



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم وقاية النبات

حصر وتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على
حفارات ساق الذرة في جنوب سورية

**Survey and Classification of Entomopathogenic Fungi and Evaluation of
their Efficacy on Maize Stem Borers in Southern of Syria**

أطروحة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية
(قسم وقاية النبات)

اعداد

م. باسل محمد الشديدي

اشراف

أ.د. جودة فضول

أ.د. عبد النبي بشير

قسم وقاية النبات

قسم وقاية النبات

كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

مشرفاً رئيساً

مشرفاً مشاركاً

2024

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

تصريح

أصِرَّ بأنَّ البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان (حصرو وتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة في جنوب سورية). لم يسبق أن قُدِّم للحصول على أية درجة جامعية أخرى، وغير مُقدِّم حالياً لذلك، وإنَّ العمل والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه مباشر من المشرف العلمي الرئيس والمشرف المشارك، وإنَّ المراجع التي ذُكرت في الأطروحة قد نُسبت إلى مصادرها ضمن النص وفي قائمة المراجع.

المرشح

باسل محمد الشديدي

Declaration

I declare that the present research work entitled "Survey and Classification of Entomopathogenic Fungi and Evaluation of their Efficacy on Maize Stem Borers in Southern of Syria" is a new research work, and has neither been already accepted for any degree, nor has been submitted concurrently for any other degree. All the mentioned results are my own efforts and done by direct supervision of my guides. All the referred literature is cited and well-documented in the list of references.

Candidate

Basel Mohammad Al-shadidi

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الأطروحة:

"حصرو وتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية" جاء نتيجة بحث علمي قام به المرشح باسل محمد الشديدي، بإشراف الأستاذ الدكتور جودة فضول، في قسم وقاية النبات - كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق، والأستاذ الدكتور عبد النبي بشير في قسم وقاية النبات - كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق وأنّ المراجع المستخدمة في هذه الرسالة موثقة أصولاً ضمن النص.

المشرف الرئيس

أ.د. جودة فضول

المشرف المشارك

أ.د. عبد النبي بشير

المرشح

باسل محمد الشديدي

Certificate

It is hereby certificated that the work described in this thesis :

"Survey and Classification of Entomopathogenic Fungi and Evaluation of their Efficacy on Maize Stem Borers in Southern of Syria" is the result of the scientific research done by the candidate Basel Al-shadidi under the supervision of Prof. Dr. Jaoudat Faddoul, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture Engineering, Damascus University and Prof. Dr. Abdulanabi Basheer Plant Protection Department, Faculty of Agriculture Engineering, Damascus University and any references to other research works has been duly acknowledged in the text.

Candidate

Co-Supervises

Chairman

Basel Al-shadidi

Prof. Dr. Abdulanabi Basheer

Prof. Dr. Jaoudat Faddoul

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

قرار اللجنة

قُدِّمَت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، وأُجيزت من قبل السادة أعضاء لجنة الحكم.

This thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirements for PhD. Degree in Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture Engineering, Damascus University. Referee committee has approved the thesis .

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 3 / 1 / 2024 من قبل لجنة الحكم المؤلفة من:

الأستاذ الدكتور جودة فضول:

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق (عضواً ومشرفاً)

الأستاذ الدكتور هشام الرز:

قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق (عضواً)

الأستاذ الدكتور زكريا الناصر:

قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق (عضواً)

الأستاذ الدكتور غسان ابراهيم:

قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق (عضواً)

الأستاذ الدكتور باسل ابراهيم:

قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة دمشق (عضواً)

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

شكر

أتقدم بالشكر والتقدير لكل من أسهم بإخراج هذه الدراسة للنور..... إلى :
الأستاذ الدكتور جودة فضول لتفضله بقبول الإشراف على هذه الأطروحة وتحمله معي
أعباء العمل.

ولن يغيب عن ذكراتي أبداً شكر الأستاذ الدكتور عبد النبي بشير لطالما كان دائماً
العون والمحفز والموجه والمتابع لكل مراحل العمل.

وأتوجه أيضاً بالشكر والتقدير للجنة الحكم على مابذلوه من جهد في تصفح
الأطروحة لطرح التفاصيل القيمة والنقد البناء الذي يرفع من قيمة هذا البحث.

ولن أنسى شكر الاستاذ الدكتور غسان ابراهيم الأخ والمدير الذي قدم الدعم
اللامحدود وتوفيره كافة مستلزمات البحث بصفته مديراً لمركز بحوث ودراسات
المكافحة الحيوية.

كما أتوجه بالشكر إلى زملائي في مركز بحوث ودراسات مكافحة الحيوية على
المساعدة التي قدموها أثناء إجراء هذا البحث وأخص بالشكر الدكتور علاء صالح،
الدكتور أحمد أبوالسل، كما أشكر المهندسة عبير اللحام والمهندسة نغم النصر.

وفي الختام أتوجه بالشكر والمحبة لأهلي الأعزاء لطالما تحملوني وكانوا دائماً دعماً
وسنداً لي في كل الظروف والأوقات.

باسل

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	المحتويات
13	الملخص
15	الجزء التمهيدي
16	المقدمة
19	مشكلة البحث
19	أهمية البحث
20	تساؤلات البحث
20	فرضيات البحث
21	مبررات البحث
21	أهداف البحث
22	الفصل الأول: الدراسة المرجعية
51	الفصل الثاني: مواد البحث وطرائقه
52	مواقع الدراسة
52	جمع العينات النباتية والحشرية
55	جمع عينات التربة
56	طرائق العمل
56	جمع العينات الحشرية
56	جمع وتحضير عينات التربة
57	تربية دودة الشمع الكبرى <i>Galleria mellonella</i> مخبرياً
57	الكشف عن وجود الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة
58	اختبار القدرة الامراضية (فرضية كوخ) على يرقات دودة الشمع الكبرى <i>G. mellonella</i>

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

58	تتقية وتصنيف العزلات الفطرية
59	التقييم المخبري للقدرة الامراضية لأنواع الفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في الدراسة
59	تحضير المعلق البوغي
60	اختبار فاعلية عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطريات الممرضة على اليرقات حديثة الفقس لحفارات ساق الذرة
61	اختبار فاعلية عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطريات الممرضة على يرقات العمر الثاني لحفارات ساق الذرة
61	اختبار فاعلية عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطريات على عذارى حفارات ساق الذرة
62	دراسة تأثير المؤشرات البيئية على تنوع وانتشار الفطريات الممرضة في البيئة المحلية
62	دليل سيادة النوع: Dominance Index
63	دليل شانون - وينر للتنوع Shannon-Wiener diversity index (H)
63	دليل سورنسون للتشابه
64	دراسة تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والغطاء النباتي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة
64	التحليل الميكانيكي
64	التحليل الكيميائي
64	تفاعل التربة (pH)
64	قياس الناقلية الكهربائية (EC)
64	تقدير المادة العضوية (OM)
64	التحليل الاحصائي
65	الفصل الثالث: النتائج والمناقشة
66	تحديد أهم حفارات الساق التي تهاجم محصول الذرة في مناطق الدراسة.
66	الصفات الشكلية للحفارات المسجلة

