مجلة الباحث
موقع المجلة: https://journals.uokerbala.edu.iq/index.php/bjh/

استكشاف انتشار أمراض النخيل من خلال التحليل المكاني والتعلم العميق بالاعتماد على بايثون" في محافظة كربلاء للفترة (2018-2025)

م.د.نبراس احمد كامل
كلية التربية للعلوم الإنسانية/ قسم الجغرافية التطبيقية

معلومات الورقة البحثية

الكلمات الرئيسية:

أمراض النخيل، نظم المعلومات الجغرافية، التعلم العميق، ، التحليل المكاني، البايثون..

المستخلص باللغة العربية:

يهدف هذا البحث إلى تحليل التوزيع الزماني والمكاني لأهم الأمراض والآفات التي تصيب نخيل التمر في محافظة كربلاء، مع التركيز على تقدير شدة الإصابة، والمساحات المتأثرة، ومستويات الخطورة، والكشف عن أنماط الانتشار المكاني باستخدام الأساليب الإحصائية المكانية. اعتمدت الدراسة على بيانات حقلية موثقة تضمنت مواقع الإصابة، سنة الاكتشاف، شدة الإصابة، والمساحة المصابة، إلى جانب تصنيف نوع المرض والعوامل البيئية المصاحبة له.
أظهرت النتائج تبايناً واضحاً في المساحات المصابة وشدة الإصابة بين السنوات، حيث سجلت بعض الآفات الحشرية، ولاسيما سوسة النخيل الحمراء وحشرة الدوباس، مستويات خطورة مرتفعة واتساعاً مكانياً ملحوظاً، في حين اتسمت بعض الأمراض الفطرية بانتشار متوسط ومحصور نسبياً. كما بينت التحليلات أن الاضطرابات الفسيولوجية، وعلى رأسها الإجهاد المائي والملوحة، تمثل عاملاً مؤثراً ومستمراً في تدهور صحة النخيل، مع ارتباط واضح بارتفاع درجات الحرارة ومحدودية الموارد المائية خلال فصل الصيف.
كشفت نتائج التحليل المكاني باستخدام مؤشر موران (Moran's I) عن وجود أنماط انتشار تجمعية ذات دلالة إحصائية لمعظم الآفات الحشرية والأمراض الفطرية، مقابل نمط انتشار عشوائي نسبياً في حالات الإجهاد المائي، مما يعكس تأثير العوامل البيئية العامة مقارنة بالعوامل الحيوية في تحديد مواقع الإصابة. كما أظهرت الدراسة أن تزايد شدة الإصابة لا يرتبط دائماً بزيادة المساحة المصابة، الأمر الذي يشير إلى اختلاف ديناميكيات الانتشار بين نوع وآخر من الأمراض والآفات.
خلص البحث إلى أن تدهور الوسط الزراعي، ولاسيما مشكلات الملوحة وسوء إدارة الري، يسهم بشكل مباشر وغير مباشر في زيادة قابلية النخيل للإصابة بالأمراض والآفات المختلفة. وتؤكد النتائج أهمية اعتماد الإدارة المتكاملة للآفات، وتحسين إدارة الموارد المائية، وتعزيز المراقبة المكانية الدورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، بوصفها أدوات فاعلة للحد من تفاقم الإصابات وتحقيق استدامة إنتاج نخيل التمر في منطقة الدراسة.

doi: xx.xxxx

١. المقدمة

تشكل أشجار النخيل ركيزة أساسية في الاقتصاد الزراعي والنسيج الاجتماعي لمحافظة كربلاء، حيث تمثل مصدراً مهماً للدخل والعمالة لآلاف الأسر. وفقاً لإحصائيات وزارة الزراعة العراقية (2023)، تضم المحافظة ما يزيد عن 2.5 مليون نخلة منتجة، تمثل حوالي 15% من إجمالي النخيل في العراق. ومع ذلك، تواجه هذه الثروة الزراعية تحديات متزايدة بسبب انتشار مجموعة من الأمراض والآفات التي تؤثر سلباً على إنتاجيتها وتقلل من قيمتها الاقتصادية.

1-مشكلة الدراسة

على الرغم من الجهود المبذولة في مكافحة أمراض النخيل، فإن غياب نظام متكامل للرصد والتنبؤ بالانتشار الجغرافي لهذه الأمراض يحول دون فعالية برامج المكافحة. تفتقر الإدارة الزراعية الحالية إلى أدوات تحليلية متقدمة تمكّن من تحديد الأنماط المكانية والزمانية للانتشار، مما يؤدي إلى رد فعل متأخر وتدخل غير دقيق في كثير من الأحيان. فالمشكلة هي(ما امكانية الكشف عن للأمراض والاصابات للنخيل في محافظة كربلاء عن طريق التعلم العميق والبايوثون) (وهل هناك امكانية في الحصول على بيانات للإصابات في ظل النقص الحاد في البيانات) .

2-فرضية الدراسة

1. **نفترض يمكن للتعلم العميق بواسطة اوراق النبانات المصابة، الكشف الأمراض بدقة > 90%**
2. **نفترض امكانية التحليل المكاني الذي يحدد البؤر بدقة عالية عن طريق التعلم العميق**
3. **نفترض بانة يوفر بيانات غير موجودة في دوائر التي تخص الزراعة .**

3-هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

1. **تطوير قاعدة بيانات جغرافية شاملة لأمراض النخيل في محافظة كربلاء.**
2. **تحليل الأنماط المكانية لانتشار الأمراض باستخدام تقنيات GIS.**
3. **بناء نموذج تنبؤي باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.**
4. **تقديم نظام دعم قرار متكامل لإدارة أمراض النخيل**

3- منهجية البحث

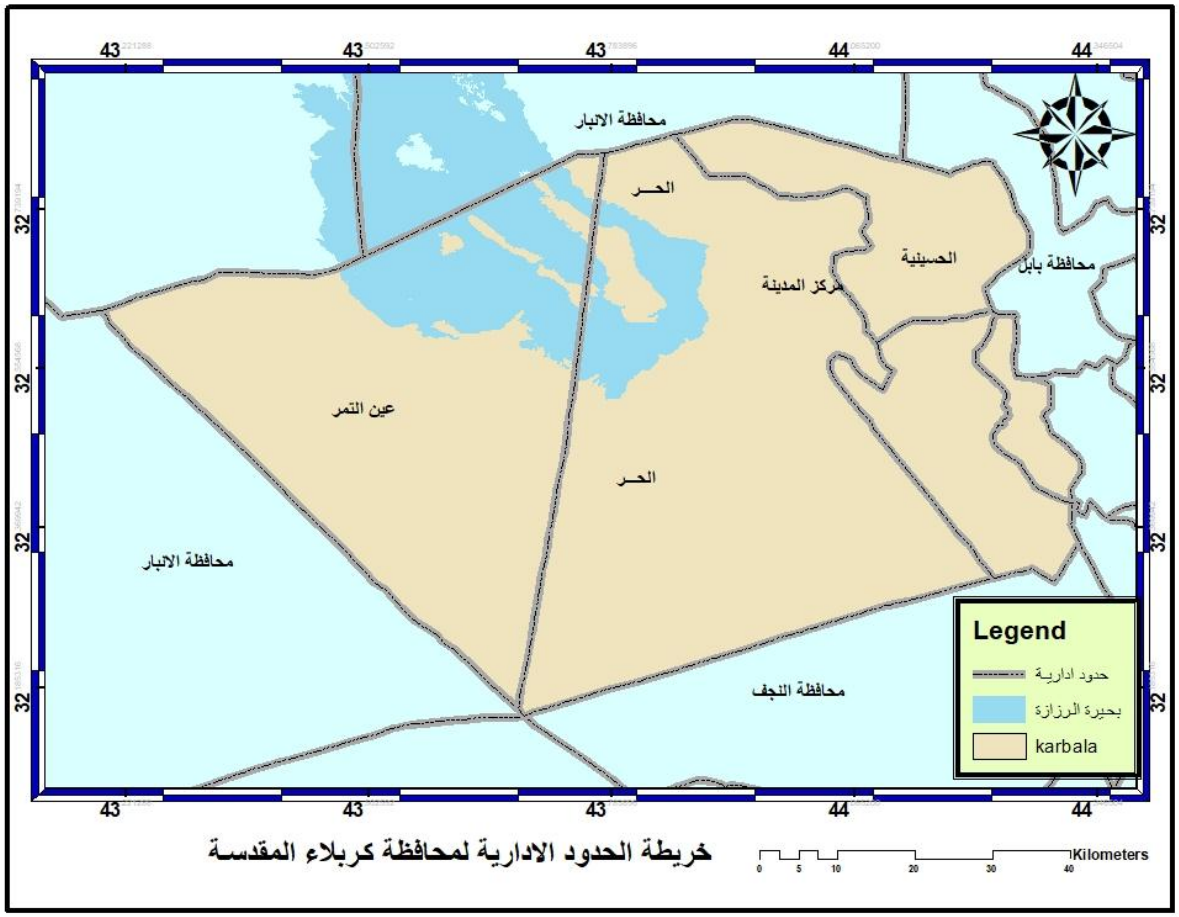
اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الإحصائي والمنهج الوصفي–التحليلي، إلى جانب توظيف تقنيات التعلم العميق (Deep Learning)في تحليل البيانات المكانية والمرئية المتعلقة بأمراض وآفات نخيل التمر في منطقة الدراسة.

تم جمع البيانات المكانية والوصفية بالاعتماد على صور الأقمار الصناعية Landsat) و(Sentinel-2، إضافة إلى الصور الحقلية الخاصة بأمراض النخيل وسجلات دائرة زراعة كربلاء. كما جرى بناء وتدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتطبيقها باستخدام لغة Pythonعبر منصة Google Colab (https://colab.research.google.com)، لما توفره من بيئة حوسبة عالية الكفاءة لمعالجة البيانات الضخمة وتدريب النماذج العميقة.

2.2 حدود منطقة الدراسة

فلكيا : تركزت الدراسة على محافظة كربلاء بالعراق، والتي تمثل بيئة نموذجية لزراعة النخيل، حيث تم تحديد الإحداثيات الجغرافية للمنطقة بين خطي طول 43.2° و44.2° شرقاً، وخطي عرض 32.2° و32.8° شمالاً. خريطة(1) . أما زمانيا : شملت من عام 2018- 2025

خريطة(1)الحدود الادارية لمنطقة الدراسة



المصدر: الهيئة العامة للمساحة ،خريطة العراق الادارية ، مخرجات برنامج arc gis 10.8.

4- جمع البيانات

تم جمع وتصنيف البيانات المتعلقة بـ (18) رضًا وآفة رئيسية تصيب نخيل التمر، بالاعتماد على مصادر متعددة شملت الصور الفضائية، والبيانات الحقلية، وسجلات الجهات الرسمية. وقد توزعت هذه البيانات المبينة في جدول رقم (1):

جدول(1) الامراض منطقة الدراسة

الاضطرابات الفسيولوجية والعوامل البيئية	الأمراض البكتيرية	الأمراض الفطرية	الآفات الحشرية
الإجهاد المائي	اللفحة البكتيرية	التفحم الحقيقي	سوسة النخيل الحمراء
نقص العناصر الغذائية	تعفن الجذور البكتيري	التفحم الكاذب	حشرة الدوباس

الاضطرابات الفسيولوجية والعوامل البيئية	الأمراض البكتيرية	الأمراض الفطرية	الآفات الحشرية
الملوحة	–	عفن القمة النامية	حشرة البيوض
حروق الشمس	–	خياس طلع النخيل	–
تدهور التربة	–	ذبول الفيوزاريوم	–
–	–	عفن الثمار	–
–	–	التبقع الورقي	–

المصدر: من عمل الباحثة.

FAO (2002). Date Palm Cultivation. FAO Plant Production and Protection Paper؛

Carpenter, J. B., & Elmer, H. S. (1978). Pests and Diseases of the Date Palm. USDA؛

السلطان، عبد الكريم (1985). أمراض وآفات نخيل التمر في الوطن العربي؛

الخشن، عبد الله (1975). نخيل التمر: الآفات والأمراض وطرق مكافحتها.

