

دور النخيل في تلطيف الجو وحماية المزروعات والحد من التلوث

عبد الباسط عودة إبراهيم*

الملخص

تؤدي نخلة التمر دوراً مهماً في تلطيف الهواء وتنقيته من ذرات الغبار، إضافة إلى إغناؤه بغاز الأوكسجين.

أشارت الدراسات أن أوراق نخيل التمر تجمع كميات غير قليلة من الأتربة تختلف حسب القرب والبعد عن الطرق. حيث بلغت كمية الغبار المترakمة على سطوح أوراق النخيل قرابة 0.47 و 0.78 غ/سم² في الأشجار القريبة (10 و 40 م) من الطرق الزراعية غير المعبدة على التوالي. و اختلفت أيضاً كمية الغبار المترakمة باختلاف أشهر السنة، حيث بلغت أعلى كمية من الغبار المتساقط خلال شهري تموز وأب (6.90 و 6.46 غ/م² / شهر على التوالي) في منطقة البصرة.

توفر أيضاً أشجار النخيل الحماية للعديد من أشجار الفاكهة، والمحاصيل التي تزرع تحتها. كما أنها تعد وسيلة جيدة لتقليل تراكيز الهيدروكربونات النفطية، والحد من التلوث، حيث اختلفت تراكيز هذه المركبات حسب موقع الدراسة من مصادر التلوث، وحسب الأصناف المدروسة. لوحظت علاقة ارتباط موجبة وقوية ($r = 0.98$) بين تراكيز الهيدروكربونات ومحتوى الأوراق من المواد الدهنية.

الكلمات المفتاحية:

جزيئات اليخضور، احتراق الأوراق، التلوث، التراكم الحيوي، دليل تفضيل الكربون، الهيدروكربونات الأروماتية، شجرة النخيل.

* رئيس برنامج النخيل في إدارة الموارد النباتية – المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

The Role of Date palm Tree in the Air – conditioning of Atmosphere Protection of Vegetation and Pollution Control

Abdul -Basit Ouda Ibrahim*

Abstract

Date palm tree plays a pivotal role in the conditioning of atmosphere and purification of air from dust particles, in addition to its enrichment with O₂ molecules.

Studies indicated that the leaves of Date palm trees can accumulate substantial quantities of dust, varying based on the distance from the unpaved roads, and the months of the year.

The total estimated amount of dust particles accumulated on the leaf surface was 0.47 and 0.78 g .cm⁻² in the trees, which were closer (10 and 40 m) to the roads. The highest quantities of accumulated dust particles (6.90 and 6.46 g. m⁻². month⁻¹) were during the months of July and August in AL- Basra region. Date palm trees also protect crops and fruit trees, which are planted beneath them.

Palm tree is also considered as a good means for reducing the level of oil hydrocarbons, and controlling of air pollution. A positive, correlation (r = 0.98) was found between the concentration of hydrocarbons and the content of leaves of fatty substances, which varied depending on the distance from the site of experiment, source of pollution, and varieties.

Key words:

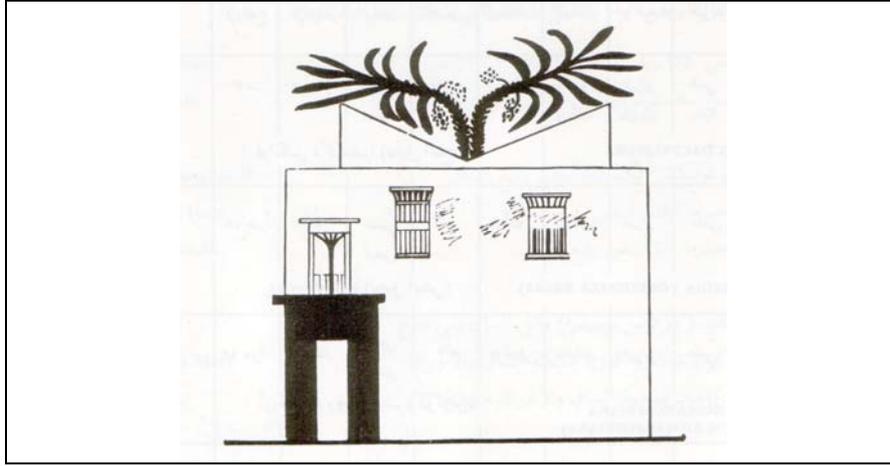
Chlorophyll molecules, Leaf firing, Pollution, Bio-accumulation, Carbon Preference Index (CPI), Aromatic hydrocarbons, Date palm tree.