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

66	حفار ساق الذرة الأوربي <i>Ostrinia nubilalis</i>
68	حفار ساق الذرة الوردي <i>Sesamia cretica</i>
69	تقسي الفطريات الممرضة للحشرات في منطقة الدراسة، وتصنيفها باستخدام المفاتيح التصنيفية المختصة
69	الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة المدروسة
70	توزع الفطريات الممرضة للحشرات في حقول مواقع الدراسة
73	التقييم المخبري للقدرة الامراضية لأنواع الفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في الدراسة
73	نتائج اختبارات الإراضية الأولية (كوخ)
75	تأثير تركيز المعلق البوغي 1×10^6 بوغ / مل في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوربي
77	تأثير تركيز المعلق البوغي 1×10^7 بوغ / مل في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوربي
79	تأثير تركيز المعلق البوغي 1×10^8 بوغ / مل في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوربي
83	دراسة بعض المقاييس البيئية للتنوع العددي للفطريات الممرضة للحشرات في مناطق الدراسة
83	الثراء الكلي والوفرة النسبية للفطريات خلال موسمي الدراسة
85	3-3-2. دليل سيادة النوع: Dominance Index
88	دليل شانون - وينر للتنوع Shannon-Wiener diversity index(H)
88	دليل سورنسون للتشابه Sorensen index
89	دراسة تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والغطاء النباتي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة
89	الخصائص الفيزيائية
89	نسيج التربة (القوام)
91	الخصائص الكيميائية

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

91	درجة الحموضة pH
91	الناقلية الكهربائية EC
93	المادة العضوية
95	علاقات الارتباط بين الفطريات المسجلة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مناطق الدراسة
99	الاستنتاجات
100	المقترحات
101	المراجع العربية والأجنبية
119	الملخص باللغة الانكليزية

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

Index of Tables فهرس الجداول

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
1	أهم حفارات الساق التي تصيب نباتات الذرة وبعض العوائل الثانوية الأخرى.	24
2	الوضع التصنيفي لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي حسب (Mutuura and Munroe, 1970).	26
3	دورة حياة حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي.	29
4	الوضع التصنيفي لحشرة حفار ساق القصب الكبير <i>Sesamia cretica</i> .	31
5	تصنيف الفطريات الممرضة حسب (Vega et al., 2012).	39
6	يبيّن احداثيات مواقع الدراسة.	52
7	العينات النباتية والحشرية التي تم جمعها من مواقع الدراسة في الأطوار المختلفة للنبات.	53
8	مواقع جمع العينات.	55
9	مقياس تشلر Tischler لقياس سيادة الأنواع (Tischler, 1949).	62
10	توزع الفطريات الممرضة للحشرات في ترب مواقع الدراسة.	69
11	حدوث وتوزع الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة المدروسة في محافظة ريف دمشق.	72
12	نتائج اختبارات الأمراض الأولية للفطور المعزولة على العمر اليرقي الرابع لحشرة دودة الشمع الكبرى.	74
13	النسبة المئوية للموت (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة من حفار ساق الذرة الأوروبي المعاملة بتركيز 1×10^6 بوغ / مل من عزلات فطريات مختلفة.	75
14	النسبة المئوية للموت (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة من حفار ساق الذرة الأوروبي المعاملة بتركيز 1×10^7 بوغ / مل من عزلات فطريات مختلفة.	78

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

15	النسبة المئوية للموت (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة من حفار ساق الذرة الأوروبي المعاملة بتركيز 1×10^8 بوغ / مل من عزلات فطريات مختلفة.	80
16	الأعداد الكلية لأنواع عزلات الفطر والوفرة النسبية وإجماليهما في مواقع الدراسة.	83
17	نتائج سيادة الأنواع في مواقع الدراسة.	86
18	دليل شانون - وينر للتنوع (H) بين أنواع عزلات الفطر في مواقع الدراسة المختلفة.	88
19	دليل سورنسون للتشابه (SQ) بين أنواع العزلات الفطرية في مواقع الدراسة.	88
20	الخصائص الفيزيائية للتربة (القوام).	90
21	الخصائص الكيميائية لتربة المواقع المدروسة.	92
22	متوسط خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية لأربع مواقع مختلفة.	94

فهرس الأشكال Index if Figures

مسلسل	العنوان	رقم الصفحة
1	آلية عمل الفطريات الممرضة للحشرات	41
2	الحشرات الكاملة لحفار ساق الذرة الأوروبي	66
3	بيوض لحفار ساق الذرة الأوروبي	67
4	يرقات حفار ساق الذرة الأوروبي	67
5	علاقات الارتباط بين الفطريات المسجلة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مناطق الدراسة.	96

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

المختصرات العلمية الواردة في الرسالة

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانكليزية	المختصر العلمي
عوامل مكافحة حيوية	Biological Control Agents	BCA
الفطريات الممرضة للحشرات	Entomopathogenic Fungi	EPF
درجة الحموضة	Power of Hydrogen	pH
الناقلية الكهربائية	Electrical Conductivity	EC
المادة العضوية	Organic Matter	OM
سلي طيني لومي	Silty Clay Loam	SCL
سلي طيني	Silty Clay	SC
لومي	Loma	L
وسط أجار ديكستروز البطاطا	Potato Dextrose Agar	PDA
التصميم العشوائي الكامل	Complete Randomized Design	CRD
أقل فرق معنوي	Least significant Difference	LSD
تحليل الارتباط الكنسي	Canonical Correspondence Analysis	CCA

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الملخص

نُفذت الدراسة في مخابر مركز بحوث ودراسات مكافحة الحيوية بكلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، خلال المدة من عام 2020 حتى عام 2023، تم تحديد أهم حفارات الساق التي تصيب محصول الذرة حيث تم تسجيل حفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis* وحفار ساق الذرة الوردي *Sesamia cretica* خلال فترة الدراسة وتم التوصيف المرفولوجي بناءً على الصفات الشكلية للبيوض والأعمار اليرقية المختلفة وشكل العذراء والحشرات الكاملة سواء الذكر أو الأنثى. تم تسجيل 18 نوعاً من الفطريات الممرضة للحشرات تتبع لـ (12) جنساً هي *Acremonium*, *Aspergillus*, *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Lecanicillium*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Metarhizium*, *Mucor*, *Rhizopus* موزعة في (7) سبع فصائل من ترب عدة حقول في مواقع أبو قاووق وسعسع وبيت سابر وحينه في ريف دمشق، تبين النتائج المتحصل عليها بأن أجناس وأنواع فصيلة *Cordycipitaceae* هي الغالبة في مناطق الدراسة حيث سجل (7) أنواع تتبع لـ (4) أجناس وتواجدت أنواع هذه الفصيلة في جميع مناطق الدراسة، تليها فصيلة *Trichocomaceae* التي تضم (6) أنواع تابعة لـ (3) أجناس تواجدت الأنواع في كل مناطق الدراسة باستثناء الفطر *Acremonium* sp الذي غاب في منطقتي أبو قاووق وحينه والفطر *A. fumigatus* الذي لم يسجل تواجده في منطقة بيت سابر. اختلف عدد العزلات الفطرية المسجلة خلال فترة الدراسة باختلاف الموقع، حيث كان أكبر عدد للعزلات الفطرية (30) عزلة في موقع سعسع، تلاه 27 عزلة في موقع حينه، ثم 22 عزلة في بيت سابر، وأخيراً 21 عزلة في موقع أبو قاووق. سجل الفطر *B. bassiana* أكبر تعداد له بـ 26 عزلة وبوفرة نسبية بلغت 26% من مجموع العزلات الفطرية ثم الفطريات *L. muscarium*, *P. fumosoroseus*، بـ 7 عزلات لكل فطر وبوفرة نسبية بلغت 7% وهذه تمثل أكثر الأنواع انتشاراً في مواقع الدراسة. كان هناك تأثير للمنطقة على وجود ودليل سيادة النوع، عدم وجود بعض الفطريات في بعض مناطق الدراسة، حيث أن الفطر *Acremonium* sp، *Mucor* spp لم يتواجدا في موقع سعسع وأبو قاووق وحينه، والفطر *A. fumigatus* في موقعي بيت سابر وحينه، والفطر *B. brongniartii* في موقع سعسع، والفطر *Cladosporium* sp في موقع بيت سابر، والفطر *F. oxysporum* في موقعي سعسع وحينه. ومع هذا كانت الفطر الممرض *B. bassiana* هو الأكثر سيادة في المواقع الأربعة بواقع 19.04، 13.33 و 13.63 و 14.81 في أبو قاووق وسعسع وبيت سابر وحينه على التوالي، تنوعت دلالات التنوع بين موقعي الدراسة حيث سجلت أعلى قيمة لدليل شانون -وينر للتنوع H (4.32) في حينه، وأقل قيمة في أبو قاووق (2.49) وسجلت أعلى قيمة لدليل التشابه بين موقعي بيت سابر وحينه SQ (0.91) وتميزت المنطقتان بأعلى قيم للتنوع الحيوي.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