5- الأدوات والبرمجيات:-تم العمل بمجموعة من البرمجيات والادوات المبينة في الجدول (1).

الفئة	الأدوات والتقنيات
أولًا: نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد	•برنامج ArcGIS 10.8 صور الأقمار الصناعية Sentinel-2 :وLandsat
ثانيًا: التحليل الإحصائي والذكاء الاصطناعي	•لغة البرمجة Python 3.x• منصة Google Colab• مكتبات التعلم العميق وتحليل الصور
ثالثًا: تقنيات التعلم العميق المستخدمة	•الشبكات العصبية التلافيفية CNN• نماذج ResNet و VGG• نموذج YOLO للكشف الآني عن الأمراض
رابعًا: مصادر البيانات	•قاعدة بيانات الأمراض النباتية عبر منصة Kaggle• الصور الحقلية (Field Photography)• سجلات وبيانات دائرة زراعة كربلاء•
خامسًا: حجم العينة	•أكثر من 5000 صورة• 5 أقضية• مدة زمنية 8 سنوات

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على :- برنامج •ArcGIS 10.8 ، ومنصة •Google Colab ،و منصة •Kaggle .

وهذه نماذج من صور الامراض التي تصيب النخيل صور(1).

صور (1) نماذج من عينات الامراض والافات التي تصيب النخيل المستخدمة في تدريب خوارزمية التعلم العميق

حشره الحميره حشره الحميره خياس النخيل

حشرة الدوباس حشرة الدوباس خياس الطلع سوسة الحمراء

المصدر :دائرة زراعة كربلاء ، شعبة الاحصاء ، بيانات 2025.

6. التحليل والمناقشة

<u>المبحث الاول : كشف الامراض التي تصيب النخيل بالتعلم العميق</u>

اولا:-تطبيق الشبكات العصبية والتقنيات الحديثة في كشف أمراض النخيل

في دراسة التغيرات المرضية التي أصابت أشجار النخيل في منطقة كربلاء خلال الفترة 2018–2025، تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة لتعزيز دقة كشف الأمراض وتحديد البؤر الحرجة. أولاً، تم الاعتماد على الشبكات العصبية التلافيفية (CNN) لتحليل الصور الرقمية لأوراق وأطراف النخيل المصابة. حيث تم تدريب النموذج على مجموعة كبيرة من الصور الميدانية المصنفة حسب نوع المرض (مثل سوسة النخيل الحمراء، التفحم الحقيقي، عفن القمة النامية)، مما مكن النموذج من تمييز العلامات المرئية الدقيقة لكل مرض وتقدير شدة الإصابة لكل شجرة (Zhao, 2019)

ثانيًا، استخدمت نماذج ResNet و VGGلزيادة دقة التصنيف، خاصة في الحالات التي تظهر فيها الأعراض بشكل متداخل أو غير واضح. حيث مكنت بنية ResNet العميقة من التغلب على صعوبة التعرف على العلامات المرضية الصغيرة في الصور عالية الدقة، بينما ساعد نموذج VGG في استخلاص الميزات الأساسية للأوراق المصابة. هذه النماذج كانت مفيدة جدًا في تصنيف الأمراض مع الأخذ بعين الاعتبار الاختلافات البيئية والموسمية في شدة الإصابات (Alzubaidi)

ثالثًا، تم تطبيق نموذج YOLOللكشف الآني عن الأمراض، حيث تم استخدامه على الصور الميدانية الملتقطة من الحقول والطائرات بدون طيار لتحديد المواقع الدقيقة للبؤر المصابة داخل الحقول .سمح هذا النموذج بالتعرف على

المناطق المصابة بسرعة وبدقة عالية، وتوليد خرائط انتشار مكاني للآفات والأمراض، والتي كانت ضرورية لدعم التحليل المكاني والتخطيط لإجراءات المكافحة الفعّالة(Redmon, 2016)

من خلال الدمج بين الملاحظة الميدانية، التحليل المكاني، والتقنيات الحديثة للذكاء الاصطناعي، أصبح بالإمكان تحديد شدة الإصابة، مساحة البؤر، ونمط التوزيع المكاني لكل مرض خلال السنوات 2018–2025 .وقد أسهم هذا التكامل في تحسين الرصد الزمني والمكاني للأمراض، مما يوفر قاعدة بيانات دقيقة لدعم التخطيط الزراعي وإدارة الآفات في النخيل.

ثانيا :-تصنيف الآفات والأمراض

تم تصنيف الامراض حسب ما تم رصده من خلال الصور النخيل الى اربع مجموعات كل مجموعة تضم عدد من الامراض وهي بالتفصيل:-

1-: الآفات الحشرية

أ- حشره الدوباس

ينتشر دوباس النخيل (Ommatissus lybicus) في البيئات الجافة وشبه الجافة، ويتأثر بشكل غير مباشر بملوحة التربة والإجهاد المائي، إذ يؤدي ضعف النمو الخضري للنخيل إلى تهيئة ظروف ملائمة لزيادة شدة الإصابة (Hussain, 1963). يوضّح جدول (3) التغيرات الزمنية في شدة الإصابة والمساحة المكتشفة لحشرة الدوباس خلال المدة من 2020 إلى 2025 في محافظة كربلاء.

جدول (3) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة بحشرة الدوباس لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة	—	—	6	7	10	1	—	9
المساحة (هكتار)	—	—	3.42	2.11	1.42	1.88	—	2.03

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

من الناحية الزمنية والوبائية، لوحظ أن شدة الإصابة كانت مرتفعة نسبيًا خلال معظم سنوات الدراسة، حيث سُجلت القيمة القصوى للشدة (10) في عامي 2020 و2022، كما سُجلت قيمة مرتفعة (9) في عام 2025. ويعكس ذلك نشاطًا وبائيًا مستمرًا للآفة، ما يشير إلى أن إجراءات المكافحة المتبعة، ولا سيما الرش الصيفي بالمبيدات، قد لا تكون كافية وحدها للحد من شدة الإصابة في بعض البؤر.

أما من حيث المساحة المكتشفة، فقد سُجلت أكبر مساحة إصابة في عام 2020 وبلغت 3.42 هكتار، وكانت مصحوبة بشدة إصابة متوسطة (6)، في حين سُجلت أصغر مساحة إصابة في عام 2022 بمقدار 1.42 هكتار، لكنها ترافقت مع أعلى شدة إصابة (10). ويُظهر ذلك أن شدة الإصابة لا ترتبط بالضرورة باتساع المساحة المصابة.

ويلاحظ وجود علاقة عكسية غير منتظمة بين شدة الإصابة والمساحة في الحالات القصوى، إذ تم تسجيل شدّات مرتفعة جدًا على مساحات محدودة نسبيًا، في مقابل شدّات متوسطة على مساحات أوسع. ويُفسَّر ذلك بأن الإصابات الشديدة غالبًا ما تكون موضعية ومركزة، أو أن التدخل المبكر حدّ من الانتشار الأفقي للبؤر عالية الشدة دون القضاء الكامل على شدة الإصابة داخلها.

وسُجلت حالة شاذة نسبيًا في عام 2023، إذ انخفضت شدة الإصابة إلى أدنى قيمة (1) على مساحة بلغت 88.1 هكتار، ما قد يشير إلى تحسن مؤقت في كفاءة إجراءات المكافحة أو إلى تأثير ظروف بيئية غير ملائمة لتكاثر الآفة خلال تلك السنة، دون الجزم باستدامة هذا التحسن.

ب- حشرة البيوض

تُعد حشرة البيوض من الآفات الحشرية الخطرة التي تصيب نخيل التمر، إذ تهاجم الأنسجة الحية وتؤدي إلى إضعاف عام في الشجرة وانخفاض كفاءتها الإنتاجية. ويرتبط انتشار هذه الآفة غالبًا بضعف الحالة الفسيولوجية للنخيل الناتج

عن تدهور خصائص التربة، ولا سيما الإجهاد المائي ونقص العناصر الغذائية، مما يقلل من قدرة النخيل على المقاومة الطبيعية ويزيد من قابلية الإصابة.(Carpenter, 1978)

يوضح جدول (4) التغيرات الزمنية في شدة الإصابة والمساحة المكتشفة لحشرة البيوض خلال المدة من 2018 إلى 2024 في محافظة كربلاء. ومن الناحية الزمنية والوبائية، لوحظ أن شدة الإصابة كانت مرتفعة في بعض سنوات الدراسة، إذ سُجلت أعلى قيمة للشدة (10) في عام 2019، تلتها قيمة مرتفعة (9) في عام 2022، في حين انخفضت الشدة إلى أدنى مستوياتها (2) في عامي 2020 و2024. ويعكس هذا التذبذب طبيعة الإصابة غير المنتظمة وتأثرها بالظروف البيئية وإجراءات المكافحة.

جدول (4) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة بحشرة البيوض لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
شدة الإصابة	3	10	2	6	9	5	2
المساحة (هكتار)	1.01	1.05	1.76	0.68	1.08	0.69	0.61

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

أما من حيث المساحة المكتشفة، فقد أظهرت البيانات اتجاهًا تنازليًا واضحًا عبر سنوات الدراسة، إذ بلغت أكبر مساحة إصابة 1.76 هكتار في عام 2020، ثم أخذت بالانخفاض التدريجي لتصل إلى أدنى قيمة لها (0.61 هكتار) في عام 2024. وقد يشير هذا الاتجاه إلى تحسن نسبي في الحد من الانتشار الأفقي للإصابة خلال السنوات اللاحقة.

ويلاحظ وجود علاقة غير منتظمة بين شدة الإصابة والمساحة، حيث سُجلت أعلى شدة إصابة (10) في عام 2019 على مساحة محدودة نسبيًا (1.05 هكتار)، في حين سُجلت أكبر مساحة إصابة (1.76 هكتار) في عام 2020 مصحوبة بشدة منخفضة (2). ويُفسَّر ذلك بأن الإصابات الشديدة غالبًا ما تكون مركزة في بؤر محددة، في حين قد تنتشر الإصابات الأخف على مساحات أوسع دون أن تصل إلى مستويات شدة مرتفعة.

ت- حفار الساق

تُعد آفة حفّار ساق النخيل (Oryctes agamemnon) من الآفات الحشرية الخطرة التي تُسبب أضرارًا مباشرة في ساق النخيل، مما يؤدي إلى إضعاف الشجرة وقدرتها الإنتاجية، وقد يصل الضرر في الحالات الشديدة إلى موت النخلة. وتزداد شدة الإصابة في الأراضي التي تعاني من ضعف النمو الخضري الناتج عن سوء التسميد أو الإجهاد المائي، كما أن الترب الرملية الفقيرة تقلل من قدرة النخيل على مقاومة الإصابة.(Hill, 2008)

جدول (5) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة اصابة حفار ساق النخيل لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة	8	—	8	1	—	—	10	1
المساحة (هكتار)	5.00	—	4.58	7.91	—	—	2.35	5.87

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

يوضح جدول (5) التغيرات الزمنية في شدة الإصابة والمساحة المكتشفة لحفّار ساق النخيل خلال المدة من 2018 إلى 2025 في محافظة كربلاء، حيث كانت طريقة المكافحة المتبعة ثابتة نسبيًا وتعتمد على حقن الساق بالمبيدات خلال موسم الصيف.

ومن الناحية الزمنية، سُجلت أعلى شدة إصابة (10) في عام 2024، كما تكررت شدّات مرتفعة (8) في بعض سنوات الدراسة، مما يعكس استمرار النشاط الوبائي للآفة رغم تطبيق أسلوب المكافحة ذاته. وفي المقابل، سُجلت أدنى شدة

إصابة (1) في أعوام 2021 و2024 و2025، وهو ما يشير إلى تباين واضح في فاعلية الحقن من موقع إلى آخر أو من سنة لأخرى، تبعًا لاختلاف الظروف البيئية ومستوى الإصابة الأولي.

أما من حيث المساحة المكتشفة، فقد بلغت أكبر مساحة إصابة 7.91 هكتار في عام 2021، وكانت مصحوبة بشدة إصابة متوسطة (4)، في حين سُجلت أصغر مساحة إصابة في عام 2024 وبلغت 2.35 هكتار، وترافقت مع أدنى شدة إصابة (1). ويُظهر ذلك أن اتساع المساحة المصابة لا يعكس بالضرورة ارتفاع شدة الإصابة، بل قد يدل على انتشار إصابات خفيفة نسبيًا على نطاق جغرافي أوسع.