* Head of Date palm tree Program (ACSAD).

دور النخيل في تلطيف الجو وحماية المزروعات والحد من التلوث

أ.د. عبد الباسط عودة إبراهيم
رئيس برنامج النخيل / إدارة الموارد النباتية
المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

أظهرت الرسوم الأثرية القديمة أشجار نخيل التمر مزروعة بجوار المباني السكنية، وبشكل خاص قرب منفذ الهواء العلوي للمنزل، لتقوم بتنظيف الهواء وتنقيته وتلطيفه، حيث تعمل الأوراق كمصفاةٍ للأتربة وذررات الغبار إضافة إلى إغناء الهواء بغاز الأوكسجين (O_2) كأحد نواتج عمله التركيب الضوئي. وتعمل الأشجار على تنظيم الرطوبة والحرارة بالجو المحيط بها، وتمتص الملوثات الجوية، مما يجعل الهواء الذي يمر عبر أشجار النخيل ويدخل المنزل نظيفاً، ورطباً، وخال من الشوائب والملوثات الجوية، فتؤدي بذلك أشجار النخيل دور التكييف الطبيعي .Natural air conditioning



وذكرت الدراسات أن الستائر التي استخدمت في العصور القديمة على شبابيك المساكن كانت تصنع من سعف النخيل الذي يوضع على الأبواب والنوافذ والشبابيك، وكانت ترش، وترطب بالماء لخفض درجة حرارة الهواء الداخل إلى المسكن، وزيد على ذلك في بعض الدول وضع مروحة كهربائية خارج النافذة ذات الستارة المصنوعة من سعف النخيل والمرطبة بالماء لتدفع الهواء إلى الداخل، ومن هنا استمدت مكيفات الهواء فكرتها.

وفي دراسة (Gassim et al., 1986) على أشجار نخيل بالغة Mature trees من صنف الخلاص في المملكة العربية السعودية تم خلالها تقدير كمية الغبار المتجمعة على أوراق أشجار النخيل حسب بُعد Distance هذه الأشجار عن الشوارع والطرق الزراعية غير المعبدة. لوحظ وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في كمية ذرات الغبار المتراكمة فوق سطوح الأوراق. وتناسبت كمية الغبار المتجمعة عكساً مع بعد الأشجار عن الطرق الزراعية غير المعبدة خلال موسمي الدراسة. وكانت كمية الغبار المتراكمة الأعلى معنوياً في الأشجار القريبة جداً (0.47، 0.78 غ / سم² خلال موسمي الدراسة على التوالي)، وتراجعت تدريجياً بازدياد المسافة بين الأشجار والطريق لتصل إلى أدنى قيمة لها في الأشجار الأكثر بعد عن الطريق

(80، 120 م) (0.21، 0.13 غ/سم² كقيمة متوسطة لكلا الموسمين، ولكلا المسافتين على التوالي)، وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (جدول، 1).

جدول رقم (1): تأثير بعد أشجار النخيل عن الطرق الزراعية غير المعبدة في كمية الغبار المتراكمة فوق سطوح الأوراق.

المتوسط	كمية الغبار المتراكمة على الأوراق (غ / سم ²)			بعد الأشجار عن الطرق (م)
	1985	1984	المتوسط	
0.76 ^a	0.78 ^a	0.47 ^a	0.76 ^a	10
0.26 ^b	0.33 ^b	0.29 ^b	0.26 ^b	40
0.21 ^b	0.19 ^{b^c}	0.23 ^c	0.21 ^b	80
0.13 ^c	0.15 ^c	0.12 ^c	0.13 ^c	120

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية 0.05.