بينت نتائج تحليل التربة وجود ثلاثة أنواع من التربة في مناطق الدراسة، وأن التربة المدروسة متوسطة القوام بشكل عام حيث يتراوح القوام بين اللومي الطيني السلتي (SCL) والطيني السلتي (SC) واللومي (L) وذلك وفق مثلث القوام الأمريكي USDA-Soil Survey Division Staff. بينما بينت نتائج الخصائص الكيميائية للتربة ارتفاع قيمة pH حيث بلغت 8.2 في عدة مواقع. أما فيما يتعلق بقياس الناقلية الكهربائية بينت النتائج أن التربة غير مالحة باستثناء الموقع 18 في سعسع كان خفيف الملوحة، والموقع 20 في حينة حيث كان عالي الملوحة وبلغت نسبة الملوحة 2.05 ديسيمنز م⁻¹ توزيع محتوى تربة مواقع الدراسة من المادة العضوية والتي أظهرت بشكل عام أن هناك انخفاضاً في المحتوى العضوي فيها والذي يتراوح بين المنخفض جداً (0.70-1%) والمنخفض (1-1.70%)، بينما كان عالٍ في كل من الموقع 17 التابع لمنطقة أبو قاووق حيث بلغت نسبة المادة العضوية 3.65%، والموقع 21 في منطقة حينة حيث بلغت نسبة المادة العضوية 3.29%.

تم تقييم القدرة الامراضية لأربعة أنواع من الفطريات الممرضة للحشرات *L. P. fumosoroseus*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *muscarium* في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي، باستخدام عدة تراكيز من المعلق البوغي، تفوق الفطر *B. bassiana* على باقي الفطريات في التأثير على طور اليرقات حديثة الفقس المختبرة، وتسببت العزلة BS.5 بنسبة موت بلغت 88.89% لليرقات حديثة الفقس بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 43.21% ليرقات العمر الثاني بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 33.33% للعذارى بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى عند التركيز 1×10^8 بوغ / مل.

الكلمات المفتاحية : الفطريات الممرضة للحشرات، حفار ساق الذرة الأوروبي، قوام التربة، الخصائص الكيميائية، التنوع

الحيوي، الثراء النوعي، سورية.

الشديدي (حصرو وتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الجزء التمهيدي

المقدمة

INTRODUCTION

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

المقدمة Introduction

تنتمي الذرة Corn (*Zea mays*) إلى فصيلة النجيليات (Poaceae) وهي من أكثر المحاصيل المزروعة على نطاق واسع وتزرع في أكثر من 170 منطقة على مستوى العالم. يتركز إنتاج الذرة بشكل كبير في مناطق معينة مثل أمريكا الشمالية وآسيا وأمريكا الجنوبية. وفقاً لوزارة الزراعة الأمريكية عام 2020. شكل إنتاج الذرة في الولايات المتحدة والصين والبرازيل والأرجنتين 64.63% من الإنتاج العالمي خلال الفترة 2020-2021، وشكلت الصادرات التراكمية من الذرة لهذه البلدان الأربعة 88.12% من الصادرات العالمية (USDA, 2021).

يعد محصول الذرة من المحاصيل الاستراتيجية في سورية، وتأتي زراعته في المرتبة الثالثة من حيث المساحة المزروعة والإنتاج بعد القمح والشعير، تنتشر معظم زراعة الذرة الصفراء في سورية في محافظات القنيطرة، درعا، حمص، حماه، الغاب، اللاذقية، طرطوس، وإدلب (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2021).

يتعرض محصول الذرة في بقاع مختلفة من العالم، ومنها سورية إلى تأثير عوامل مختلفة حيوية وغير حيوية تؤثر على المحصول والغلة الناتجة مثل الجفاف، ضعف خصوبة التربة، آفات وأمراض المحاصيل، الأعشاب، والتغيرات المناخية غير المناسبة (Wu et al., 2019). بينت دراسة في الكاميرون خلال 2009-2019 تضائل في إنتاج الذرة بسبب تأثير العوامل المختلفة السابق ذكرها وعلى رأسها الآفات الحشرية مثل حفار ساق الذرة fall armyworm *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae) ودودة الحشد الخريفية *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (FAW) (Lepidoptera: Noctuidae)، تُعد حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي *O.nubilalis*، أحد أكثر الآفات الحشرية تدميراً في حقول الذرة، وكذلك حشرة *Papaipema nebris* التي تحفر يرقاتها في سوق نباتات الذرة الكبيرة، وحفار ساق الذرة الكبير (Lederer, 1857) *Sesamia cretica*، ودودة القصب الصغيرة *Chilo partellus* (Bleszynski, 1970)، وحفار ساق الذرة المتوسطي *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre, 1827).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

كثيراً ما تُستخدم مبيدات الآفات لمكافحة الآفات الحشرية على الذرة، ومع ذلك قد تقتل مبيدات الآفات أيضاً أعدائها الطبيعيين، وبالتالي تزداد أعداد الآفات الحشرية وتسبب خسارة في الغلة نتيجة قتل الأعداء الطبيعية (Cugala et al., 2006). أدى الاستخدام الواسع وغير المرشد لتلك المبيدات إلى تلوث البيئة فضلاً عن ظهور سلالات من الحشرات المقاومة لفعل المبيدات (Bolzan et al., 2019; Liu et al., 2022).

تُعد مكافحة الميكروبية لحفارات ساق الذرة باستخدام الفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic fungi بديلاً واعداً لمبيدات الآفات الكيميائية. تعد الفطريات الممرضة من بين عوامل مكافحة الحيوية المختلفة، للحشرات مكوناً رئيساً في نظام متكامل النهج الذي يمكن أن يوفر مكافحة الحشرات بشكل كبير وانتقائي (Singkaravanit et al., 2010). تعد الفطريات الممرضة للحشرات من بين الكائنات الحية الأولى التي تم استخدامها في مكافحة الحيوية للآفات، ويفضل استخدام الفطريات الممرضة للحشرات في مكافحة الآفات عن غيرها من عوامل مكافحة الميكروبية كونها تهاجم الآفات الحشرية في جميع أطوارها ومراحل حياتها (Gul et al., 2014)، علاوةً على ذلك قد يكون استخدام العزلات الفطرية المحلية ضد الآفات الإقليمية فعالاً للزراعة ومتوافقاً بيئياً (Castrillo et al., 2004; Gurulingappa et al., 2011). يعد فطر الموسكاردين الأبيض White *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) muscardine من أهم الفطريات المستخدمة في مكافحة الحشرات في بقاع مختلفة من العالم (Baird, 1958; Gillespie, 1988). يعد الفطر *B. bassiana* في أمريكا الشمالية عاملاً طبيعياً لمكافحة حفار الذرة الأوروبي *O. nubilalis* (Charles, 1941) (Hübner).