2-: الأمراض الفطرية

وهي أمراض ناتجة عن مسببات فطرية تؤدي إلى تلف الأنسجة النباتية وتعفنها:التفحم الحقيقي والتفحم الكاذب وعفن القمة النامية وهي:-

أ- خياس طلع النخيل

عد مرض خياس طلع النخيل من الأمراض الفطرية التي تصيب الأزهار الذكرية والأنثوية، ويؤدي إلى فشل عملية العقد وانخفاض الإنتاج. وتزداد شدة الإصابة في ظروف الرطوبة المرتفعة والترب سيئة الصرف، كما يسهم ضعف التغذية المعدنية في زيادة قابلية النخيل للإصابة (Djerbi, Précis de Pathologie des Palmiers Dattiers).

جدول (6) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة اصابة خياس الطلع النخيل لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
نطاق شدة الإصابة (من–إلى)	-	1–1	6–6	4–4	6–6	5–6	-	1–1
مجموع المساحة المصابة (هكتار)	-	1.11	1.16	0.55	0.79	2.39	-	0.83

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

يُظهر جدول (6) أن مرض خياس طلع النخيل يُعد من الأمراض ذات الامتداد المكاني المحدود، إذ تراوحت المساحات المصابة خلال فترة الدراسة بين قيم منخفضة نسبيًا، ولم تتجاوز أعلى مساحة مسجلة 2.39 هكتار في عام 2023، ويُعزى ذلك إلى تعدد مواقع الإصابة خلال السنة نفسها دون تحولها إلى نمط وبائي واسع الانتشار.

كما تُبيّن بيانات شدة الإصابة استقرارًا عامًا ضمن المستويات المنخفضة إلى المتوسطة، إذ تراوح نطاق الشدة بين (1–6)، وهو ما يتوافق مع الطبيعة الموسمية للمرض المرتبطة بفترة الربيع، حيث تزداد حساسية الطلع للظروف البيئية غير الملائمة. وتشير السنوات التي سُجل فيها موقع إصابة واحد إلى أن المرض غالبًا ما يظهر بصورة موضعية ومحدودة.

ويلاحظ أن تكرار تسجيل الإصابة خلال سنوات متعاقبة دون حدوث زيادات كبيرة في المساحة المصابة يعكس دور إجراءات الإدارة الزراعية الوقائية، مثل تحسين الصرف والري المنتظم، في الحد من تطور المرض وانتشاره المكاني، دون الجزم بالقضاء الكامل عليه.

وبصورة عامة، يتسم مرض خياس طلع النخيل بانتشار موسمي محدود المساحة، وشدة إصابة منخفضة إلى متوسطة، وتركيز مكاني ضيق، مما يجعله أقل خطورة على الإنتاج الكلي مقارنةً بالأمراض الفطرية ذات الطابع الوبائي واسع الانتشار.

ب- ذبول الفيوزاريوم

يُعد ذبول الفيوزاريوم من أخطر الأمراض الفطرية التي تصيب نخيل التمر، حيث يهاجم الجهاز الوعائي للنخلة مسببًا انسداد الأوعية الناقلة للماء، مما يؤدي إلى ذبول الأوراق وضعف النمو العام للنخلة. ينتشر المرض بشكل أكبر في الأراضي ذات الصرف السيئ ومع ظروف الإجهاد المائي، كما أن التربة الرملية الفقيرة بالمادة العضوية تقلل من قدرة النخيل على مقاومة الإصابة.(Djerbi, 1988)

جدول (7) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة ذبول الفيوزاريوم لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
نطاق شدة الإصابة (من–إلى)	8–8	-	9–9	8–8	1–6	4–4	1–10	1–9
مجموع المساحة المصابة (هكتار)	3.47	-	3.62	4.41	24.59	7.22	6.86	10.26
عدد مواقع الإصابة	1	-	1	1	6	1	2	2

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

شدة الإصابة والسنوات: لوحظ من جدول(7) أن شدة الإصابة تتباين بين سنوات الدراسة، حيث سجلت سنوات مثل 2018 و2020 و2021 شدة مرتفعة ومستقرة ضمن 8–9، على الرغم من أن المساحات المصابة كانت محدودة نسبيًا (3.47–4.41 هكتار)، مما يشير إلى تركيز الإصابة في بقع محدودة. بالمقابل، سجل عام 2022 أكبر مساحة مصابة على الإطلاق (24.59 هكتار) مع نطاق شدة متوسط (1–6)، وهو ما يعكس انتشار المرض على نطاق واسع ولكنه موزع بشكل معتدل، بينما سجل عام 2024 أعلى تباين في الشدة (1–10)، مما يشير إلى وجود بؤر موضعية شديدة التأثير على الرغم من محدودية المساحة المصابة نسبيًا (6.86 هكتار).

المساحة المكتشفة والانتشار المكاني: توضح البيانات أن عدد مواقع الإصابة يرتبط ارتباطًا مباشرًا بالمساحة المصابة، حيث سجل عام 2022 ستة مواقع إصابة، وهو ما يفسر الامتداد المكاني الكبير للمرض. في المقابل، سجلت سنوات مثل 2018 و2020 و2021 موقعًا واحدًا أو موقعين، مما يعكس تركيز المرض في بؤر محدودة دون انتشار واسع.

الارتباط بين الشدة والمساحة: يظهر أن العلاقة بين شدة الإصابة والمساحة المصابة ليست ثابتة؛ ففي بعض السنوات يكون انتشار المرض مكانيًا واسعًا مع شدة منخفضة أو متوسطة، بينما في سنوات أخرى تتركز الإصابة في بقع صغيرة شديدة الشدة. هذا النمط يوضح أن التدخل الوقائي الحالي يحد من انتشار المرض المكاني لكنه لا يمنع ظهور البؤر الشديدة.

يمكن استنتاج أن ذبول الفيوزاريوم يظهر نمطًا مزدوجًا من الانتشار، بين الانتشار المكاني الكبير ذو شدة متوسطة، والبؤر الصغيرة ذات الشدة العالية. إن استمرار ظهور هذه البؤر الشديدة يشير إلى الحاجة إلى تحسين الصرف والري والمكافحة المبكرة للبؤر الفردية، إلى جانب متابعة فعالية التدخلات الوقائية بشكل دوري لتقليل تأثير المرض على الإنتاج الكلي.

ت- عفن الثمار

يُعد مرض عفن الثمار من الأمراض الفطرية الشائعة التي تصيب نخيل التمر خلال مراحل النضج، وينتج عن فطريات متعددة تسبب تعفن الثمار. تزداد شدة الإصابة في ظروف ارتفاع الرطوبة الأرضية وسوء التهوية، كما يسهم الإجهاد المائي قبل الإثمار في ضعف الثمار وزيادة حساسيتها للتعفن (Snowdon, 1990).

جدول (8)السلسلة الزمنية (2018–2025) لمساحة وشدة إصابة عفن الثمار في محافظة كربلاء:

السنة/ المتغير	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
نطاق شدة الإصابة (من–إلى)	4–10	8	6	5	-	-	8	-
مجموع المساحة المصابة (هكتار)	10.06	2.57	9.99	2.37	-	-	1.15	-

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

شدة الإصابة والسنوات: لوحظ من جدول (8) أن عام 2018 سجل أعلى شدة إصابة تراكمية وأكبر مساحة مصابة (10.06 هكتار)، مما يجعله السنة الأكثر حرجة من حيث تأثير المرض، نظرًا لتجمع عدد كبير من الإصابات ضمن مساحات متعددة، مع تفاوت شدة الإصابة بين 4–10. أما عام 2020 فقد شهد توسعًا ملحوظًا في المساحة المصابة

(9.99 هكتار) رغم انخفاض الشدة التراكمية (6)، مما يعكس انتشار المرض على نطاق مكاني أوسع ولكن بحدة أقل. في المقابل، عكست أعوام 2019 و2024 شدة عالية (8) مع محدودية المساحة المصابة (2.57 و1.15 هكتار على التوالي)، وهو نمط إصابة موضعي شديد التأثير.

أما الانتشار المكاني والعوامل المؤثرة: يظهر التحليل أن تطور المرض يعتمد على تفاعل الشدة وعدد البؤر والمساحة المصابة، حيث يمكن للمرض أن يكون شديدًا في بقع صغيرة أو متوسط الانتشار على نطاق أوسع. كما يعكس اختلاف المساحات والشدة بين السنوات فعالية الإجراءات الزراعية مثل التهوية والري المنتظم وتأثير العوامل المناخية والبيئية.

يستنتج من ذلك أن مرض عفن الثمار يتسم بنمط مزدوج من الانتشار: أحيانًا يمتد على نطاق واسع مع شدة منخفضة إلى متوسطة، وأحيانًا يظهر بؤر صغيرة ذات شدة عالية. لذا، فإن تقييم تأثير المرض على الإنتاج يتطلب استخدام البيانات الفعلية المجمعة لكل من الشدة والمساحة عبر السنوات المختلفة، لضمان اتخاذ التدابير الوقائية المناسبة.

ث- عفن القمة

يُصنّف مرض عفن القمة ضمن الأمراض الفطرية التي تصيب الأنسجة النامية في نخيل التمر، وينتج غالبًا عن نشاط فطريات تربة انتهازية. يسهم الإفراط في الري وسوء الصرف في إضعاف القمة النامية، كما أن الإجهاد المائي المتناوب يؤدي إلى تشقق الأنسجة، مما يسهل دخول المسبب المرضي.(Djerbi)

جدول(9) السلسلة الزمنية (2018–2025) لمساحة وشدة إصابة عفن القمة في محافظة كربلاء

الخاصية	2018	2019	2020	2020	2021	2022	2022	2022	2023	2024	2024	2025
شدة الإصابة	6	5	2	7	4	1	5	5	6	10	4	3
المساحة (هكتار)	7.15	6.14	7.36	2.01	4.80	5.98	4.52	3.69	3.96	3.68	2.12	5.27

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

شدة الإصابة والسنوات :لوحظت الشدة القصوى (10) في عام 2024، بينما تتركز معظم حالات الإصابة ضمن المدى المتوسط (4–7). سُجلت أدنى شدة (1) في عام 2022، مما يعكس فعالية استراتيجية إزالة النخيل المصاب في التحكم في كثافة العدوى بشكل عام، لكنها لم تمنع ظهور بؤرة شديدة جدًا في عام 2024.

المساحة المكتشفة :سُجلت أكبر مساحة اكتشاف (7.36 هكتار) في عام 2020 مصحوبة بشدة منخفضة (2)، بينما كانت أقل مساحة (2.01 هكتار) في نفس العام، ولكن بشدة متوسطة (7). يشير ذلك إلى أن إزالة النخيل في الشتاء سمحت بالتحكم في انتشار العدوى البطيء على مساحات واسعة (شدة منخفضة)، لكنها كانت أقل فعالية ضد البؤر شديدة العدوى (شدة عالية).

الارتباط بين الشدة والمساحة :يظهر الجدول وجود علاقة عكسية واضحة في بعض الحالات؛ فعلى سبيل المثال، أكبر مساحة مصابة كانت مرتبطة بشدة منخفضة، بينما أعلى شدة كانت على مساحة أصغر. هذا يعكس أن استراتيجية المكافحة تُقلل من انتشار العدوى على نطاق واسع لكنها لا تمنع ظهور بؤر شديدة محلية.

الخلاصة :يعكس تحليل البيانات أن مرض عفن القمة يمتاز بانتشار موضعي شديد الحدة في بعض السنوات، مع انتشار أوسع بحدة أقل في سنوات أخرى، مما يشير إلى أهمية دمج استراتيجيات إزالة النخيل المصاب مع إجراءات وقائية أخرى مثل تحسين الصرف والري المنتظم والتغذية المتوازنة للنخيل.