وسبب ازدياد كمية الغبار المتراكمة فوق سطوح الأوراق تراجعاً معنوياً في كمية المادة الشمعية Waxy deposits المتشكلة على سطح الأوراق. وكانت كمية الترسبات الشمعية الأعلى معنوياً فوق سطوح الأوراق في الأشجار الأكثر بعداً عن الطريق الزراعي (80، 120م) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كانت الأدنى معنوياً في الأشجار الأقرب (10، 40 م) (10.98، 1.15 % على التوالي). عموماً ، تحدد نسبة الطبقة الشمعية المتشكلة على سطوح الأوراق خصائص الأوراق الطيفية Spectral Characteristics ، ومن ثم كفاءة الأشجار في استخدام الماء، حيث يساعد وجود الطبقة الشمعية في تقليل كمية الأشعة الضوئية الممتصة أو الحيلولة دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق، وزيادة معدل فقد الماء بالنتج Transpiration ، نتيجة الحد من ارتفاع قيمة فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (VPD) Leaf to air vapour pressure difference ، الذي يعد بمنزلة القوة المحركة لتدفق الماء من الأوراق إلى الوسط المحيط بها. كما تؤدي الطبقة الشمعية دور الحاجز الفيزيائي Physical barrier الذي يمنع الفقد المباشر للماء عبر طبقة الأدمة الخارجية Cuticular transpiration . يتضح مما تقدم، وجود علاقة ارتباط موجبة بين سماكة الطبقة الشمعية وكفاءة الأشجار في المحافظة على جهد الامتلاء Turgor potential داخل خلايا الأوراق، وكفاءة استخدام الماء (WUE) Water Use Efficiency.

وأثر أيضاً ازدياد تراكم الغبار فوق سطوح الأوراق في الأشجار القريبة بالمقارنة مع الأشجار البعيدة عن الطريق الزراعي سلباً في محتوى الأوراق من اليخضور Chlorophyll الكلي، واليخضور (A)، و(B) (جدول، 2) . ويؤدي بشكل عام ، تراجع محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور Chlorophyll molecules إلى تراجع كفاءة النبات التمثيلية Photosynthetic efficiency ، بسبب تراجع كمية الطاقة الضوئية المحرصة الممتصة Intercepted light energy ، إذ تعد جزيئات اليخضور بمنزلة اللواقط الضوئية Light antenna ، مما يؤثر سلباً في معدل انتقال الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات، ومعدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة NADPH و ATP خلال تفاعلات الضوء، والتي ستستخدم لاحقاً خلال تفاعلات الظلام في تثبيت الكربون، وتصنيع المادة الجافة اللازمة لنمو النبات وتطوره وإنتاجيته. ويؤكد ذلك حدوث تراجع معنوي في متوسط وزن الثمرة بازدياد كمية الغبار المتراكمة فوق سطوح الأوراق (جدول، 2).

جدول رقم (2): تأثير بعد أشجار النخيل عن الطريق الزراعي في سماكة الطبقة الشمعية، ومحتوى الكلوروفيل، ووزن الثمرة.

وزن الثمرة (غ)	كمية الكلوروفيل ملغ / 100 غ			الشمعية wax (%) للمادة	بعد الأشجار عن الطرق (م)
	الكلوروفيل الكلي	كلوروفيل B	كلوروفيل A		
7.93 ^c	0.59 ^d	0.22 ^c	0.38 ^c	0.98 ^{bc}	10
10.70 ^b	0.81 ^c	0.22 ^c	0.18 ^d	1.15 ^b	40
11.51 ^{ab}	1.04 ^b	0.29 ^b	0.70 ^b	2.33 ^a	80
12.75 ^a	2.46 ^a	0.62 ^a	1.07 ^a	2.36 ^a	120

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية 0.05.

وتختلف كمية الغبار المتساقطة باختلاف الزمن، وسرعة الرياح، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية الجوية (RH%). وأكد (2001) إبراهيم وزملاؤه وجود علاقة ارتباط موجبة بين كمية الغبار المتساقط على أشجار نخيل التمر (صنف الحلاوي) وسرعة الرياح، ودرجة الحرارة السائدة، وذلك في بساتين ثلاث مناطق مختلفة (أبي الخصيب، الهارثة، وشط العرب) في محافظة البصرة. ولوحظ أن كمية الغبار المتساقط كانت الأعلى معنوياً خلال شهر حزيران (7.36 غ/م²/شهر) نتيجة الزيادة الملحوظة في سرعة الرياح (3.8 م / ثا)، حيث ساعد ذلك في حمل كمية أكبر من الغبار. ويلاحظ أن كمية الغبار المتساقطة كانت الأعلى معنوياً خلال الأشهر الأكثر حرارة (تموز، حزيران، آب) من السنة المترافقة مع تراجع الرطوبة النسبية الجوية التي يمكن أن تساعد في تثبيت الغبار والحد نسبياً من حركته (جدول، 3).