بينت بعض الدراسات أن هناك نحو 700 نوعاً من الفطريات تم تصنيفها على أنها مسببات أمراض للحشرات، إلا أن الأنواع التي يسهل إنتاجها فقط هي التي تستخدم تجارياً، وعادة ما تقتصر هذه الأنواع على أجناس *Beauveria*، *Metarhizium*، *Lecanicillium* و *Isaria* (Shahid et al., 2012). والتي تم التعرف على إمكانية استخدامها لمكافحة حفارات ساق الذرة، ويمكن بسهولة إنتاجها بكميات كبيرة شريطة أن يتم تقييم فعاليتها الخاصة بالمضيف (Abdel Rahman et al., 2010; Mantzoukas et al., 2021).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أشار Qiao et al., (2012) أن الفطر الممرض للحشرات *Metarhizium (Nomuraea) rileyi* (Farlow) له تأثير كبير على الحشرات التي تهاجم محصول الذرة من رتبة حرشفيات الأجنحة مثل حفارات الساق المختلفة ودودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) في حقول الذرة في الهند.

تضمنت هذه الدراسة ثلاثة فصول، جاء الفصل الأول لبيان الدراسات المرجعية حول موضوع البحث، من حيث أهم الآفات الحشرية من رتبة حرشفيات الأجنحة، وخاصة حفارات الساق والأضرار التي تسببها، وبيان طرق مكافحة المستخدمة في مكافحتها، والفطريات الممرضة التي تهاجمها في مناطق انتشارها. وتم في الدراسة المرجعية توصيف تصنيفي ومورفولوجي للفطريات المتطفلة على حفارات ساق الذرة المسجلة في الدراسة، وبيان طريقة تأثيرها وآلية عملها، وتأثير الظروف المختلفة ومنها التربة على انتشارها وفعاليتها. أما الفصل الثاني فقد تضمن توصيف لمكان الدراسة وطرائق العمل المختلفة، وبيان طريقة تصميم التجربة وأخذ العينات، ووصف لمختلف طرائق العمل والأدوات المستخدمة، وبيان طرائق التحليل الإحصائي للنتائج التي تم الحصول عليها. في الفصل الثالث تم توضيح النتائج التي تم الحصول عليها من حيث الفطريات الممرضة للحشرات التي سجلت في منطقة الدراسة، وتصنيفها باستخدام مفاتيح التصنيف المناسبة، وبيان فعالية هذه الفطريات مخبرياً في مكافحة أنواع حفارات ساق الذرة المسجلة في مناطق الدراسة. وكما تم في النتائج والمناقشة بيان تأثير الترب المختلفة في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في الدراسة، بالإضافة إلى بيان مدى تأثير العوامل البيئية السائدة على توزع وانتشار الفطريات الممرضة في حقول الذرة في مناطق الدراسة.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

مشكلة البحث: Research problem:

تعد حفارات الساق Stem borers من رتبة حرشفيات الأجنحة Lepidoptera أهم الآفات الحشرية التي تهاجم محصول الذرة في بقاع مختلفة من العالم وتسبب أضراراً اقتصادية كبيرة. إن معرفة الأنواع التي تصيب محصول الذرة أمر بالغ الأهمية، وتحديد الفطريات المحلية الممرضة لها أمراً هاماً لمكافحة هذه الحشرات والحد من أضرارها، كما أن دراسة تأثير خصائص التربة والعوامل البيئية على تنوع وانتشار الفطريات الممرضة لهذه الحشرات أمراً ضرورياً لفهم التنوع الحيوي لهذه الفطريات ومهم لتوفير المكافحة الحيوية لهذه الحشرات (Quesada-Moraga et al., 2007). إن الفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic fungi (EPF) هي عوامل مكافحة حيوية مهمة (Biological Control Agents (BCA) لحفارات ساق الذرة وغيرها من الحشرات تم استخدام *B. bassiana* و *Metarhizium anisopliae* تجارياً كإستراتيجية مكافحة مستدامة للآفات الحشرية الرئيسية للذرة، بما في ذلك حفار الذرة *O. furnacalis* و *Helicoverpa armigera* في الصين، ومن هنا تأتي أهمية دراسة هذه العلاقات لاختيار العزلات المحلية من الفطريات الممرضة للحشرات المدروسة لاستخدامها كعوامل مكافحة حيوية للآفات المختلفة (Wang et al., 2007; Mantzoukas et al., 2021; Faria) (and Wraight, 2007).

أهمية البحث: Research relevance:

تأتي أهمية البحث من ناحيتين، الأولى منهما الحشرات التي تهاجم محصول الذرة المدروسة (الحفارات) والأضرار التي تسببها للمحصول، وتأثير هذه الأضرار على الإنتاجية والخسائر الاقتصادية الفادحة التي تقدر بأكثر من 30% من الانتاج، ومن ناحية ثانية الاستراتيجية المستخدمة في مكافحة هذه الآفات، فغالباً تستخدم المبيدات الكيميائية لمكافحتها، ولكن بينت بعض الأبحاث فشل المكافحة الكيميائية في معظم الحالات، والتي تسبب ظهور الأفراد المقاومة من هذه الحشرات لأغلب المبيدات الكيميائية المستخدمة في المكافحة، والتأثير الضار على البيئة والمصادر البيئية وتلوثها وظهور الأمراض الخطيرة المؤثرة على الانسان وغيرها (Cugala et

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

(al., 2006) لذلك لابد من البحث عن استراتيجية بديلة للتقليل ما أمكن من الإفراط في استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية. يعد استخدام الفطريات الممرضة للحشرات كعوامل حيوية لمكافحة حفارات ساق الذرة ودودة الحشد بديلاً واعداً لمبيدات الآفات الكيميائية. علاوةً على ذلك قد يكون استخدام العزلات الفطرية الممرضة للحشرات المنتشرة في مناطق الدراسة (المحلية) فعالاً للزراعة ومتوافقاً بيئياً ومناسباً للحد من أضرار الآفات الحشرية ومنها حفارات ساق الذرة المختلفة (Castrillo et al., 2004; Gurulingappa et al., 2011).

تساؤلات البحث: Research questions:

- ماهي أنواع حفارات الساق التي تهاجم محصول الذرة في مناطق الدراسة.
- ماهي الفطريات الممرضة للحشرات المنتشرة في مناطق الدراسة.
- هل لمرحلة نمو النبات تأثير على نوع الحفار المسجل والفطر الممرض الذي يتطفل عليه.
- هل تختلف الفطريات الممرضة للحشرات بقدرتها الإيمراضية باختلاف منطقة العزل ولماذا.
- هل لنوع التربة وخصائصها تأثير على الأنواع المسجلة من الفطريات الممرضة للحشرات وقدرتها الامراضية.

فرضيات البحث: Research hypotheses:

- ليس هناك علاقة ارتباط بين المنطقة ونوع الحشرات ومنها حفارات الساق التي تصيب محصول الذرة.
- ليس هناك علاقة ارتباط بين نوع المحصول وحفارات الساق المسجلة في مناطق الدراسة.
- ليس هناك علاقة ارتباط بين نوع الحفار والفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في منطقة الدراسة.
- ليس هناك علاقة ارتباط بين مرحلة نمو النبات والحفارات المسجلة على محصول الذرة في مناطق الدراسة.
- ليس هناك علاقة ارتباط بين القدرة الامراضية للفطريات الممرضة لحفارات الساق المسجلة ومنطقة العزل.
- ليس هناك علاقة ارتباط بين نوع التربة وخصائصها المختلفة والقدرة الامراضية للفطريات الممرضة للحشرات في مناطق الدراسة المختلفة.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

مبررات البحث :Research justifications:

تعد المنطقة الجنوبية من سورية من المناطق التي تعتمد على الزراعة كمصدر أساسي للمعيشة، وبما أن محصول الذرة من المحاصيل المهمة في البلاد والتي تزرع بمساحات واسعة وبالتالي تعرضه للعديد من الآفات وأهمها الحفارات، وحديثاً غزو دودة الحشد الخريفية للمنطقة أثر سلباً على نمو وإنتاجية الذرة.