ج- مرض التبقع الورقي

يُسبب مرض التبقع الورقي فطريات .Alternaria spp تبقعات مرضية على سعف النخيل، مما يقلل من كفاءة التمثيل الضوئي. تزداد حدّة الإصابة في الترب الفقيرة غذائيًا، خصوصًا عند نقص البوتاسيوم، كما يسهم الإجهاد المائي في ضعف الأنسجة الورقية، ما يجعلها أكثر قابلية للإصابة.(Al-Ani, 2013)

جدول(10) السلسلة الزمنية (2018–2025) لمساحة وشدة إصابة التبقع الورقي في محافظة كربلاء

السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة	-	-	4	9	4	-	-	4
المساحة (هكتار)	-	-	1.85	1.49	1.41	-	-	1.15

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

تُظهر البيانات جدول (10) أن مرض التبقع الورقي يمتاز بانتشار محدود مكانيًا وزمنيًا مقارنة بالأمراض الفطرية الأخرى، إذ يظهر غالبًا في فصل الربيع مع ظروف مناخية موسمية.

- **شدة الإصابة :تراوحت الشدة بين 4 درجات في معظم السنوات، بينما سجلت أعلى شدة (9) في عام 2021، مما يعكس ظروفًا بيئية استثنائية ربما مرتبطة بزيادة الرطوبة أو سوء التهوية داخل البساتين.**
- **المساحة المصابة :كانت المساحات منخفضة نسبيًا، بين 1.15 و1.85 هكتار، ما يشير إلى أن المرض يظهر كبؤر صغيرة ومحدودة الانتشار. أكبر مساحة سُجلت في 2020 (1.85 هكتار) مع شدة متوسطة (4)، في حين سجلت 2021 شدة عالية جدًا (9) على مساحة أصغر (1.49 هكتار). في عام 2025، لوحظت أصغر مساحة مصابة (1.15 هكتار) مع شدة متوسطة (4)، ما يدل على فعالية برامج المكافحة أو تحسن الظروف الجوية.**

الارتباط بين الشدة والمساحة :يظهر أن شدة المرض لا ترتبط دائمًا باتساع المساحة المصابة، بل تعتمد على توافر الظروف البيئية الملائمة للانتشار داخل مواقع محددة.

الخلاصة :يعكس تحليل البيانات أن مرض التبقع الورقي ذو نمط موسمي واضح، ويظهر كبؤر صغيرة، وأن السيطرة عليه تعتمد بشكل كبير على التدخل المبكر قبل اشتداد الإصابة، مع الالتزام بالمكافحة الوقائية مثل الرش المبكر في الربيع.

ح- مرض عفن الثمار

يُعد عفن الثمار من الأمراض الفطرية الشائعة في نخيل التمر خلال مرحلة النضج، وينتج عن فطريات متعددة. تتزايد شدة الإصابة عند ارتفاع الرطوبة الأرضية وسوء التهوية، كما يساهم الإجهاد المائي قبل الإثمار في ضعف الثمار وزيادة حساسيتها للتعفن (Snowdo ، .1990)

الجدول (11) يبين شدة الإصابة والمساحة المصابة بعفن الثمار لفتره(2018–2025)

السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة	4–10	8	6	5	-	-	8	-
المساحة (هكتار)	10.06	2.57	9.99	2.37	-	-	1.15	-

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

شدة الإصابة: من جدول (11) وضح بأن عام 2018 سجل أعلى شدة تراكمية (4–10)، ما يشير إلى كونه السنة الأكثر حرجة من حيث تأثير المرض، نتيجة تركز عدد كبير من الإصابات ضمن مساحات متعددة.

في عام 2020، لوحظ توسع المساحة المصابة رغم انخفاض شدة الإصابة، مما يعكس انتشار المرض على نطاق مكاني أوسع ولكن بحدة أقل نسبياً.

عام 2019 و2024 تميز بارتفاع شدة الإصابة مع مساحة محدودة، مما يعكس ظهور المرض على شكل بؤر محلية عالية الشدة.

بشكل عام، يعكس التحليل أن تطور المرض يتأثر بتداخل شدة الإصابة وعدد البؤر والمساحة المتضررة، ما يؤكد ضرورة استخدام القيم المجمعة عند تقييم التأثير الحقيقي للأمراض النباتية على المستوى الزمني والمكاني.

3- : الامراض البكترية وتشمل :

أ- اللفحة البكترية

يسببها بكتيريا .Xanthomonas spp، حيث تسبب ظهور بقع مائية على الأوراق تتحول لاحقًا إلى مناطق نخرية. ينتشر المرض بشكل أكبر في الترب ذات الرطوبة العالية، كما أن استخدام الري بالرش أو المياه الملوثة يسهم في انتقال البكتيريا بين الأشجار(Schumann,2010)

شدة الإصابة: سجل عام 2022 أعلى شدة إصابة (10)، تلاه عام 2023 (7)، بينما كانت أدنى شدة في عام 2025 (1). يشير هذا التباين الحاد إلى تأثير كبير لعوامل بيئية أو إجرائية على تطور المرض في فترات محددة، خصوصًا في 2022. جدول (12).

المساحة المصابة: شهد عام 2020 أكبر مساحة مصابة (7.56 هكتار)، في حين كانت أصغر مساحة مسجلة 4.0 هكتار في 2021 و2023. لا توجد علاقة خطية واضحة بين شدة الإصابة وحجم المساحة؛ فمثلاً، أعلى شدة في 2022 لم تترافق مع أكبر مساحة، والعكس صحيح في 2020.

جدول (12) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة اللفحة البكترية لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة	5	3	5	2	10	7	-	1
المساحة (هكتار)	5.18	4.78	7.56	4.00	6.95	4.00	-	6.66

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

يعكس هذا التباين ضرورة دراسة المتغيرات المؤثرة مثل طريقة المكافحة والظروف المناخية لتفسير توزيع المرض بشكل غير منتظم.

ب- تعفن الجذور البكتيري

ينتج هذا المرض عن بكتيريا تربة تصيب الجذور، ويظهر غالبًا في الأراضي المتغدقة. يؤدي سوء الصرف وارتفاع الرطوبة إلى اختناق الجذور وتسريع تطور الإصابة (Agrios، 2005) .

جدول (13) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة تعفن الجذور البكتيري لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير / السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
نطاق شدة الإصابة (من–إلى)	1–1	5–9	1–1	4–4	7–7	10–10	-	2–8
مجموع المساحة المصابة (هكتار)	4.86	8.58	3.07	2.73	1.55	3.80	-	5.65

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

يُظهر الجدول (13) أن مرض تعفن الجذور البكتيري اتسم بتباين زمني واضح في كلٍ من الامتداد المكاني وشدة الإصابة. شدة الإصابة: تراوحت شدة الإصابة بين الحد الأدنى (1) في أعوام 2018 و2020، والحد الأقصى (10) في عام 2023. لوحظ تذبذب واضح في شدة الإصابة عبر السنوات، ما يشير إلى أن المرض يظهر بؤريًا ومتغيرًا وفق الظروف البيئية أو فاعلية المكافحة.

المساحة المصابة: أكبر مساحة سجلت كانت 8.58 هكتار في عام 2019، بينما كانت أدنى مساحة 1.55 هكتار في عام 2022. هناك علاقة غير مباشرة بين شدة الإصابة والمساحة؛ فالأعوام التي شهدت شدة مرتفعة لم تترافق دائمًا مع أكبر مساحة، والعكس صحيح، ما يدل على طبيعة الإصابة الموضعية أو تركيز البؤر في مناطق محدودة.

يشير هذا التباين بين الشدة والمساحة إلى أهمية تقييم كل من عدد البؤر، شدة الإصابة، والمساحة المصابة عند دراسة انتشار المرض لتقدير أثره الفعلي على الإنتاج.

رابعا:-الاضطرابات الفسيولوجية

وهي حالات مرضية غير ناتجة عن كائنات حية، بل بسبب خلل في الظروف البيئية أو التغذوية:ومنها الإجهاد المائي ونقص العناصر الغذائية.

فضلا عن عوامل بيئية تؤثر في صحة النخيل بشكل غير مباشر من خلال تدهور الوسط الزراعي وتشمل تدهور التربة والملوحة وهي مفصلا :-

أ- التفحم الحقيقي

يتميز التفحم الحقيقي بتكوّن كتل سوداء على الأزهار، ويرتبط ظهوره بارتفاع الرطوبة الجوية والتربة سيئة الصرف. كما يسهم ضعف بنية التربة في استمرار الفطر وانتشاره (Djerbi، Diseases of the Date Palm. ،1988).

لوحظ من جدول (14)أن شدة الإصابة كانت عالية في البداية، حيث سجلت أعلى قيمة (10) في عام 2019 على مساحة 1.07 هكتار. ثم انخفضت تدريجيًا في السنوات التالية، بحيث بلغت أدنى شدة (5) في عام 2023 على مساحة 0.57 هكتار، مما يشير إلى فاعلية متزايدة لإجراءات المكافحة أو تحسن الظروف البيئية مع مرور الوقت.

انخفضت المساحات المصابة تدريجيًا مع مرور السنوات، وهو نمط يتوافق مع الانخفاض في شدة الإصابة، مما يعكس نجاح التدخلات الوقائية أو تأثير العوامل البيئية على انتشار المرض.

جدول (14) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة التفحم الحقيقي لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

الخاصية	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة (من–إلى)	-	10	9	-	8	5	-	-
مجموع المساحة المصابة (هكتار)	-	1.07	0.95	-	0.87	0.57	-	-

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

يوضح التحليل وجود علاقة إيجابية نسبياً في السنوات المبكرة (الشدة العالية مرتبطة بمساحة أكبر)، ثم أصبحت العلاقة أقل وضوحًا مع انخفاض الشدة والمساحة، ما يعكس الطبيعة الموضعية للمرض في السنوات الأخيرة.

ب- التفحم الكاذب

يُسبب التفحم الكاذب تشوهًا في الأنسجة الزهرية، ويظهر غالبًا في الترب الفقيرة غذائيًا. يؤدي ضعف التغذية والإجهاد المائي إلى زيادة نشاط الفطر المسبب وتفاقم الأعراض .(Zaid, 1999)

جدول (15) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة التفحم الكاذب لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

الخاصية	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
شدة الإصابة	6	5	9	4	10	6	6-9	3
المساحة (هكتار)	7.15	6.14	9.37	4.80	14.19	3.96	5.80	5.27

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

لوحظ من جدول (15) تذبذب كبير في شدة الإصابة بين السنوات، حيث كانت أدنى قيمة 3 في عام 2025، وأعلى قيمة 14 في عام 2024.

هذا التباين يشير إلى أن المرض يتأثر بشكل كبير بالظروف البيئية، خصوصًا الرطوبة والتربة والتغذية، وأن طريقة المكافحة قد لا تكون متسقة في تأثيرها عبر السنوات.

المساحات المصابة تراوحت بين 3.96 هكتار (2023) و14.19 هكتار (2022)، ما يدل على انتشار مكاني متفاوت.

السنوات التي شهدت زيادة كبيرة في المساحة (2020 و2022) تتوافق مع فترات زيادة شدة الإصابة، مما يعكس أن المرض يمكن أن يمتد جغرافيًا مع زيادة الضغط البيئي المؤثر.

لا توجد علاقة خطية واضحة؛ فمثلاً عام 2024 سجل أعلى شدة (9) مع مساحة متوسطة نسبيًا (5.80 هكتار)، بينما عام 2022 سجل مساحة كبيرة (14.19 هكتار) مع شدة أقل (10).هذا يعكس الطبيعة المركزة للبؤر عالية الشدة أحيانًا مقابل انتشار واسع لشدة أقل، وهو نمط شائع في الأمراض الفسيولوجية حيث العوامل البيئية تؤثر على شدة الإصابة والانتشار المكاني بشكل منفصل.

نستنتج ان التفحم الكاذب يظهر تباينًا كبيرًا في الشدة والمساحة بين السنوات، ويعكس تأثير البيئة والتغذية أكثر من كونه عدوى ناشئة عن كائن حي.

ارتفاع الشدة أحيانًا على مساحة محدودة يشير إلى وجود بؤر مركزة شديدة الضرر، بينما المساحات الكبيرة مع شدة متوسطة تشير إلى انتشار أبطأ تحت ظروف بيئية ملائمة. وعليه يجب اعتماد استراتيجيات جديدة من الري والتسميد ومتابعة الحالات الفردية يظل ضرورياً للسيطرة على المرض.

