منطقة أبي الخصيب، وتراوحت نسبة الدهن في الثمار ما بين 0.19 % في ثمار الحلاوي، و 0.39 % في ثمار الزهدي، ولوحظ وجود علاقة ارتباط معنوية بين تراكيز الهيدروكربونات في ثمار الأصناف ومحتواها من الدهن. أما بالنسبة للعناصر النادرة، فكان أعلى تركيز لعنصري الزنك والنحاس 19.26 و 50.08 مايكرو غرام / غ وزن جاف في ثمار الخضراوي

والبريم في منطقة أبي الخصيب، ولم تلاحظ أي تراكيز للكاديوم والرصاص والكوبالت في ثمار الأصناف المدروسة في المناطق الثلاث.

وفي دراسة إبراهيم وعزيز (2001) للتباين في تراكيز الهيدروكربونات النفطية في أوراق نخيل التمر صنف الحلاوي خلال الفترة من تشرين أول/ أكتوبر 1999 إلى نهاية آذار/ مارس 2000 في ثلاث محطات على شط العرب هي الهارثة والتنومة وأبي الخصيب، فقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أعلى محتوى للهيدروكربونات النفطية في الأوراق كان في المحطة رقم 2 في منطقة التنومة، وبلغ 5.6 مايكرو غرام / غ وزن جاف وبلغ في المحطة (1) والمحطة (3) 4.2 و 4.1 مايكرو غرام / غ وزن جاف على التوالي، أما تراكيز الهيدروكربونات حسب الشهور والمحطات فكانت كما يلي:

المحطة	أعلى تركيز	الشهر	أقل تركيز	الشهر
3	4.41	آذار/ مارس	4.01	تشرين الأول/ أكتوبر
2	5.88	آذار/ مارس	5.56	تشرين الأول/ أكتوبر
1	5.03	آذار/ مارس	4.60	تشرين الأول/ أكتوبر

وأشارت الدراسة إلى اختلاف مصادر الهيدروكربونات النفطية في شط العرب، وتصل إلى الأشجار إما عن طريق مياه الري أو بتبخرها من أماكن تواجدها، خاصة وأن ذرات الكربون من  $C_{15} - C_5$  أكثر تطايراً في البيئة، وتعمل درجات الحرارة على تبخرها وانتقالها إلى أشجار النخيل القريبة من شط العرب.

ولكون الهيدروكربونات النفطية من الملوثات المحبة للدهون، وكلما زاد محتوى الأوراق من الدهون زادت تراكيز الهيدروكربونات فيها، حيث لوحظت علاقة طردية بين تراكيز الهيدروكربونات النفطية والمحتوى الدهني للأوراق، وكانت قيمة معامل الارتباط ( $r = 0.98$ ).

وقام إبراهيم وعزيز (2001)، بدراسة التباين في الهيدروكربونات الأروماتية في أوراق نخيل التمر صنف السابر، وفي التربة والمياه في منطقة أبي الخصيب، حيث أخذت عينات المياه من ثلاثة مواقع تبعد 100، و1000، و2000 متر عن شط العرب، وعينات التربة من العمق 0 - 60 سم، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن هناك تباين في تراكيز الهيدروكربونات بين مختلف عينات الأوراق والتربة والمياه وكانت أعلى التراكيز في جميع العينات في الموقع الأول الذي يبعد 100 متر عن شط العرب، حيث بلغت 5.06 مايكرو غرام / لتر و 7.27 و 8.21 مايكرو غرام / غ وزن جاف في عينات المياه، والتربة والأوراق، وتنخفض التراكيز كلما ابتعدنا عن شط العرب.

### أضرار التلوث

❖ تعرض النخلة للغبار و الأتربة والمواد العالقة وتجمعها على الخوص يؤدي إلى تقليل تعرضها لأشعة الشمس وهذا يسبب انخفاض معدل البناء الضوئي وقلة الكربوهيدرات في الأوراق ونقص كميتها الواصلة إلى القمة النامية والثمار الأمر الذي ينعكس على قوة النمو وعلى وزن الثمار وحجمها.

- ❖ استمرار تراكم الغبار وخاصة في المراحل الأولى من عمر الورقة وكذلك على الغرسات النسيجية يؤثر على تكون المادة الشمعية على الأوراق وعلى نسبة الدهون فيها مما يؤثر على فقد الماء ويزيد من كميته المفقودة وهذا يؤثر على العمليات الحيوية في الأشجار .
- ❖ زيادة تركيز العناصر الثقيلة والسامة في الأجزاء النباتية وترسبها عليها أكثر من الحدود المسموح بها يعرضها إلى حالة من التسمم والضعف والإجهاد واختلال العمليات الفسيولوجية.

### المراجع العربية

1. إبراهيم، عبد الباسط عودة، (2008). نخلة التمر شجرة الحياة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة "أكساد" (390) صفحة.
2. إبراهيم، عبد الباسط عودة ونايف محسن عزيز، (2001). التباين في تراكيز الهيدروكربونات النفطية في أوراق نخيل التمر صنف الحلاوي في بعض مناطق شط العرب - البصرة - مجلة علوم المستنصرية. المجلد12. العدد5 : 71 - 81.
3. إبراهيم، عبد الباسط عودة، وحسن عبد الجبار جلوب، وعقيل عبود سهيم، (2001). تأثير تساقط الغبار على أشجار نخيل التمر النامية في منطقة البصرة. مجلة البصرة للعلوم الزراعية المجلد(14) العدد(1): 43-53.
4. العاني، عامر محمد بندر، وحسين، صلاح عبد المنعم، وبن علوان، سلطان عبد الله، والبعغام، سعيد حسن أحمد، وأسامة درويش (2010). دور أشجار النخيل في الحد من التلوث البيئي. مجلة الشجرة المباركة. المجلد2. العدد : 58 - 70.
5. الوهبي، محمد بن حمد. (2008). أحيائية نخلة التمر. جامعة الملك سعود. 300 صفحة .
6. فرج، كريم محمد،(2005).نخلة التمر بين البحث والتطبيق. دولة الإمارات العربية المتحدة-ابوظبي.
7. قاسم، عبد العزيز عبد الله، وآصف، مير إبراهيم، وعثمان أحمد الطاهر، (1986). تأثير الغبار على أوراق وثمار نخيل التمر. إصدارات ندوة النخيل الثانية. الجزء الثاني: 619-625 المملكة العربية السعودية /6-3 آذار/1986.

### المراجع الاجنبية

1. Ibrahim, A.O. (1999). Hydrocarbons concentrations in leaves of some cultivars of date palm *Phoenix dactylifera* L. along Shatt AL- Arab River. Basrah J. science, B, vol. 17, no. 1: 73-78.
2. Ibrahim, A.O. (2000). Hydrocarbons and Trace elements in the fruits of some date palm cultivars in three locations in Basrah city. Basrah J. science, B, vol. 18, no. 2: 15-20.
3. Ibrahim, A.O. and N. M. Aziz. (2001). Variation in Aromatic Hydrocarbons as indicated by their content leaves of *Phoenix dactylifera* L. CV. Sayer, Soil and water from Abu AL-Khasib Region, Southern Basrah, Iraq. *Mesopotamica J.* 16 (2):245-252