أدى الاستخدام الجائر للمبيدات في مكافحة دون جدوى إلى تلوث البيئة وإلحاق الضرر بالكائنات الحية المفيدة والحشرات النافعة، لذلك كان لابد من دراسة سلوكية هذه الآفات والبحث عن بدائل آمنة وفعالة في المكافحة ومن نفس البيئة المحلية التي تعيش فيها هذه الآفات وبالتالي فإن من أهم مبررات هذا البحث هو التخفيف قدر الامكان من استخدام المبيدات الكيميائية وبالتالي التقليل من تأثيرها الضار على الانسان والبيئة. وهذا سيكون له انعكاساً ايجابياً في مجالات عدة سواء في التنمية الاقتصادية، أو في توليد المعرفة المفيدة من خلال التنسيق مع مديرية وقاية النبات في وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي للحد من أخطار استخدام المبيدات والحد من انتشار الحشرات على المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية، وسيساهم في زيادة المخزون المعرفي لدى المزارعين وبالتالي اقناعهم باتباع الطرائق الحديثة في الإدارة المتكاملة للآفات والتقليل من الأضرار الناجمة عنها بآليات حديثة وغير ضارة بالإنسان والبيئة والكائنات الحية الأخرى المفيدة.

أهداف البحث :Research objectives:

- 1- تحديد أهم حفارات الساق التي تهاجم محصول الذرة الصفراء في مناطق الدراسة.
- 2- تقصي الفطريات الممرضة للحشرات في مناطق الدراسة، وتصنيفها باستخدام المفاتيح التصنيفية المختصة.
- 3- التقييم المخبري للقدرة الامراضية لأنواع الفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في الدراسة.
- 4- دراسة بعض المقاييس البيئية للتنوع العددي للفطريات الممرضة للحشرات في مناطق الدراسة.
- 5- دراسة تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والغطاء النباتي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة.

الفصل الأول: الدراسة المرجعية
LITERATURE REVIEW

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

1. الدراسة المرجعية Literature Review

1.1. حفارات ساق الذرة Stem borers

تشكل حفارات الساق المجموعة الأكثر انتشاراً والأكثر ضرراً من الآفات الحشرية لمحاصيل الحبوب. من المعروف أنها أحد العوامل التي تحد من إنتاج الحبوب في جميع أنحاء العالم. تنتشر هذه الآفات في الحقل طوال مرحلة زراعة المحاصيل من الشتلات إلى النضج. بينت دراسة في أفريقيا وفقاً لـ Bosque-Pérez and Mareck (1990)، أن حفارات الساق المسجلة على محاصيل الحبوب في أفريقيا هي في الأساس من رتبتي حرشفيات الأجنحة Lepidoptera وثنائيات الأجنحة Diptera، وتتعرض محاصيل الحبوب مثل الأرز والذرة الرفيعة والذرة الصفراء والقصب السكري والدخن لهجوم حفارات الساق.

تُعد اليرقات هي الطور الذي يحدث الضرر للنباتات المصابة، تقوم اليرقات بالحفر داخل الساق حيث تتغذى على التجويف الداخلي للنبات مما يجعل من الصعب للغاية السيطرة عليها، تتسبب حفارات الساق في أضرار جسيمة على سيقان النبات خاصةً تدمير الأوراق المركزية (القلب الميت dead-heart) وجفاف السنابل (الرأس الأبيض white head) يؤدي هجومهم إلى خسائر كبيرة في الانتاج، لا تعتمد شدة الضرر على نوع الآفة وكثافتها فحسب، بل تعتمد أيضاً على المرحلة الفينولوجية للمحاصيل عند الإصابة.

سُجلت العديد من أنواع حفارات الساق التي تسبب أضراراً جسيمة في محاصيل الحبوب المختلفة في إفريقيا. حيث سُجل حفار ساق الذرة (*Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae) كأفة اقتصادية على الذرة (Moran, 1983). يُعد حفار ساق الذرة المرقط (*Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae)، واحداً من حفارات الساق المدمرة للذرة في مناطق مختلفة من أفريقيا (Mohamed et al., 2004). وكذلك يُعد حفار ساق الذرة الأوروبي (*Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) بأنه واحد من أهم آفات الذرة الذي تسبب خسائر في المحاصيل في جميع أنحاء العالم تقدر بـ 7%، ووصلت خسائر محصول الذرة التي سببها *O. nubilalis* في ألمانيا إلى 20% في المناطق ذات الإصابة الشديدة (Magg et al. 2002).

الشديد (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

تعد حشرة حفار الساق الوردي (*Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae) من أهم آفات الذرة والقصب السكري في العديد من مناطق العالم، وتتسبب في أضرار كبيرة كل عام (Agah-Manesh *et al.*, 2016; Gofishu *et al.*, 2021).

وهناك العديد من أجناس وأنواع هذه الحفارات لها مدى عائلي واسع مثل نبات الذرة الصفراء والبيضاء والقصب السكري والقمح والشوفان والأرز وعشبة النيل والقصب البري، والتي تُعد عوائل ثانوية في بعضها لإكمال دورة حياة الحشرة في حال غياب العائل الرئيس (الجبوري، 1999)، وتنتشر حفارات الساق في أغلب مناطق العالم الجدول (1).

الجدول رقم (1): أهم حفارات الساق التي تصيب نباتات الذرة وبعض العوائل الثانوية الأخرى

الاسم العلمي لحفار الساق	الاسم العربي	العائل النباتي	الانتشار
1	<i>Bussola fusca</i> (fuller)	حفار الساق الافريقي	الذرة البيضاء والصفراء والالقصب السكري زيمبابوي والغابات الممطرة غرب افريقيا الكاميرون Barrow (1987)
2	<i>Chilo partellus</i> (swinhone)	حفار ساق الذرة	الذرة البيضاء والصفراء اثيوبيا، كينيا، الكاميرون، استراليا (Hamburg, 1979)
3	<i>C. zonellus</i>	حفار ساق الذرة	الذرة البيضاء والصفراء والالقصب السكري والرز المناطق الحارة من شرق افريقيا Kumar (1993)
4	<i>C. agamemnam</i> (Bels)	حفار ساق القصب الصغير	الذرة الصفراء والالقصب السكري مصر (2005) Magdy
5	<i>Ostrinia furnacalis</i> (Guenee)	حفار ساق الذرة الآسيوي	الذرة الصفراء والالقصب السكري قارة اسيا والفلبين Ortega (1986)
6	<i>O. nubilalis</i> (Hub)	حفار ساق الذرة الأوروبي	الذرة الصفراء والبيضاء والالقصب السكري قارة أوروبا، امريكا، المكسيك، كندا، شمال افريقيا، ايران Gutshire (1987)
7	<i>Sesamia cretica</i> Led.	حفار ساق الذرة	الذرة الصفراء والبيضاء والالقصب السكري والقمح والشوفان مصر، العراق، الأردن، تونس، المغرب، السعودية، السودان، اليمن، جنوب شرق آسيا والهند (2000) CFIA

الشديد (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2.1.1 حفار ساق الذرة الأوروبي (*Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae))

التصنيف:

الاسم العلمي الشائع (*O. nubilalis* (Hübner))

الاسم الإنكليزي: European corn moth ، European maize borer ، Corn borer.