ت- الإجهاد المائي والملوحة

يمثل الإجهاد المائي والملوحي أحد أهم العوامل المؤثرة في صحة نخيل التمر، إذ يؤدي إلى اختلال التوازن المائي داخل النبات وانخفاض النشاط الفسيولوجي. تسهم هذه الظروف في تهيئة البيئة المناسبة لظهور الأمراض والآفات.

جدول (16) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة الإجهاد المائي والملوحة لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

الخاصية \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
المساحة المصابة (هكتار)	10.91	21.06	7.42	6.82	7.72	–	7.78	–
متوسط شدة الإصابة (1–10)	5.0	7.2	7.0	6.0	4.5	–	2.0	–

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

يُظهر من جدول (16) في البيانات تذبذباً واضحاً في المساحة المصابة خلال مدة الدراسة، ما يدل على تأثر الإجهاد المائي بعوامل مناخية وإدارية متغيرة.

سنة 2019 سجلت أعلى مساحة مصابة (21.06 هكتار)، وهو ما يشير إلى ذروة تأثير الإجهاد المائي والملوحة خلال تلك السنة، ويرتبط غالباً بارتفاع درجات الحرارة أو انخفاض الإطلاقات المائية.

لوحظ انخفاض ملموس في المساحة المصابة بعد 2019، إذ تراجعت إلى 7.42 هكتار في 2020 و6.82 هكتار في 2021، مما قد يعكس تحسناً نسبياً في إدارة الري أو تغيراً في الظروف البيئية.

عادت المساحة إلى الارتفاع النسبي في 2022 (7.72 هكتار) و 2024 (7.78 هكتار)، ما يدل على أن المشكلة لم تُحل جذرياً بل ما زالت دورية ومتكررة.

بينما سجلت أعلى شدة إصابة في سنة 2019 (7.2)، متزامنة مع أكبر مساحة متضررة، وهو ما يعكس تأثيراً مركباً للإجهاد (مساحة واسعة + شدة عالية) ، بقيت الشدة مرتفعة نسبياً في 2020 (7.0) و2021 (6.0) رغم تقلص المساحة، مما يشير إلى أن حدة الإجهاد استمرت في بؤر محددة. وشهدت سنة 2022 انخفاضاً في متوسط الشدة إلى (4.5)، ما يدل على انتقال الحالة من إجهاد شديد إلى إجهاد متوسط.

في 2024 انخفضت الشدة إلى 2.0 رغم زيادة المساحة، وهو مؤشر على تحسن نسبي في الظروف المائية أو فاعلية إجراءات التخفيف.

ث- نقص العناصر الغذائية

يؤدي نقص العناصر الكبرى والصغرى، ولا سيما النيتروجين والبوتاسيوم والحديد، إلى ضعف النمو واصفرار الأوراق. يرتبط هذا النقص غالبًا بتدهور التربة وارتفاعpH ، مما يحد من جاهزية العناصر للنبات ويزيد من قابلية الإصابة بالأمراض. (Mengel, 2001)

جدول (17) يبين الاصابات المتأثرة بنقص المواد الغذائية للفترة من 2018 إلى 2025

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
المساحة الإجمالية (هكتار)	4.52	4.91	2.88	6.17	3.28	1.22	-	5.29
نطاق شدة الإصابة	3–7	9–10	6–6	4–10	8–8	7–7	-	1–1

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

يُظهر الجدول (17) تذبذبًا واضحًا في المساحة الإجمالية المتأثرة بالإصابة خلال الفترة الزمنية (2018–2025)، إذ لم تسجل القيم اتجاهًا تصاعديًا أو تنازليًا ثابتًا، بل عكست تغيرات سنوية مرتبطة بدرجة شدة الإصابة والظروف البيئية المصاحبة.

ففي عام 2018بلغت المساحة المصابة (4.52 هكتار) مع نطاق شدة متوسط (3–7)، مما يشير إلى انتشار محدود نسبيًا للإصابة. وارتفعت المساحة في 2019إلى (4.91 هكتار)، بالتزامن مع تسجيل أعلى نطاق لشدة الإصابة (9–10)، وهو ما يعكس تفاقم الحالة المرضية واتساع حدتها خلال هذا العام.

أما في 2020، فقد انخفضت المساحة المتأثرة إلى (2.88 هكتار)، مع ثبات شدة الإصابة عند مستوى متوسط (6–6)، ما يدل على انحسار نسبي في الامتداد المكاني للإصابة رغم استمرار تأثيرها. في المقابل، شهد عام 2021أعلى مساحة إصابة مسجلة خلال فترة الدراسة (6.17 هكتار)، مع نطاق شدة واسع (4–10)، الأمر الذي يعكس تفاوتًا مكانيًا في شدة الإصابة بين المناطق المصابة.

وفي عام 2022تراجعت المساحة المصابة إلى (3.28 هكتار)، إلا أن شدة الإصابة بقيت مرتفعة ومستقرة عند (8–8)، مما يشير إلى تركّز الإصابة في مساحات أقل ولكن بدرجة تأثير عالية. بينما سجّل عام 2023أدنى مساحة متأثرة (1.22 هكتار) مع شدة إصابة ثابتة نسبيًا (7–7)، وهو ما قد يُعزى إلى تحسن نسبي في إجراءات المكافحة أو تغير الظروف البيئية.

أما في عام 2025، فقد ارتفعت المساحة المصابة مجددًا إلى (5.29 هكتار)، إلا أن نطاق شدة الإصابة كان منخفضًا جدًا (1–1)، مما يدل على انتشار واسع نسبيًا لإصابات ضعيفة الشدة، وهو ما قد يعكس بداية ظهور الإصابة أو تحسن الحالة الصحية العامة مع بقاء التأثير المكاني.

ج- حروق الشمس في نخيل التمر – إجهاد حراري

تُعد حروق الشمس من الإجهادات البيئية التي تصيب نخيل التمر، وتحدث نتيجة التعرض المباشر لدرجات حرارة مرتفعة مع نقص الرطوبة الأرضية. يؤدي الإجهاد المائي إلى فقدان الأوراق قدرتها على تنظيم الحرارة، مما يسبب تلف الأنسجة السطحية للسعف والثمار. (Zaid A. &.-J., 2002).

جدول (18) يبين الاصابات المتأثرة بحروق الشمس للفترة من 2018 إلى 2025 -

المؤشر	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	الإجمالي
المساحة الإجمالية (هكتار)	7.24	7.93	13.65	-	-	7.75	5.22	7.30	49.09
نطاق شدة الإصابة	5–7	3–5	3–10	-	-	4–4	4–4	1–1	1–10

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

يُظهر الجدول (18) تباينًا زمنيًا واضحًا في سلوك إصابة حروق الشمس من حيث المساحة والشدة. ففي عام 2018، سُجّلت إصابة واحدة ذات شدة مرتفعة (9)ضمن مساحة محدودة نسبيًا (1.38 هكتار)، ما يدل على تأثير شديد ناتج عن إجهاد حراري ومائي مركز.

أما في عام 2024، فقد ارتفعت مساحة الإصابة إلى (1.70 هكتار) مع انخفاض كبير في الشدة (1)، وهو ما يشير إلى انتشار إصابات خفيفة، يُحتمل أن يكون مرتبطًا بتحسن نسبي في إدارة الري أو انخفاض حدّة الإجهاد الحراري رغم اتساع الامتداد المكاني.

في المقابل، سجّل عام 2025أعلى إجمالي مساحة إصابة (3.37هكتار)، مع متوسط شدة متوسطة (6)، ما يعكس تباينًا مكانيًا في شدة الإصابة داخل السنة نفسها، ويشير إلى اختلاف الظروف المحلية مثل رطوبة التربة، درجة التعرض للإشعاع الشمسي، وكفاءة طرق الري.

ح- تدهور التربة وأثره على نخيل التمر – إجهاد بيئي

يُعد تدهور التربة من العوامل غير الحيوية المؤثرة في صحة نخيل التمر، ويشمل فقدان البنية، ونقص المادة العضوية، وارتفاع الملوحة. يؤدي ذلك إلى ضعف الامتصاص الجذري للماء والعناصر الغذائية، مما ينعكس سلبًا على النمو الخضري ويهيئ الظروف لظهور الأمراض الفطرية والبكتيرية. (FAO, 2015).

يُبيّن الجدول (19) التغيّر الزمني في المساحة الإجمالية للإصابات خلال سنوات الدراسة المختارة، مع توضيح نطاق شدة الإصابة لكل سنة، مما يعكس تباينًا في الامتداد المكاني وحدّة التأثير المرضي.

جدول (19) يبين الاصابات المتأثرة بتدهور التربة للفترة من 2018 - 2025

الخاصية \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
متوسط شدة الإصابة	6.0	4.0	6.33	-	-	4.0	4.0	1.0
المساحة المصابة (هكتار)	7.24	7.93	13.65	-	-	7.75	5.22	7.30

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

سُجّلت في عام 2018مساحة إصابة مقدارها (7.24 هكتار) ضمن نطاق شدة متوسطة إلى مرتفعة (5–7)، ما يشير إلى إصابات ذات تأثير ملحوظ نسبيًا. وارتفعت المساحة في عام 2019إلى (7.93 هكتار) مع انخفاض نطاق الشدة إلى (3–5)، وهو ما يدل على اتساع طفيف في المساحة مقابل تراجع نسبي في حدّة الإصابة.

من جدول (19) وفي عام 2020، سُجّلت أعلى مساحة إصابة خلال فترة الدراسة (13.65 هكتار)، مصحوبة بأوسع نطاق لشدة الإصابة (3–10)، الأمر الذي يعكس تفاوتًا مكانيًا كبيرًا في حدّة الإصابات، ويشير إلى تأثير واضح لعوامل بيئية متباينة، مثل الإجهاد المائي والملوحي أو الاختلاف في كفاءة الإدارة الزراعية.

أما في عام 2023، فقد انخفضت المساحة المصابة إلى (7.75 هكتار) مع ثبات شدة الإصابة عند مستوى متوسط (4–4)، مما يدل على استقرار نسبي في درجة التأثير ضمن نطاق مكاني محدد. واستمر هذا النمط في عام 2024، حيث تراجعت المساحة إلى (5.22 هكتار) مع نطاق شدة مماثل (4–4)، وهو ما قد يُعزى إلى تحسن نسبي في أساليب المكافحة أو إدارة الموارد المائية.

وفي عام 2025، بلغت المساحة المصابة (7.30 هكتار)، إلا أن نطاق شدة الإصابة انخفض إلى أدنى مستوياته (1–1)، مما يشير إلى انتشار إصابات ضعيفة الشدة نسبيًا، قد تمثل حالات مبكرة أو تأثيرًا محدودًا للعوامل الضارة مقارنة بالسنوات السابقة.

تعكس النتائج وجود تباين مكاني-زماني في تدهور التربة، حيث لا ترتبط شدة الإصابة دائمًا باتساع المساحة المصابة، خاصة في السنوات الأخيرة. ويشير ذلك إلى تحول نمط التدهور من بؤر عالية الشدة إلى انتشار واسع منخفض الشدة.

4- امراض فيروسية

أ- اصفرار النخيل الفيروسي

يُعد اصفرار النخيل عرضًا ناتجًا عن عدة عوامل، أبرزها نقص الحديد والنيتروجين. ترتبط هذه الحالة بارتفاع قلوية التربة وسوء إدارتها، مما يقلل من جاهزية العناصر الغذائية .(Djerbi, Diseases of the Date Palm, 1988)

جدول (20) يبين السلسلة الزمنية لمساحة وشدة الاصابة اصفرار النخيل الفيروسي لفتره (2018-2025) في محافظة كربلاء

المتغير \ السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
نطاق شدة الإصابة (من–إلى)	6–6	7–8	9–9	-	3–9	4–8	9–9	1–10
مجموع المساحة المصابة (هكتار)	5.94	13.86	2.54	-	23.13	9.26	7.81	11.79

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النبانية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

يُظهر الجدول (20) أن مرض اصفرار النخيل الفيروسي يتميز بانتشار زمني ومكاني واضح، مع تسجيل أعلى مساحة مصابة فعلية خلال عام 2022نتيجة تعدد مواقع الإصابة، إلى جانب نطاق واسع لشدة الإصابة (3–9)، مما يدل على انتشار واسع للمرض بحدة متفاوتة. كما يبرز عام 2019كعام ذي مساحة مصابة مرتفعة نسبياً مع شدة متوسطة إلى عالية، ما يعكس توسعاً مكانياً مبكراً للمرض.