جدول رقم (3): تأثير بعض العوامل المناخية في كمية الغبار المتساقطة فوق أشجار نخيل التمر

الشهر	كمية الغبار المتساقطة (غ / م ³ / شهر)	سرعة الرياح (م / ثا)	درجة الحرارة (م)	الرطوبة النسبية (%)
أيار	5.99 ^c	3.1	34.1	27
حزيران	6.37 ^b	3.8	38.1	24
تموز	6.90 ^a	4.4	38.5	23
آب	6.46 ^b	3.4	38.0	26
أيلول	5.26 ^d	3.9	34.8	24
المعدل العام	6.196	3.72	36.7	24.8

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية 0.05..

ويلاحظ اختلاف متوسط كمية الغبار المتساقط خلال الأشهر التي تهب فيها الرياح المحملة بالغبار، باختلاف المنطقة. وكان متوسط كمية الغبار المتساقطة الأعلى في منطقة شط العرب (8.13 غ / م² / شهر)، تلاها منطقة الهارثة (6.75 غ / م² / شهر)، في حين كانت الأدنى في منطقة أبي الخصيب. ويعزى ذلك إلى تعرض منطقة شط العرب إلى تدهور الغطاء النباتي، وانحساره بشكل كامل بفعل حركة الآليات العسكرية الثقيلة وأعمال الإنشاء، مما جعل التربة أكثر هشاشة وعرضة للانجراف الريحي بالمقارنة مع الموقعين الآخرين، كما في (الجدول، 4).

جدول رقم (4): كمية الغبار المتساقطة في مناطق البصرة

المعدل	كمية الغبار المتساقط (غ / م ² / شهر)			الشهر
	شط العرب	الهارثة	أبي الخصيب	
5.99 ^{bc}	7.48 ^a	6.65 ^b	3.49 ^c	أيار
6.37 ^b	8.25 ^a	7.02 ^b	3.48 ^c	حزيران
6.90 ^a	8.53 ^a	8.16 ^b	4.03 ^c	تموز
6.46 ^b	9.17 ^a	6.34 ^b	3.87 ^c	آب
5.26 ^d	7.20 ^a	5.59 ^b	3.00 ^c	أيلول
6.21	8.13	6.75	2.27	المتوسط

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية 0.05..

ولوحظ وجود فروقات معنوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (A) والكلوروفيل (B)، والكلوروفيل الكلي. وكان متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيل A عند جميع المواقع الأدنى معنوياً خلال الأشهر الأكثر حرارة، والتي كانت خلالها كمية الغبار المتساقطة الأعلى معنوياً (حزيران، وتموز)، وكذلك الحال بالنسبة إلى الكلوروفيل B والكلي. وتناسب محتوى الأوراق من الكلوروفيل عكساً مع كمية الغبار المتساقطة على سطوح الأوراق. وازداد بالمقابل تركيز الرصاص في الأوراق بازدياد كمية الغبار المتساقطة، (جدول، 5).

جدول رقم (5): تأثير كمية الغبار المتساقطة في محتوى الأوراق من اليخضور والرصاص

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

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية 0.05..

عموماً، يمكن أن يؤدي تراكم الغبار فوق سطوح الأوراق إلى سد المسامات، Stomatal blocking، مما يحد من عملية التبادل الغازي Gas exchange. ويمكن أن يتراجع جراء ذلك معدل فقد الماء بالنتح، ومعدل إنتثار غاز الفحم (CO₂) عبر المسامات إلى داخل الأوراق، مما يؤثر سلباً في كمية غاز الفحم الواصلة إلى مراكز التثبيت ضمن الصانعات الخضراء (Stroma)، فيقل معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate، وتصنيع وتجميع السكريات. ويؤدي بالمقابل تراجع فقد الماء بالتبخر نتيجة انسداد المسامات إلى تعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية النتح، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأوراق بشكل زائد، وحدوث احتراق الأوراق Leaf firing، أو شيخوختها بشكل مبكر Premature senescence، فيقل حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، مما يؤثر سلباً في معدل نمو النبات، وإنتاجيته.

ولوحظ انخفاض إنتاجية الأشجار في مواقع الدراسة، حيث بلغت 36 كغ/ نخلة في موقع أبي الخصيب، يليه موقع الهارثة 32 (كغ/ نخلة) وكان أقل معدل لإنتاجية النخلة الواحدة لصنف

الحلاوي قرابة 24 كغ في موقع شط العرب، وعليه يعود التباين في إنتاجية النخلة الواحدة من التمرور في مواقع الدراسة الثلاث إلى تأثير الغبار المتساقط في صفات الثمار، فضلاً عن أنّ الغبار المتساقط على الأوراق يقلل من كفاءة الأوراق في تزويد الثمار بحاجتها من الكربوهيدرات الضرورية لنموها وتطورها.