الاسم العربي: حفار ساق الذرة الأوروبي

الأسماء العلمية المرادفة

Botys nubilalis Robin & Laboulbène, 1884

Botys silacealis Hübner, 1796

Micracris nubilalis

Micractis nubilalis Hübner

Pyralis nubilalis Hübner, 1796

Pyrausta nubilalis Meyrick, 1890

Pyrausta silacealis

يشمل جنس *Ostrinia* 20 نوعاً (Mutuura and Munroe, 1970)، فقط من هذه الأنواع: *O. nubilalis* و *O.*

furnacalis هي آفات أساسية للذرة. *O. nubilalis* هو أهم هذه الآفات ويهاجم عدد كبير من الأنواع النباتية، تم

وصف هذا النوع لأول مرة بواسطة Hübner في عام 1796. أشار Mutuura and Munroe (1970)، إلى

وجود أنواع مرادفة عامة. تم سرد فقط تلك الأكثر استخداماً. تم التعرف على ثلاثة أنواع فرعية: *O. nubilalis*

(Hübner) ، *nubilalis* ، *O. nubilalis* و *O. nubilalis persica* والتي تختلف اختلافاً طفيفاً في الأعضاء

التناسلية الذكرية ولون الأجنحة، يبين الجدول (2) الوضع التصنيفي للحشرة حسب Mutuura and Munroe,

(1970).

الشديد (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الجدول رقم (2): الوضع التصنيفي لحشرة حفار ساق الذرة الأوربي حسب (Mutuura and Munroe, 1970).

Kingdom: Animal	المملكة: الحيوانية
Phylum: Arthropoda	شعبة: مفصليات الأرجل
Subphylum: Uniramia	تحت شعبة: Uniramia
Class: Insecta	صف: الحشرات
Order: Lepidoptera	رتبة: حرشفيات الأجنحة
Family: Crambidae	فصيلة: Crambidae
Genus: <i>Ostrinia</i>	الجنس: <i>Ostrinia</i>
Species: <i>O. nubilalis</i>	النوع: <i>O. nubilalis</i>

3.1.1 الموطن الأصلي والمدى العائلي:

الموطن الأصلي للحشرة أوروبا وشمال إفريقيا وغرب آسيا (Mutuura and Monroe, 1970)، وتم إدخالها إلى أمريكا الشمالية في أوائل القرن العشرين على الأرجح في شحنات ذرة المكاس من النمسا والمجر وإيطاليا، وانتشرت الحشرة في جميع مناطق إنتاج الذرة الصفراء في أمريكا الشمالية شرق جبال روكي مما أدى إلى خسائر في المحاصيل تصل إلى 1 مليار دولار أمريكي. هناك أكثر من 200 نبات عائل لهذه الحشرة (Lewis, 1975). يمكن لهذه الحشرة أن تهاجم أي عشب (نباتات برية أو مزروعة) (Hudon et al. 1986).

للحشرة سلالتان، السلالة الشرقية تتميز بأنها حشرة ذات مدى واسع من العوائل، وتهاجم جميع العوائل المحتملة للحشرة، بينما السلالة الغربية تتغذى وبشكل رئيس على الذرة الصفراء، وقد تهاجم بعض المحاصيل إن وجدت قبل وجود الذرة، أو في وقت متأخر من الموسم الذي يصبح فيه محصول الذرة غير مناسب لوضع البيض، وقد تهاجم الحشرة الفاصولياء والفليفلة والبطاطا بشكل خاص. بينت الدراسة في ولاية كارولينا الشمالية أن البطاطا أكثر جاذبية للحشرة في ذروة ظهور أول طيران للحشرة (Hudon et al., 1986).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

4.1.1 الأضرار الاقتصادية لحفار ساق الذرة الأوربي:

بينت الدراسة في ألمانيا أن الإصابة بحشرة حفار ساق الذرة الأوربي *O. nubilalis* تسبب خسارة قد تصل إلى 20% في حال الإصابة الشديدة بالحشرة، في عام 2005 كان ما يقرب من 370000 هكتار من إجمالي المساحة المزروعة بالذرة مصابة بالحشرة. سجل زيادة واضحة في الإصابة خاصة في شمال الراين، ويستفاليا، تورينجيا، ساكسونيا وبراندنبورغ (Magg et al., 2002). الحد الحرج للإصابة بهذه الحشرة، 10-15 كتلة بيض، أو 60-80 يرقة لكل 100 نبات، وبين (Hugger, 1998) أن يرقة واحدة لكل نبات يمكن أن تسبب خسارة في الغلة تصل إلى 4%، تصيب هذه الآفة الذرة ابتداءً من عمر 20-45 يوماً ويكون ارتفاع النباتات عندئذٍ حوالي 90 - 120 سم، وبمجرد فقس البيض تزحف اليرقات إلى أغصان الأوراق وتتغذى على بشرتها الداخلية من جهة ساق النبات، وتبدأ في حفر الساق عندما تكون في عمرها الرابع، تهاجم اليرقات أيضاً العرائيس وأغلفتها وحواملها وحتى السنابل العلوية للعيان. وقد شوهدت يرقات هذه الحشرة في الأعوام الأخيرة تحفر في العروق الوسطى لأوراق الخرشوف في الفترة ما بين كانون أول حتى شباط وهي الفترة التي تكون فيها اليرقات في حالة بيات داخل عيان الذرة الجافة، تتغذى اليرقات الصغيرة على جزء من نصل الأوراق، وهذا ضرر ضئيل لا قيمة له، حيث تكون النباتات قد وصلت إلى درجة كبيرة من النمو، ولكن اليرقات الكبيرة في العمر تحفر أنفاقاً في سوق النباتات (Magg et al., 2002). الضرر الأكبر لهذه الآفة يكمن في قيام يرقاتها بمهاجمة عرائيس الذرة وتقبها لتصل إلى قلب العرنوس متخذة طريقها إليه بتقبها للأغلفة أو عن طريق المياسم الموجودة في قمة العرنوس أو حتى عن طريق أغلفة العرنوس، وتأخذ بعد ذلك في التغذية على الحبوب فتتغفن الأجزاء المصابة، وقد ينكسر العرنوس ويسقط نتيجة الحفر في قاعدته، وتصيب اليرقات النورة المذكرة بالعرنوس وتتغذى على حبوب اللقاح وتحفر في ساق النورة مما يؤدي إلى كسرها (Hugger, 1998)، إن الإصابة بـ *O. nubilalis* تزيد من تعرض النباتات للتغفن الفطري، لأن العفن مثل أنواع الفيوزاريوم يمكن أن يحدث عن طريق الثقوب التي تسببها اليرقات التي تتغذى على السيقان (Mastel, 2003)، توفر الصفوف الأفقية من الثقوب في الأوراق الصغيرة الناتجة عن تغذية اليرقات، مؤشراً مبكراً على هجوم *O. nubilalis* يبدأ الحفار في التغذية في القمة النامية (ورقة العلم)

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

عندما تتمدد الورقة تظهر الثقوب التي أحدثتها اليرقات في خط عرضي نموذجي، وعادة ما تحفر يرقات الجيل الأول الجزء العلوي من نبات الذرة بحيث يمكن كسر الساق بالقرب من الشراية بسهولة بفعل الرياح. في وقت لاحق ينتج عن حفر يرقات الجيل الثاني أنفاقاً واسعة النطاق. يمكن رؤية الفضلات والثقوب بسهولة على السيقان أو على الجزء القمي من النبات ويؤدي عمل نفق في العرنوس إلى سقوط العرنيس وعدم امكانية حصادها ميكانيكياً (Nault and Kennedy, 1996).