في المقابل، تميز عام 2025بأوسع نطاق لشدة الإصابة (1–10) مع مساحة مصابة كبيرة نسبياً، وهو ما يشير إلى تباين حاد في مستوى الإصابة بين المواقع خلال السنة نفسها. أما الأعوام ذات الموقع الواحد (2018، 2020، 2024) فقد عكست إصابات موضعية لكنها ذات شدة مرتفعة في بعض الحالات، وهو نمط شائع في الأمراض الفيروسية التي يصعب التحكم بها ميدانياً.

وبوجه عام، تؤكد النتائج أن المرض يتسم بالاستمرارية الزمنية والقدرة على التوسع المكاني، مع غياب وسائل المكافحة المباشرة، مما يزيد من خطورته على الإنتاج الزراعي ويستدعي التركيز على إجراءات الوقاية والإدارة المتكاملة.

أظهر مرض اصفرار النخيل الفيروسي أعلى امتداد مكاني عام 2022، في حين سجلت بعض السنوات نطاقات شدة واسعة ضمن مساحات متفاوتة، مما يعكس طبيعة المرض المزمنة وصعوبة السيطرة عليه.

المبحث الثاني التوزيع والتحليل و المناقشة

التوزيع الاصابات حسب الاقضية محافظة كربلاء

يُظهر الجدول(21) تبايناً مكانياً واضحاً في نسب الإصابة الزراعية بين مناطق محافظة كربلاء، مع اقتراب جميع المناطق من عتبة الإصابة المرتفعة، إذ بلغ المتوسط العام للإصابة نحو 29.34 %من إجمالي المساحة الزراعية الكلية، وهي نسبة تُعد مرتفعة من منظور الإدارة الزراعية المستدامة.

سجّل مركز كربلاء أعلى مساحة مصابة بلغت 798هكتاراً وبنسبة إصابة 30.1%، مقرونة بأعلى عدد من البؤر المرضية (22) بؤرة، ما يعكس كثافة زراعية عالية وتداخلاً مكانياً كبيراً بين الحيازات، الأمر الذي يسهّل انتقال مسببات الأمراض ويضع المنطقة ضمن الحالة الحرجة.

أما قضاء الحسينية فقد أظهر نسبة إصابة مماثلة تقريباً (30.0%) ولكن بعدد بؤر أقل 8) بؤر(، مما يشير إلى أن الإصابات فيه أكثر تركزاً مكانياً مقارنة بمركز كربلاء، وهو نمط يدل على بؤر مرضية كبيرة المساحة بدلاً من الانتشار المتشتت.

في حين سجّلت الهندية نسبة إصابة أقل نسبياً(29.6%) وصُنفت بالحالة المتوسطة، على الرغم من تقارب النسبة مع المناطق الحرجة، ويُعزى ذلك إلى التوزيع المكاني الأكثر توازناً للإصابات وعدد بؤر متوسط 9) بؤر(، ما يقلل من خطورة التفشي السريع.

أما عين التمر فقد بلغت نسبة الإصابة 26.0%، وهي الأدنى بين المناطق، إلا أنها ما زالت ضمن النطاق الحرج بسبب محدودية المساحة الكلية للمنطقة، حيث يؤدي انتشار الإصابة إلى تأثير نسبي أكبر على الإنتاج الزراعي المحلي رغم انخفاض عدد البؤر6 (بؤر)

جدول(21) نسب الإصابة الزراعية للنخيل حسب اقضية محافظة كربلاء لفتره (2018-2018)

الحالة	عدد البؤر	نسبة الإصابة	المساحة المصابة/هكتار	المساحة الكلية/هكتار	المنطقة
⚠حرجة	22	30.1%	798	2650	مركز كربلاء
⚠حرجة	8	30.0%	294	980	الحسينية
⚡متوسطة	9	29.6%	326	1100	الهندية
⚠حرجة	6	26.0%	231	890	عين التمر
	45	~29.34%	1649	5620	المجموع الكلي

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على: قاعدة بيانات الامراض النبانية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

اولا:- التحليل المكاني للانتشار

1.الخرائط الموضوعية

تبين خريطة (2) الشاملة تجمع كل الأمراض. يظهر منها تركيز الإصابات في المناطق الوسطى والجنوبية من المحافظة .تظهر الخريطة توزيع الأمراض والإصابات التي تؤثر على أشجار النخيل في محافظة كربلاء، مع التركيز على الأنواع المختلفة من الأمراض والعوامل المؤثرة على صحة النخيل .

الجدول 22: توزيع البؤر المصابة حسب نوع المرض

المرض/الآفة	المساحة المصابة (هكتار(	النسبة المئوية	عدد البؤر	متوسط المساحة/بؤرة
سوسة النخيل الحمراء	185.6	24.3%	45	4.12
حشرة الدوباس	92.3	20.5%	38	2.43
التفحم الحقيقي	45.8	11.9%	22	2.08
عفن القمة النامية	67.2	9.7%	18	3.73
حشرة البيوض	38.5	8.1%	15	2.57
الإجهاد المائي	210.4	7.6%	14	15.03
أمراض أخرى	124.6	17.9%	33	3.78
الإجمالي	764.4	100%	185	4.13

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النبانية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام .Python – Google Colab

ومن جدول (22) نجد تتصدر سوسة النخيل الحمراء قائمة الآفات من حيث عدد البؤر (45 بؤرة) وبنسبة 3.24% من إجمالي الإصابات، مع مساحة مصابة بلغت 185.6 هكتار ومتوسط مساحة للبؤرة الواحدة 4.12 هكتار. ويعكس ذلك نمط انتشار واسع نسبيًا يتميز بتجمعات متعددة متوسطة المساحة، ما يؤكد خطورة هذه الآفة وقدرتها العالية على الانتشار داخل البساتين، وهو ما يتفق مع كونها من أخطر آفات النخيل عالميًا.

تأتي حشرة الدوباس في المرتبة الثانية من حيث عدد البؤر (38 بؤرة) وبنسبة 20.5%، إلا أن المساحة المصابة أقل مقارنة بسوسة النخيل (92.3 هكتار) ومتوسط مساحة البؤرة (2.43 هكتار). ويشير ذلك إلى نمط إصابة كثيف عدديًا لكنه محدود مكانيًا نسبيًا، ما يعكس طبيعة انتشار الدوباس التي تعتمد على كثافة الإصابة أكثر من اتساع المساحة.

أما التفحم الحقيقي فقد سُجل بعدد بؤر أقل (22 بؤرة) وبنسبة 11.9%، مع مساحة مصابة بلغت 45.8 هكتار، ومتوسط مساحة بؤرة 2.08 هكتار، وهو ما يدل على انتشار موضعي نسبيًا مقارنة بالآفات الحشرية، ويرتبط غالبًا بظروف بيئية محلية مثل الرطوبة وسوء الصرف.

في حين سجل عفن القمة النامية عدد بؤر أقل (18 بؤرة) إلا أن متوسط مساحة البؤرة (3.73 هكتار) والمساحة الكلية المصابة (67.2 هكتار) تشير إلى تأثير مكاني واضح، مما يعكس قدرة المرض على إحداث ضرر كبير حتى عند انخفاض عدد مواقع الإصابة.

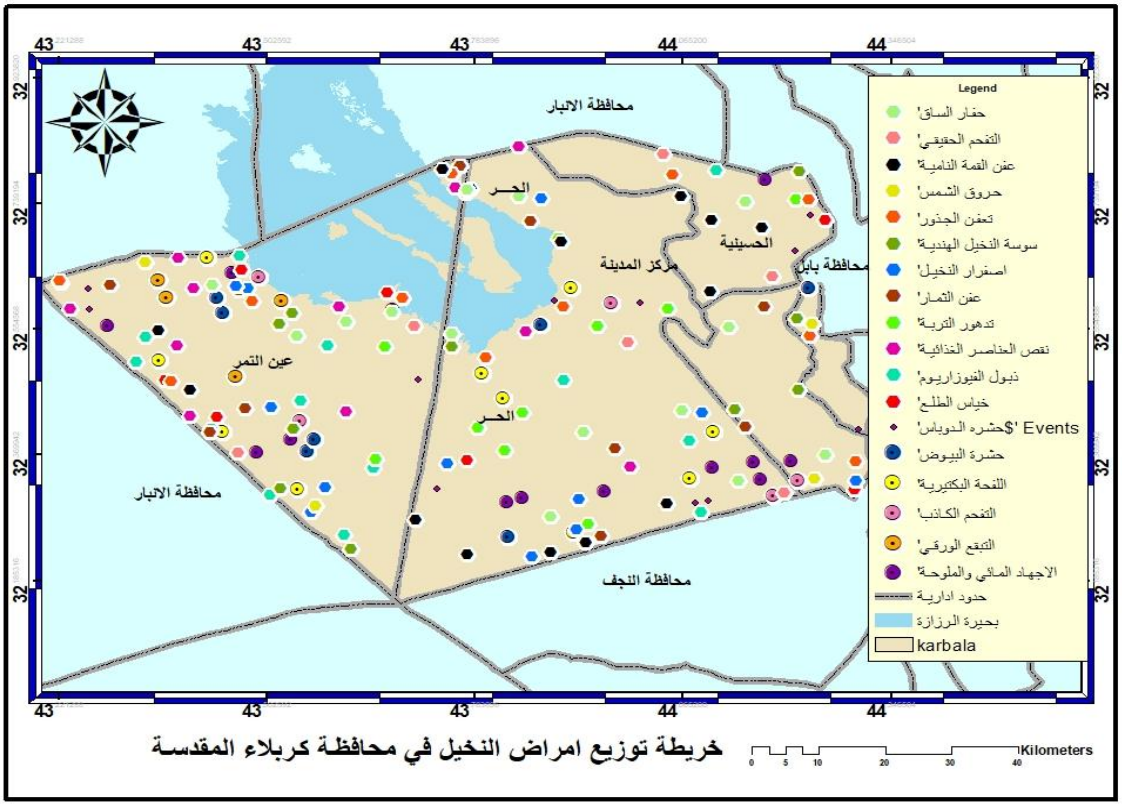
وتظهر حشرة البيوض كنمط إصابة محدود نسبيًا من حيث عدد البؤر (15 بؤرة) والمساحة المصابة (38.5 هكتار)، بمتوسط مساحة بؤرة بلغ 2.57 هكتار، ما يشير إلى تأثير متوسط مقارنة ببقية الآفات.

ويبرز الإجهاد المائي كحالة خاصة؛ فعلى الرغم من تسجيله أقل عدد نسبي من البؤر (14 بؤرة) وبنسبة 6.7%، إلا أنه حقق أعلى متوسط مساحة لكل بؤرة (15.03 هكتار) وأكبر مساحة مصابة (210.4 هكتار). ويعكس هذا النمط طبيعة الاضطرابات الفسيولوجية التي تمتد على مساحات واسعة نتيجة العوامل البيئية العامة مثل نقص المياه والملوحة، وليس كنتيجة لعدوى موضعية.

أما فئة الأمراض الأخرى فقد ساهمت بنسبة 17.9% من عدد البؤر (33 بؤرة) وبمساحة مصابة بلغت 124.6 هكتار، ما يشير إلى تنوع مرضي واسع بتأثير مكاني متوسط.

وبصورة عامة، يؤكد الجدول أن عدد البؤر وحده لا يعكس مستوى الخطورة الحقيقي، إذ إن بعض الظواهر مثل الإجهاد المائي تُحدث تأثيرًا مكانيًا واسعًا رغم قلة البؤر، في حين تتسم بعض الآفات مثل الدوباس بكثرة البؤر ولكن ضمن مساحات أصغر.