حماية المزروعات: الزراعات البيئية

يمكن استغلال أرض بستان النخيل أي المسافة بين الأشجار بزراعات بيئية مختلفة كالمحاصيل الحقلية والخضراوات والأشجار المثمرة، وهذا يعتمد على طبيعة تربة البستان وارتفاع مستوى الماء الأرضي، ونسبة الملوحة في التربة ومياه الري، وطريقة زراعة الأشجار أو الفسائل. فإذا كانت التربة مالحة يمكن زراعة الشعير والفصة في السنوات الأولى كي تسهم في استصلاح التربة، ويمكن بعد ذلك زراعة الخضراوات أو أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق مثل العنب، والرمان، والأجاص، والخوخ لسرعة إثمارها، وقصر عمرها مقارنة مع أشجار الفاكهة. ويمكن زراعة التفاح والكمثرى ولا ينصح بزراعة أشجار المشمش لكبر حجم الأشجار وكثرة تظليلها، وجميع الأشجار التي ذكرت تزرع مع زراعة الفسائل مباشرة للاستفادة من مردودها الاقتصادي. وبعد أن تصل أشجار النخيل عمر 10 سنوات، يمكن إزالة أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق وزراعة أشجار الحمضيات بأنواعها المختلفة تحت أشجار النخيل، كما يمكن زراعة أشجار العنب (المانكو) والموز كما هو جاري في مناطق زراعة النخيل في العراق حيث توفر أشجار النخيل الحماية اللازمة لنمو هذه الأشجار وإثمارها مع مراعاة مسافات الزراعة وانتظامها. ويمكن الإشارة إلى الزراعات البيئية من خلال دراسة واقع النخيل في محافظة البصرة التي قام بها إبراهيم وآخرون (2001)، حيث أشاروا إلى زراعة عدد من أشجار الفاكهة بين أشجار النخيل تختلف أنواعها وأعدادها من منطقة إلى أخرى. ولوحظ انتشار زراعة أشجار العنب والرمان والتين والمانكو في بساتين منطقة أبي الخصيب، في حين يهتم مزارعو منطقتي شط العرب والدير بزراعة أشجار السدر والعنب، وشكلت أشجار السدر نسبة 43% من مجموع أشجار الفاكهة في المحافظة، تليها أشجار العنب والرمان والتين بنسب 21.8، 20.6، 8.1، 6.4 على التوالي. أما زراعة الخضراوات فقد شكلت المحاصيل الورقية نسبة 54.1% من مجموع محاصيل الخضراوات والمحاصيل الحقلية المزروعة تلاها البامياء بنسبة (19.2%)، والخيار (17.8%)، والطماطم (8.9%). ويمكن إجمال فوائد الزراعات البيئية بالآتي:

1. استغلال المسافات بين أشجار النخيل وبخاصة في المراحل الأولى من إنشاء البساتين بزراعة محاصيل أو أشجار سريعة النمو وذات مردود اقتصادي جيد.
2. الاستفادة من مياه الري التي تروى بها هذه المحاصيل والأشجار في ري أشجار النخيل، وبخاصة عند استخدام الري السطحي.

3. يمكن الاستفادة من مخلفات أو بقايا الخضروات والمحاصيل الحقلية كمصدر للمادة العضوية لتحسين خواص تربة البستان.
4. إن رعاية وخدمة محاصيل الخضروات، وإزالة الحشائش بواسطة العزيق توفر بيئة جيدة لنمو جذور النخيل.
5. تقلل زراعة أشجار مستديمة مع النخيل، وكذلك المحاصيل الكثير من عمليات الخدمة التي تستفيد منها أشجار النخيل كالتسميد والري وحرارة التربة وغيرها.