5.1.1 العوامل البيئية المختلفة المؤثرة على حشرة حفار ساق الذرة الأوربي

بينت الدراسات أن العديد من العوامل الحيوية وغير الحيوية تؤثر على ظهور وشدة الإصابة لحشرة حفار ساق الذرة الأوربي، ومع ذلك فإن الظروف الجوية هي الأكثر أهمية (Derozari, 1977). يرتبط عدد الأجيال في السنة بالظروف المناخية، بينت دراسة أن للحشرة أربعة أجيال في السنة، بينما سُجل جيل واحد فقط في أوروبا الوسطى (Trnka et al., 2007). بين Raspudić et al., (2013) أن للحشرة جيلين في شرق كرواتيا، وتعد درجات الحرارة اليومية وهطول الأمطار من العوامل المهمة جداً لديناميات مجتمع الحشرة ويمكننا أن نتوقع ضرراً أكبر لمحصول الذرة بسبب حفار ساق الذرة الأوربي عند ارتفاع درجة حرارة الهواء ومتوسط هطول الأمطار (Sarajlić, 2018).

تُضي حشرة حفار ساق الذرة الأوربي *O.nubilalis* البيات الشتوي بطور اليرقة في العمر الخامس أو عذراء داخل ساق أو جذور الذرة أو غيرها من النباتات المناسبة لها كعائل. يمكن للحشرة البقاء على قيد الحياة في النباتات العشبية ذات السيقان السميكة (Dwyer et al., 2001). تظهر الحشرات الكاملة خلال شهر أيار، يحدث التزاوج عند الغسق خلال 24 ساعة من انبثاق الحشرات الكاملة من العذراء ويحدث التزاوج في غضون ثلاثة أيام. تضع الأنثى البيض على شكل مجموعات في صفوف، تحوي كل مجموعة نحو 50 بيضة، يتم وضع البيض على السطح السفلي للأوراق أو في مناطق محمية على طول الجذع (Kline and Walker, 2005). تكون ظروف الطقس أثناء مرحلة وضع البيض العامل الأكثر تأثيراً على دينامية تطور الحشرة، والتطور الجنيني واليرقة في العمر الأول. درجة الحرارة الدنيا لنمو وتطور اليرقة في العمر الأول 11 م° (Capinera, 2005). بين

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

Rosca and Rada, (2009) أن درجة الحرارة المعتدلة ورطوبة الهواء المرتفعة تؤدي إلى زيادة نشاط اليرقة من العمر الأول وشرائها وانخفاض نسب الموت لها. من ناحية أخرى أدت درجات الحرارة المرتفعة والجفاف إلى ارتفاع معدل موت يرقات العمر الأول لحفار ساق الذرة الأوروبي وانخفاض شهية اليرقات (Barbulescu et al., 2001). العواصف الشديدة المسجلة في فترة انسلاخ اليرقات يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على ديناميكية تطور حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي (Georgescu et al., 2019). يبين الجدول رقم (3) فترة تطور الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة حسب المصدر (University of Illinois, Department of Crop Sciences, 2003).

الجدول رقم (3): دورة حياة حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي

دورة حياة حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي Biology of European corn borer	
2-1 أسبوع	مدة حياة الحشرة الكاملة-Moth longevity
3-2 أيام	فترة ما قبل وضع البيض-Pre-oviposition period
10-7 أيام	فترة وضع البيض-Egg-laying period
2 كتلة/مساءً	معدل وضع البيض/أنثى - Egg laying rate/ moth
23 بيضة	عدد البيض في الكتلة الواحدة-One egg mass
400 بيضة	عدد البيض-Eggs/female
7-3 أيام	مدة التطور الجنيني-Larval hatch
5 أعمار	عدد الأعمار اليرقية-larval instars
20-10%	النسبة المئوية لبقاء اليرقات-Larval survival
34-19 يوم	المجموع باليوم

الشديد (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

6.1.1 استراتيجيات مكافحة حفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis*

إن نجاح الحشرة في قضاء فترة البيات الشتوي في ظل الظروف المناخية المختلفة هي من العوامل الرئيسية التي تحدد وفرة وشدة هجوم الجيل الأول (Lemić et al., 2019). وبالتالي فإن تدمير سيقان الذرة المقطوعة حيث تقضي حشرة حفار ساق الذرة الأوربي السكون الشتوي، هو الإجراء الميكانيكي الأكثر أهمية ويجب تطبيقه على كامل المنطقة التي تزرع فيها الذرة. تشمل استراتيجيات المكافحة لتقليل خسائر الغلة من هذه الحشرة مواعيد الزراعة، والحصاد المبكر، والاستكشاف الميداني، واستخدام العتبات الاقتصادية، والمبيدات الحشرية، والمقاومة الهجينة أو التحمل (Bažok et al., 2020).

تتجه الأبحاث في بلاد كثيرة نحو انتاج أصناف من الذرة مقاومة للإصابة بهذه الآفة. كذلك تجرى البحوث للبحث عن أعدائها الحيوية في الطبيعة ومحاولة إكثارها والاستعانة بها في مكافحتها. تم إجراء أبحاث واسعة النطاق في هذا المجال ضد حفار ساق الذرة الأوربي، إن من أهم طرائق مكافحة حفار ساق الذرة هي الذرة المدخل إليها المورثة العسوية *Bacillus thuringiensis* وتسمى Bt corn تم إدخال السم Cry1Ab إلى نباتات الذرة لأول مرة في عام 1995 في أمريكا الشمالية ومنذ ذلك الحين، ازدادت زراعة الذرة المعدلة وراثياً بسرعة في بعض البلدان (Schuphan et al., 2002).

تُعد المكافحة الكيميائية لحشرة حفار ساق الذرة الأوربي من الاستراتيجيات صعبة التطبيق، وذلك لاستخدام الذرة المعدلة وراثياً في مناطق مختلفة من العالم، وتعدد عوائل الحشرة، وتكاليف المبيدات الحشرية، ناهيك عن تأثير هذه المبيدات على الأعداء الحيوية الطبيعية من متطفلات ومفترسات، فتزيد من مخاطر التلوث البيئي والآثار الجانبية الضارة الأخرى. لذلك تُعد طرق المكافحة الكيميائية غير كافية ضد هذه الآفة على الذرة المزروعة (Nault and Kennedy, 1996; Riggs et al., 1998).

إن المكافحة باستخدام المصائد الفرمونية معقدة بسبب وجود سلالات مميزة من حفار ساق الذرة الأوربي تختلف فيما بينها بالمكونات الكيميائية للفرمون الجنسي، وبسبب حقيقة أن التزاوج يحدث عادةً في مواقع التجمع خارج حقول المحاصيل. حتى الآن لم يتم استخدام الفيرومونات الجنسية في برامج تشويش التزاوج أو الاصطياد

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الجماعي للسيطرة على حفار ساق الذرة الأوربي (Fadamiro et al., 1999). يمكن استخدام المصائد الفرمونية للكشف عن وجود الحشرة وتحديد فترات نشاط الحشرة ووضع البيض. يعد كل من تصميم المصيدة ووضع المصيدة من المحددات المهمة لكفاءة المصيدة (Mason et al., 1997; Bartels and Hutchison, 1998).

المكافحة باستخدام تركيبات من *Bacillus thuringiensis* sub sp *kurstaki*. تعطي (Bt) بشكل عام نتائج جيدة خاصةً عندما يتم تطبيق المكافحة بشكل صحيح واستهداف يرقات المراحل الأولى، كما أن طرق المكافحة الحيوية الأخرى مثل استخدام *B. bassiana* أو *Perezia pyraustae* قيد التجربة البحثية وذلك لامكانية استخدامها في المكافحة مستقبلاً (Curto, 1996).