خريطة (2) توزيع الامراض النخيل في محافظة كربلاء



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات arc gis.10.8 ، والجدوال من (3-20)

2.تحليل الكثافة المكانية للاصابات

كشف تحليل Kernel Density Estimation عن وجود ثلاث بؤر ساخنة رئيسية للانتشار خريطة(3)

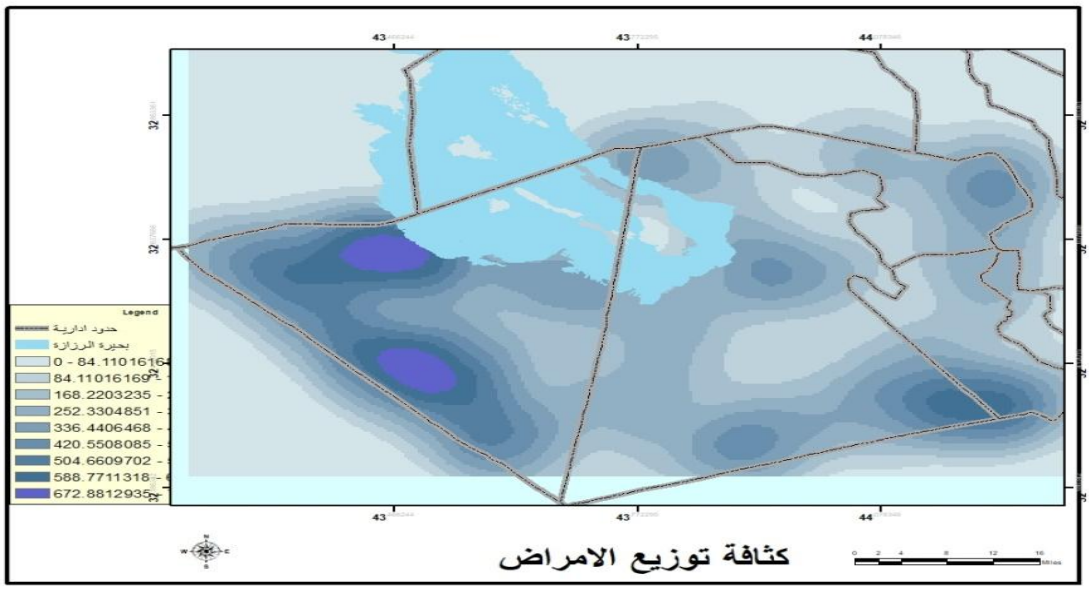
توضح خريطة كثافة توزيع الأمراض وجود تباين مكاني واضح في شدة وانتشار الإصابات داخل منطقة الدراسة، حيث تم تحديد ثلاث بؤر رئيسية تختلف في نسبة مساهمتها من إجمالي الإصابات، مما يعكس عدم تجانس التوزيع المكاني للمرض وتشمل البؤر التالية:-.

أ- **البؤرة الشمالية الغربية و الجنوبية الغربية :-تتركز هذه البؤرة حول الإحداثيات(N 32.65°)، (E 43.85°) الأعلى كثافة مرضية، إذ تظهر فيه بؤر داكنة واسعة تمثل أعلى قيم الكثافة. ويعكس هذا النمط وجود تجمعات مرضية شديدة ومتقاربة مكانيًا، يُرجَّح ارتباطها بارتفاع مستويات الإجهاد المائي والملوحة، إضافة إلى ضعف الصرف الزراعي وكثافة بساتين النخيل، مما يجعله المنطقة الأكثر خطورة من حيث انتشار الأمراض.**

ب- **البؤرة الشرقي : تتسم المنطقة الشرقية بكثافات متوسطة ومتناثرة، دون ظهور بؤر عالية جدًا، مما يشير إلى انتشار محدود نسبيًا للأمراض .**

ت- **البؤرة الشمالية والشمالية الشرقية :- تُعد هذه الاتجاهات الأقل كثافة مرضية، حيث تسود القيم المنخفضة للكثافة، وهو ما يعكس استقرارًا نسبيًا في الحالة الصحية للنخيل، وقد يعود ذلك إلى خصائص بيئية أفضل أو أكثر انتظامًا لإجراءات المكافحة.**

خريطة(3) كثافة توزيع الأمراض النخيل في محافظة كربلاء



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات arc gis.10.8 ، والجداول من (3-20).

ثانيا:- مستويات الخطورة والانتشار

1.تصنيف الأمراض حسب خطورتها

تم تصنيف الأمراض إلى أربع مستويات حسب خطورتها وتأثيرها على إنتاجية النخيل يُظهر تحليل الجدول(23) تدرّجًا واضحًا في مستوى الخطورة المرضية تبعًا لعدد البؤر، والمساحة المتأثرة، ومتوسط شدة الإصابة، إذ تتصدر سوسة النخيل الحمراء وعفن القمة النامية أعلى مستويات الخطورة، حيث سُجّل أكبر عدد من البؤر مع شدة إصابة مرتفعة جدًا، ما يعكس تأثيرًا مباشرًا وسريعًا على الغطاء الزراعي وقدرة الأشجار الإنتاجية، في حين تأتي حشرة الدوباس والإجهاد المائي في مرتبة خطورة عالية ولكن أقل نسبيًا، رغم تسجيلهما أكبر مساحة متأثرة، وهو ما يشير إلى انتشار مكاني واسع يقابله مستوى شدة متوسط إلى مرتفع، أما الأمراض ذات الخطورة المتوسطة مثل التفحم الحقيقي وحشرة البيوض فتتسم بتأثير محدود نسبيًا من حيث المساحة وعدد البؤر، لكنها ما تزال تشكل تهديدًا تراكميًا في حال غياب الإدارة المتكاملة، بينما تظهر الأمراض المصنفة ضمن الخطورة المنخفضة، مثل التفحم الكاذب والتبقع الورقي، بأثر أقل من حيث الشدة والانتشار، إلا أن استمرارها قد يؤدي إلى تدهور تدريجي في صحة النخيل، ويعكس هذا التباين أهمية الربط بين مؤشرات الشدة والانتشار المكاني عند تحديد أولويات المكافحة ووضع استراتيجيات الإدارة الزراعية المستدامة.

الجدول 23: تصنيف الأمراض حسب مستوى الخطورة

الأمراض	مستوى الخطورة	متوسط شدة الإصابة (1-10)	المساحة الإجمالية /هكتار	عدد البؤر
سوسة النخيل الحمراء، عفن القمة النامية	عالي جداً (5)	8.7	252.8	63
حشرة الدوباس، الإجهاد المائي	عالي (4)	7.2	302.7	52
التفحم الحقيقي، حشرة البيوض	متوسط (3)	5.8	84.3	37
التفحم الكاذب، التبقع الورقي	منخفض (2)	4.1	124.6	33

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

2.تحليل الانتشار الزماني

أظهر جدول (24) تحليل البيانات الزمنية تبايناً موسمياً واضحاً في انتشار الأمراض كان اعلاها في موسم الصيف نتيجة اصابة النخيل بسوسة النخيل والاجهاد المائي بنسبة (36.8%):

الجدول 24: التوزيع الموسمي للإصابات

الأمراض السائدة	النسبة المئوية	عدد البؤر	الموسم (كربلاء، 2025)
حشرة الدوباس، التفحم	28.1%	52	الربيع (مارس-مايو)
سوسة النخيل، الإجهاد المائي	36.8%	68	الصيف (يونيو-أغسطس)
الأمراض الفطرية	24.3%	45	الخريف (سبتمبر-نوفمبر)
أمراض التربة	10.8%	20	الشتاء (ديسمبر-فبراير)

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على قاعدة بيانات الامراض النباتية المتاحة Kaggle، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab. ،دائرة زراعة كربلاء.

3.التحليل الإحصائي المكاني: وتشمل :-

3.3.1معاملات الانتشار المكاني

تم حساب مؤشر موران العالمي (Global Moran's I) لتقييم نمط الانتشار المكاني هو مؤشر إحصائي مكاني يُستخدم لقياس الارتباط المكاني الذاتي (Spatial Autocorrelation) لظاهرة جغرافية ما. بمعنى آخر، يهدف إلى تقييم ما إذا كانت القيم المتقاربة مكانيًا تميل إلى التشابه (تجمع) أو الاختلاف (تشتت) أو تكون عشوائية وتمثل بمعادلة (Moran, 1950) :.

$$I = \frac{n}{S_0} \times \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

-
- **I**مؤشر موران العالمي =
- **n**=عدد الوحدات المكانية
- ***xi*** و= ***i*** قيم الظاهرة في الوحدتين ***xj*** و **j**
- $\bar{x}$ = متوسط قيم الظاهرة في جميع الوحدات
- **wij** = (عادةً 1 إذا كانتا متجاورتين، 0 إذا لم تكونا ***i***) و(**j** وزن العلاقة المكانية بين الوحدتين
- **S0**=مجموع أوزان المصفوفة المكانية:

فإذا كانت قيمة المؤشر موجبة وقريبة من +1 فإن ذلك يشير إلى نمط تجميعي يدل على تماثل القيم بين المواقع المتجاورة. أمّا إذا كانت القيمة سالبة وقريبة من –1 فإن التوزيع يتخذ نمطًا تشتيتيًا يعكس تباينًا واضحًا بين الوحدات المكانية. بينما تشير القيم القريبة من الصفر إلى نمط عشوائي لا يخضع لارتباط مكاني واضح.

وتُحدد الدلالة الإحصائية للنمط باستخدام قيمة الاحتمالية Pوقيمة Z؛ فحين تكون 0.05 > Pيُعد النمط ذا دلالة إحصائية وغير ناتج عن الصدفة. كما تُعد قيمة 1.96 < |Z|عند مستوى ثقة 95% مؤشرًا على وجود ارتباط مكاني معنوي يعزز تفسير النمط المُلاحظ.

الجدول 25: مؤشرات الانتشار المكاني

نمط الانتشار	قيمةP	قيمةZ	مؤشر موران(I)	المرض
تجمعي عالي الدلالة	0.001*	4.87	0.452	سوسة النخيل الحمراء
تجمعي دال إحصائياً	0.005*	3.92	0.387	حشرة الدوباس
تجمعي متوسط	0.032*	2.65	0.281	الأمراض الفطرية
عشوائي	0.215	1.24	0.125	الإجهاد المائي
تجمعي عالي الدلالة	0.001*	4.87	0.452	سوسة النخيل الحمراء
تجمعي دال إحصائياً	0.005*	3.92	0.387	حشرة الدوباس
تجمعي متوسط	0.032*	2.65	0.281	الأمراض الفطرية
عشوائي	0.215	1.24	0.125	الإجهاد المائي

***دلالة إحصائياً عند مستوى 0.05**

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا الجداول السابقة(3-20) ، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab.