دور أشجار نخيل التمر في الحد من التلوث

يعرف التلوث Pollution بأنه أي تغيير في الصفات الكيماوية، أو الفيزيائية، أو الحيوية للبيئة. يحدث بفعل انتقال الملوثات من مصادرها المختلفة بكميات مختلفة، مسببة ضرراً صحياً واقتصادياً للإنسان والكائنات الحية الأخرى بما فيها الحياة النباتية. ولكون النباتات 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 تم تهيئة الظروف المناسبة التي تساعد على أداء وظائفها وخدمتها بالري والتسميد وعمليات الخدمة الأخرى، لكن تعرضت النباتات للتلوث عبر مختلف المصادر، وأحدث ذلك أضراراً متباينة في النبات بشكل كامل أو أجزاء منه في المناطق التي تتعرض للتلوث.

ومن أهم الملوثات الجوية:

1. الهيدروكربونات: وهي مركبات عضوية طيارة تشمل مدى واسع من الكيماويات التي يدخل في تركيبها الكربون (C) والهيدروجين (H) وتوجد بصورة طبيعية في الغلاف الجوي، ومنها الميثان (CH₄) ويقدر تركيزه بنحو 1.68 جزء بالمليون، ولا تسبب المستويات الطبيعية منه أي ضرر. وتنتج الهيدروكربونات من الاحتراق غير الكامل للكازولين في محركات السيارات، ومن المذيبات المستخدمة في الصناعات المختلفة فضلاً عن انبعاثها من معامل الكيماويات والمصافي النفطية.
2. مركبات الكبريت: يدخل الكبريت في الغلاف الجوي بصورة طبيعية على هيئة غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO₂) من انفجارات البراكين، ومن تحلل المواد العضوية لا هوائياً.
3. المواد العالقة: وهي أجزاء صلبة خفيفة وقطيرات من سوائل قد تكون معلقة في الغلاف الجوي. وتتبعث من رذاذ أملاح البحار، وتعرية التربة، وأنشطة البراكين. وأغلب المواد العالقة هي غبار وسخام Soot تصدر من تأثير الرياح والفعاليات الزراعية في التربة.

وهناك مصادر أخرى للتلوث منها المصادر الحيوية، مثل الهيدروكربونات الحيوية، وهي بارافينات تحتوي عدداً فردياً من ذرات الكربون وتقوم النباتات بتخليقها بسلاسل كربونية C_{19} ، C_{17} ، C_{15} وتشمل هذه المركبات جميع الهيدروكربونات الطبيعية في أنسجة الكائنات الحية بفعل البناء الحيوي لها. ويعد التسرب النفطي، من مصادر التلوث الذي يقدر بأكثر من 0.7 مليون طن سنوياً.

والكائنات الحية لها القدرة على مراكمة الملوثات العضوية في أنسجتها بتراكيز أعلى مما هو موجود في البيئة ويعرف التراكم الحيوي Bioaccumulation بأنه قابلية الكائنات الحية على أخذ الملوثات العضوية وتركيزها في أنسجتها بتراكيز أكبر مما هو موجود في بيئتها. وتؤثر عدة عوامل في التراكم الحيوي للهيدروكربونات النفطية داخل أنسجة الكائنات الحية منها، درجة الحرارة والأوكسجين ودرجة (pH) والملوحة وتخزين الهيدروكربونات النفطية في الأنسجة الغنية بالدهون Fats، لذا فإنّ هناك علاقة بينها وبين كمية أو نسبة الدهن في الأنسجة.

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

وتؤدي طبقة الكيوتكل الشمعية دوراً كبيراً في حماية النبات من الظروف البيئية غير الملائمة كالتقلبات الجوية وفقدان الماء كما أنها تكسب الثمار لمعاناً وبريقاً طبيعياً. ترتبط الهيدروكربونات الحيوية عادة بالشموع، وهي من المكونات الأساسية لتلك الشموع، وبخاصة سلاسل الألكانات الاعتيادية التي تبلغ ذرات الكربون فيها C_{17} إلى أكثر من C_{34} ، ويمكن بواسطتها التعرف على مصادر الهيدروكربونات إذا كانت ناتجة من منشأ إحيائي أو من النشاطات البشرية من خلال التلوث النفطي.

ويمكن استخدام بعض الأدلة للكشف عن منشأ الهيدروكربونات منها:

1. استعمال بعض الألكانات 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 من بناء هذه المركبات نتيجة لتكسر سلسلة الفاتيين Phytein لكل من كلوروفيل A و كلوروفيل B فضلاً عن الأصبغة البرتقالية Carotenoides.
2. دليل تفضيل الكربون (CPI) ، 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_{17} إلى البرستان و C_{18} 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.

ويوضح الجدول الآتي بعض الدراسات والملاحظات على الملوثات الهيدروكربونية في بعض الأنواع النباتية:

الملاحظات	مصدر الهيدروكربونات	النبات
قيم عالية في المناطق المزدحمة بالسكان وكثافة حركة المركبات.	نفطية أروماتية	الصنوبر (<i>Pinus radiate</i>)
تراوحت التراكيز بين 10 – 100 مايكرو غرام / غ وزن جاف من مصادر إحيائية و نفطية.	بارافينية ، وأروماتية	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 والفايتان 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 الحلاوي)
تراوحت التراكيز بين 1.27 – 8.49 مايكرو غرام / غ وزن جاف وأعلى التراكيز كانت قرب المصادر الصناعية.	أروماتية	أوراق خمسة أصناف من نخيل التمر (البرحي، الديري، البريم، الزهدي، الخضراوي)
التراكيز في الأوراق أعلى من الثمار لاختلاف كمية الدهن بينهما.	حيوية وأروماتية	أوراق وثمار النخيل (صنف السائر)

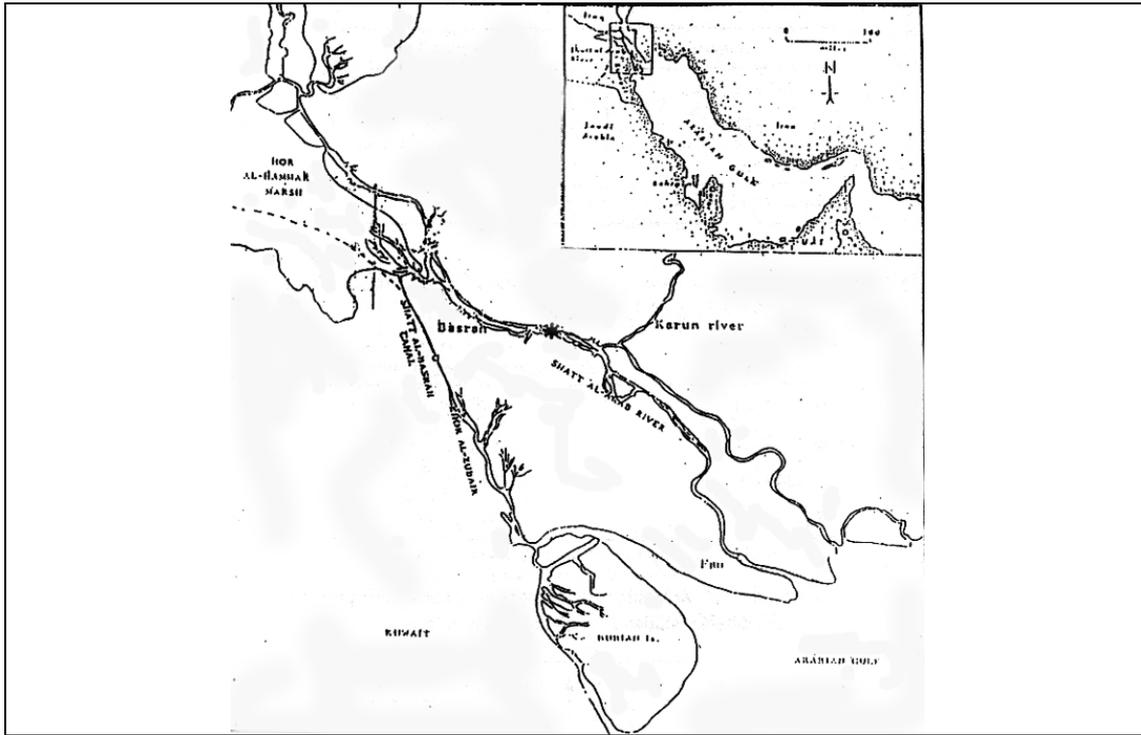
وسنتعرض بعض الدراسات الخاصة بعلاقة نخلة التمر بالتلوث بالهيدروكربونات النفطية: في دراسة لتراكيز الهيدروكربونات في أوراق بعض أصناف النخيل (البرحي ، الديري ، البريم، الزهدي، الخضراوي)، ومن خمسة مناطق على شط العرب، هي المدينة، والدير، والهارثة، والتنومة وأبي الخصيب. أخذت عينات الأوراق خلال شهر شباط، وتم تقدير الهيدروكربونات النفطية فيها ومحتوى الأوراق من الدهون. لوحظ 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 (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، (جدول، 6).