- **أظهرت نتائج مؤشر موران في جدول (25) وجود تباين واضح في الأنماط المكانية للأمراض والآفات المدروسة. فقد سجلت سوسة النخيل الحمراء أعلى قيمة لمؤشر الارتباط المكاني (I = 0.452) مع قيمة Zمرتفعة بلغت 4.87 ودلالة إحصائية عالية(P = 0.001) ، مما يشير إلى نمط انتشار تجمعي عالي الدلالة .وهذا يعكس تركز الإصابات في بقع مكانية محددة، ويرجح وجود بؤر إصابة فاعلة تؤثر على المساحات المجاورة.**
- **أما حشرة الدوباس فقد أظهرت نمطاً مكانيًا تجمعيًا كذلك(I = 0.387) ، وبقيمة Z بلغت 3.92 عند مستوى دلالة(P = 0.005) ، ما يدل على تجمع مكاني دال إحصائياً، وإن كان أقل حدة من سوسة النخيل الحمراء. وهذا يشير إلى أن انتشار الدوباس يتأثر بعوامل بيئية وزراعية مشتركة في مناطق معينة.**
- **كما أظهرت الأمراض الفطرية نمطًا تجمعيًا متوسط القوة (I = 0.281) مع قيمة Z بلغت 2.65 ودلالة إحصائية عند(P = 0.032) ، مما يعكس تكتلًا مكانيًا متوسطًا يرتبط غالبًا بظروف بيئية مواتية لانتشار الفطريات مثل الرطوبة وتهوية التربة.**
- **في المقابل، جاءت نتائج الإجهاد المائي بقيمة مؤشر منخفضة (I = 0.125) وقيمة Z بلغت 1.24 دون دلالة إحصائية(P = 0.215) ، وهو ما يشير إلى نمط انتشار عشوائي للإجهاد المائي، مما يعني عدم وجود تركز أو تكتل مكاني واضح، وربما يرتبط بعوامل متغيرة مثل اختلاف طرق الري أو تباين الخصائص الفيزيائية للتربة.**

3. تحليل النقاط الساخنة(Hot Spot Analysis)

تحليل *Getis–Ord Gi هو أسلوب إحصائي مكاني يُستخدم لتحديد مواقع النقاط الساخنة (Hot Spots)وهي المناطق التي تتركز فيها القيم العالية بشكل معنوي، وكذلك النقاط الباردة (Cold Spots) وهي المناطق ذات القيم المنخفضة المتجمعة. ويُستخدم هذا التحليل بكثرة في الأمراض والآفات الزراعية، ويعتمد *Gi على مقارنة قيمة كل موقع مع قيم المواقع المجاورة له؛ فإذا كانت القيم مرتفعة ومحاطة بقيم مرتفعة أخرى وذات دلالة إحصائية، يتم تصنيفها"Hot Spot" ، والعكس."Cold Spot" . ويتم ذلك وفقا لمعادلته :-

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^{n} w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^{n} w_{ij})^2}{n-1}}}$$

الرمز	التفسير
(x_j)	قيمة الظاهرة في الموقع (j) عدد الإصابات/الكثافة/القيمة.(
(w_{ij})	وزن العلاقة المكانية بين الموقع (i) وجاره.(j)
(\bar{X})	المتوسط العام للقيم.
(S)	الانحراف المعياري للقيم.
(n)	عدد المواقع الكلي في منطقة الدراسة.
(G_i^*)	قيمة *Gi المحسوبة للموقع.(i)
القيمة الموجبة الكبيرة	Hot Spotدال إحصائياً.
القيمة السالبة الكبيرة	Cold Spotدال إحصائياً.

وتعني قيمة *Gi موجبة عالية P +صغيرة ← نقطة ساخنة(Hot Spot) ، بينما قيمة *Gi سالبة كبيرة P + صغيرة ← نقطة باردة(Cold Spot) ، وتمثل قيمة *Gi قريبة للصفر أو Pكبيرة ← لا يوجد نمط واضح.

كشف تحليل *Getis-Ord Gi عن المناطق ذات القيم العالية والمنخفضة بشكل دال إحصائياً ، والذي يتضح من الجدول (26) نتائج تحليلGetis–Ord Gi لتحديد مناطق التجمع المكاني لأمراض وآفات النخيل. فقد بيّنت

2. سجلت سوسة النخيل الحمراء أعلى قيم لمؤشر موران، إلى جانب أعلى متوسط شدة إصابة ومساحات متضررة واسعة، مما يؤكد طبيعتها الوبائية وقدرتها العالية على التمركز في بؤر مكانية ذات خطورة مرتفعة جداً.

3. أظهرت حشرة الدوباس نمط انتشار تجمعي دال إحصائياً، إلا أن شدتها كانت أقل نسبياً من سوسة النخيل، ما يدل على تأثيرها الواسع مكانيًا مقابل ضرر متوسط على مستوى الشدة الفردية.

4. اتسمت الأمراض الفطرية عموماً بنمط انتشار تجمعي متوسط، حيث تركزت الإصابات في مواقع محددة، متأثرة بعوامل الرطوبة وسوء الصرف وضعف التهوية داخل البساتين.

5. بيّنت نتائج ذبول الفيوزاريوم وعفن القمة النامية وجود إصابات ذات شدة مرتفعة ضمن مساحات محدودة نسبيًا، وهو ما يعكس طبيعة المرض الموضعية وصعوبة مكافحته بعد حدوث الإصابة.

6. سجلت أمراض مثل التبقع الورقي وخياس طلع النخيل مساحات إصابة منخفضة وشدات محدودة، ما يشير إلى طبيعتها الموسمية وارتباطها الوثيق بظروف مناخية محددة خلال فترات قصيرة من السنة.

7. أظهر الإجهاد المائي نمط توزيع عشوائي غير دال إحصائيًا وفق مؤشر موران، مما يدل على ارتباطه بعوامل بيئية عامة على مستوى المنطقة أكثر من ارتباطه بمواقع إصابة محددة.

8. أوضحت النتائج أن شدة الإصابة لا ترتبط دائماً باتساع المساحة المصابة، إذ سُجلت في عدة أمراض شدات عالية ضمن مساحات صغيرة، مقابل مساحات واسعة ذات شدات متوسطة أو منخفضة.

9. كشفت التحليلات الزمنية عن تذبذب واضح في مساحات وشدة الإصابة بين السنوات، مما يعكس تأثير التغيرات المناخية وتباين كفاءة إجراءات المكافحة من عام لآخر.

10. أثبت الدمج بين التحليل الإحصائي المكاني (Moran's I) والتحليل الوصفي الزمني فعاليته في تشخيص أنماط انتشار أمراض النخيل وتحديد أولويات التدخل المكاني.

ثانيًا: التوصيات

1. ضرورة اعتماد التحليل المكاني الدوري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ومؤشر موران لرصد البؤر عالية الخطورة، ولا سيما في حالة سوسة النخيل الحمراء وحشرة الدوباس.

النتائج ظهور نقاط ساخنة Hot Spots لكل من سوسة النخيل الحمراء و حشرة الدوباس، إذ بلغت قيمة *Gi لكل منهما 2.87و 2.45على التوالي، وجاءت دلالة الإحصاء بنسبة 99%و 95%، مما يشير إلى وجود تجمعات مكانية عالية القيمة ذات دلالة قوية تعكس انتشار المرض في بؤر محددة ذات كثافة إصابة مرتفعة.

وفي المقابل، أظهر التحليل وجود نقاط باردة Cold Spotsفي المناطق السليمة، إذ سجلت قيمة *Gi مقدار 2.12–بدلالة 90%، ما يعني وجود مناطق منخفضة القيم (سليمة) متجاورة، مما يشير إلى توزيع مكاني متجانس للحالات السليمة بعيدًا عن بؤر الإصابة المركزية.

وتعكس هذه النتائج التباين المكاني الواضح بين المناطق المصابة والمناطق السليمة، مما يساعد في تحديد أولويات التدخل العلاجي والمكافحة المركزة ضمن المناطق الأكثر خطورة.

الجدول 26: مناطق النقاط الساخنة والباردة

الدلالة الإحصائية	قيمة Gi المتوسطة*	عدد النقاط	المرض	نوع المنطقة
99%	2.87	18	سوسة النخيل الحمراء	Hot Spot
95%	2.45	12	حشرة الدوباس	Hot Spot
90%	-2.12	25	مناطق سليمة	Cold Spot

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا جداول (3-20)، وتحليلها باستخدام Python – Google Colab

الخاتمة-

أولًا: الاستنتاجات.

1. أظهرت النتائج أن أمراض وآفات نخيل التمر في محافظة كربلاء لا تتوزع مكانياً بصورة متجانسة، بل تتباين أنماط انتشارها بين تجمعي، موضعي، وعشوائي، تبعًا لطبيعة المسبب المرضي وآليات انتقاله والظروف البيئية المصاحبة له.

2. توجيه برامج المكافحة الكيميائية والميكانيكية نحو المناطق ذات النمط التجمعي بدلاً من تطبيقها بشكل عشوائي، مما يسهم في تقليل الكلفة وزيادة كفاءة المكافحة.

3.تعزيز أساليب الإدارة المتكاملة للآفات**(IPM)** ، ولا سيما الجمع بين المكافحة الحيوية والميكانيكية في مكافحة سوسة النخيل لتقليل الاعتماد على المبيدات.

4.تحسين إدارة الري والصرف الزراعي للحد من انتشار الأمراض الفطرية، خصوصًا ذبول الفيوزاريوم وعفن القمة النامية.

5.تنفيذ برامج إرشادية للمزارعين حول أهمية الكشف المبكر عن الإصابات الموضعية قبل تحولها إلى بؤر وبائية.

6.الاهتمام بالتغذية المتوازنة للنخيل، ولا سيما العناصر الصغرى، للحد من ظواهر الاصفرار والإجهاد الفسيولوجي التي تزيد من قابلية الإصابة بالأمراض.

7.اعتماد خرائط الخطورة المكانية الناتجة عن الدراسة كأداة دعم قرار لدى دوائر الزراعة في تحديد أولويات التدخل.

8.توصي الدراسة بإجراء بحوث مستقبلية لربط أنماط الانتشار المكاني للأمراض بعناصر المناخ (الحرارة، الرطوبة، الرياح) باستخدام نماذج تنبؤية مكانية.

9.ضرورة تحديث قواعد البيانات المكانية لأمراض النخيل بشكل سنوي لضمان دقة التحليل المكاني ومتابعة تطور البؤر المرضية.

10.توصي الدراسة بإدماج تقنيات الاستشعار عن بعد مع البيانات الحقلية لرصد التغيرات الصحية للنخيل على نطاق واسع وبكفاءة أعلى.

ثالثا. المصادر

Bibliography

1. Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology. Elsevier.
2. Al-Ani, R. A. (2013). Plant Pathology. University of Baghdad Press.
3. Alzubaidi, L. (n.d.). Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. Journal of Big Data(Volume 8, article number 53).
4. Carpenter, J. B. (1978). Pests and Diseases of the Date Palm. USDA.
5. Djerbi, M. (1988). Diseases of the Date Palm. FAO Plant Production and Protection Paper 35. Rome.
6. Djerbi, M. (1988). Diseases of the Date Palm. FAO.
7. Djerbi, M. (1988). Diseases of the Date Palm. FAO.
8. Djerbi, M. (n.d.). Précis de Pathologie des Palmiers Dattiers. INRA.
9. FAO. (2015). Status of the World's Soil Resources.
10. FAO. (2017). Water for Sustainable Food and Agriculture.
11. Hill, D. S. (2008). Pests of Crops in Warmer Climates. Springer.
12. Hussain, A. A. (1963). Biology and control of date palm pests. FAO Bulletin.
13. Mengel, K. &. (2001). Principles of Plant Nutrition. Kluwer.
14. Moran, P. A. (1950). "Notes on Continuous Stochastic Phenomena". Biometrika. Biometrika(37(1/2),), p. 19.
15. Redmon, J. o. (2016). ou Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. IEEE CVPR, pp. 779-782.
16. Schumann, G. L. (2010). Essential Plant Pathology. APS Press.
17. Snowdon, A. L. (1990). A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases. Wolfe.
18. Zaid, A. &.-J. (2002). Date Palm Cultivation. FAO.
19. Zaid, A. (1999). Date Palm Diseases and Pests. FAO.
20. Zhao, Z.-Q. Z.-T. (2019). Object Detection With Deep Learning: A Review. EEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems,, p. 3212.
21. كربلاء، د. ز. (2025). قسم الامراض والوقاية .

المستخلص باللغة الانكليزية

Abstract

This study investigates the spatial and temporal distribution of major pests and diseases affecting date palms in Karbala Governorate, with an emphasis on assessing infection severity, affected areas, and risk levels. Field data were collected, including infection sites, year of detection, severity, affected area, type of disease, and associated environmental factors.

Results revealed significant variability in both the extent of affected areas and infection severity across years. Insect pests, particularly the red palm weevil (Rhynchophorus ferrugineus) and Dubas bug, exhibited high severity and widespread spatial distribution, whereas many fungal diseases were moderately prevalent and geographically restricted. Physiological disorders, notably water stress and soil salinity, were identified as persistent factors contributing to the decline in palm health, especially under high summer temperatures and limited water availability.

Spatial analysis using Moran's I indicated statistically significant clustering for most insect pests and fungal diseases, contrasting with relatively random patterns for water stress, highlighting the differential influence of biotic and abiotic factors on disease occurrence. The findings demonstrate that disease severity does not always correlate with affected area, reflecting distinct epidemiological dynamics.

The study underscores the importance of integrated pest management, improved water and soil management, and continuous spatial monitoring using Geographic Information Systems to mitigate pest and disease impacts and sustain date palm productivity in the region.