الجدول رقم (6): متوسط محتوى الأوراق من الهيدروكربونات والنسبة المئوية للدهن للأصناف الخمسة تحت الدراسة.

المنوع	نسبة المواد الدهنية (%)	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 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 (Ibrahim, 1999).

وفي دراسة 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 كافة مناطق الدراسة. وكان 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 بين 0.19 % في ثمار الحلاوي و0.39 % في ثمار الزهدي مع 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 و50.08 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 (Ibrahim, 2000).



في دراسة إبراهيم وعزيز (2001) للتباين في تراكيز الهيدروكربونات النفطية في أوراق نخيل التمر صنف الحلاوي خلال الفترة من تشرين أول 1999 إلى نهاية آذار 2000 في ثلاث محطات على شط العرب، هي الهارثة والتنومة وأبي الخصيب. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أعلى محتوى للهيدروكربونات النفطية في الأوراق (5.6 مايكرو غرام / غ وزن جاف)، كان في المحطة رقم (2) من منطقة التنومة، وبلغ في المحطة رقم (1) من منطقة الهارثة، والمحطة رقم (3) من منطقة أبي الخصيب 4.2 و4.1 مايكرو غرام / غ وزن جاف على التوالي، (جدول، 7).

جدول رقم (7): تركيز الهيدروكربونات النفطية في أوراق النخيل.

المحطة	أعلى تركيز	الشهر	أقل تركيز	الشهر
أبي الخصيب (3)	4.41	أذار	4.01	تشرين الأول
التنومة (2)	5.88	أذار	5.56	تشرين الأول
الهارثة (1)	5.03	أذار	4.60	تشرين الأول

وأشارت الدراسة أنّ مصادر الهيدروكربونات النفطية في شط العرب مختلفة، وتصل إلى الأشجار إما عن طريق مياه الري أو تبخرها من أماكن تواجدتها، خاصة وأن ذرات الكربون من C5 – C15 أكثر تطايراً في البيئة وتعمل درجات الحرارة على تبخيرها وانتقالها إلى أشجار النخيل القريبة من شط العرب.

وكون الهيدروكربونات النفطية من الملوثات المحبة للدهون، فكلما زاد محتوى الأوراق من الدهون زادت قابلية تراكيز الهيدروكربونات فيها، حيث لوحظت علاقة ارتباط موجبة وقوية جداً بين تراكيز الهيدروكربونات النفطية ومحتوى الأوراق من المواد الدهنية ($r = 0.98$).

وقام Ibrahim and Aziz, (2001) بدراسة التباين في الهيدروكربونات الأروماتية في أوراق نخيل التمر (صنف السابر) والتربة والمياه في منطقة أبي الخصيب، حيث أخذت عينات المياه من ثلاث مواقع تبعد 100، 1000، 2000 متر عن شط العرب، وعينات التربة من العمق 0 – 60 سم. وأشارت نتائج الدراسة إلى وجود 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 ميكرو غرام / لتر و 7.27 و 8.21 مايكرو غرام / غ وزن جاف في عينات المياه والتربة والأوراق، وانخفضت التراكيز بالإبتعاد عن شط العرب، (جدول، 8).

جدول رقم (8): محتوى أوراق نخيل التمر والتربة والمياه من الهيدروكربونات الأروماتية.

% للدهن	تراكيز الهيدروكربونات ميكرو غرام / 100 غ			بعد المحطة عن شط العرب (م)
	الأوراق	التربة	المياه ملغ / 100 غ	
0.82	8.21	7.27	5.06	100م
0.83	5.03	3.72	2.82	1000م
0.76	4.40	3.11	2.19	2000م
—	0.71	0.63	0.71	LSD(0.05)

المراجع :

1. (2001) .81 - 71 : 5 .12 . - - .2
2. (2001) .43-53 :(1) (14) .3
3. (2001) .() . 31 - 16 : 10 .

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 Aziz, N. M. (2001). Variation in Aromatic Hydrocarbons as indicated by their content in leaves of (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Sayer, Soil and water from Abu AL-Khasib Region, Southern Basrah, Iraq. Marina Mesopotamica J. 16 (2):245-252.
4. Gasim, A. Abdulaziz; Asif, I. Mir and Osman. A. AL-Tahir. (1986). Effect of Dust on the leaves and fruits of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). proceeding of second symp. On date palm Saudia Arabia: 619-625.