2.1 حفار الساق الوردي (*Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae))

الاسم العلمي الشائع: *S. cretica* Lederer

الاسم العربي: حفار ساق القصب الكبير، حفار الساق الوردي، حفار ساق الذرة

الجدول رقم (4): الوضع التصنيفي لحشرة حفار ساق القصب الكبير *S. cretica*

Kingdom: Animal	المملكة: الحيوانية
Phylum: Arthropoda	شعبة: مفصليات الأرجل
Subphylum: Uniramia	تحت شعبة: Uniramia
Class: Insecta	صف: الحشرات
Order: Lepidoptera	رتبة: حرشفيات الأجنحة
Family: Noctuidae	فصيلة: الفراشات الليلية
Genus: <i>Sesamia</i>	الجنس: <i>Sesamia</i>
Species: <i>S. cretica</i>	النوع: <i>S. cretica</i>

يمثل النطاق الجغرافي لـ *S. cretica* معظم دول وجزر حوض البحر الأبيض المتوسط ويمتد عبر الشرق الأوسط والجزيرة العربية إلى باكستان وشمال الهند وشمال إفريقيا، ويمتد جنوباً إلى شمال كينيا وشمال الكامبيرون. هذا

الشديد (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

النوع من الآفات يرتبط بمحاصيل الفصيلة النجيلية مع تفضيل الذرة الرفيعة والذرة الصفراء والقصب السكري (Soltani Orang et al., 2014).

1-2-1. الأضرار الاقتصادية لحفار الساق الوردي *Sesamia cretica*

تهاجم يرقات الجيل الأول في شهر أيار بادرار الذرة (4-6 ورقات) حيث تهاجم القمة النامية أولاً مؤديةً إلى فصل الورقة القمية بسهولة عن النبات، مسببة ظاهرة القلب الميت أو الرأس الميت. تدخل اليرقات في المرحلة التالية إلى الساق من خلال غمد الأوراق المتشكل (الأوراق القمية) فيظهر على الأوراق بعد انفرداها من غمدها أربعة ثقوب متوازية من نصل الورقة. تحفر اليرقات داخل الساق باتجاه الأسفل مسببة تكسر السوق وتعفنها من الداخل. يرقات الجيل الثاني تهاجم أيضاً السوق والحوامل الزهرية، وكذلك العرائيس. تدخل اليرقات العرائيس من خلال حواملها، أو من خلال الأوراق المغلفة للعرنوس حيث تتغذى على الحبوب والخشب. يلاحظ وجود ثقوب في أسفل الساق بالقرب من سطح التربة (Fahmy, 2017).

1-2-2. العوامل البيئية المختلفة المؤثرة على حشرة حفار الساق الوردي *Sesamia cretica*

بينت الدراسات أن كثافة أعداد حشرة حفار الساق الوردي *S. cretica* على محاصيل الفصيلة النجيلية تتأثر بالعديد من العوامل الحيوية وغير الحيوية، على سبيل المثال درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، هطول الأمطار، الارتفاع، المضيف والصنف (Moyal et al., 2002; Moyal, 2014; Sharma et al., 2018)، الحشرات الكاملة فراشة ليلية النشاط، يبلغ متوسط عمر الحشرات الكاملة من 5 إلى 10 أيام، حيث تعيش الإناث عموماً أطول من الذكور، تضع الإناث البيض على شكل لطع في صفوف (2-3 صفوف) متوازية على العائل تحت أغلفة أوراق النبات المضيف، بمتوسط 200-300 بيضة، تكون النباتات الصغيرة (مثل شتلات الذرة الصفراء والذرة الرفيعة) أكثر جاذبية خلال الأسبوعان الأوليان من النمو، وتصبح أقل جاذبية بعد أن تكون قد طورت سبعة أوراق أو أكثر. يفقس البيض بعد 4-8 أيام، اعتماداً على درجات الحرارة السائدة، وترحف يرقات الطور الأول إلى قمة الأوراق لتتغذى قبل أن تحفر نفق في السيقان. تتغذى اليرقات بشكل عام خلال موسم النمو لمدة 4-6 أسابيع، ثم تتشرنق إما داخل السيقان أو بين السيقان وأغلفة الأوراق، تظهر الحشرات الكاملة بعد 1-4

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أسابيع اعتماداً على درجات الحرارة السائدة. للحشرة جيلان في العام في جنوب أوروبا، مع ذروة نشاط الحشرات الكاملة في نيسان وحزيران وتموز وآب. وإلى الجنوب قد يكون هناك ثلاثة أجيال أو أكثر وفي مصر يتطور ليصل إلى أربعة أجيال بين منتصف آذار ومنتصف أيلول. اليرقات كاملة النمو من الجيل الأخير من العام تقضي الشتاء داخل السيقان المحفورة وتستكمل نموها في وقت مبكر من موسم النمو التالي. بين Younis et al., (1984) في العراق توجد الحشرة باستمرار في حقول الذرة من أواخر آذار إلى كانون الأول. هناك خمسة أجيال متداخلة ومتوسط مراحل اليرقات ما قبل العذراء، العذراء، وبالغة 11 و 3.6 و 9.5 و 3.6 يوم على التوالي. بين El-Amin, (1988) في دراسة نشاط طيران الحشرة باستخدام المصائد الكهربائية light trapping في السودان أن نشاط الحشرة كان أعلى خلال (تشرين أول-شباط)، وكان مرتبط سلبياً مع متوسط درجات الحرارة الصغرى. تمت دراسة الأعداء الطبيعية للحفار بشكل مكثف في مصر منذ أواخر السبعينيات. المتطفلات الرئيسة هي طفيليات البيض، وخاصة *Telenomus busseolae*، والطفيل الخارجي اليرقي *Bracon brevicornis* (Polaszek et al., 1993).

1-2-3. استراتيجيات مكافحة حشرة حفار الساق الوردي *S. cretica*

بينت نتائج دراسة اختبار بعض المبيدات الكيميائية والحيوية (الميثوميل، المبيد الحشري الميكروبي أجرين- B.t)، الزيت المعدني (Sisi 6)، والملح اللاعضوي (نترات الباريوم) على حفار الساق الوردي في المزرعة التجريبية في كلية الزراعة في جامعة سوهاج (مصر) خلال موسمي 2004-2005، إلى أن الميثوميل كان أكثر المواد فعالية في الحد من إصابة نباتات الذرة بحشرة *S. cretica*، تليها أجرين، Sisi 6، ونترات الباريوم. أوضحت النتائج أن انخفاض أعداد *S. cretica* يلعب دوراً مهماً في زيادة محصول الذرة. كانت غلة المحصول في جميع النباتات المعالجة أعلى من غلة محصول النباتات غير المعالجة. ومع ذلك، كان الميثوميل هو أكثر المواد فاعلية يليه أجرين وأدى إلى زيادة محصول جميع أصناف الذرة (Ezzeldin et al., 2009)، من الأهمية بمكان القضاء على سوق الذرة ومخلفات الذرة وحرقها بعد الحصاد للتخلص من طور البيات الشتوي، كما أن التلاعب بموعد الزراعة لتجنب هجوم الجيل الأول أثبتت فعالية في الحد من انتشار الحشرة في حقول الذرة

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

والقصب السكري (Salah, 1977). بين El-Amin, (1988) أنه يمكن تجنب الإصابة بالحبشة أو القضاء عليها عن طريق زراعة الذرة الرفيعة مبكراً في تموز والحصاد المبكر في أواخر تشرين أول في السودان. بينت الدراسة في السودان اختلاف حساسية أو مقاومة أصناف القصب السكري للإصابة بالحبشة حسب الطور الفينولوجي للنبات، حيث كان PR1000 في طور البادرة الأكثر حساسية للإصابة بالحبشة، وكان Co417 أكثر مقاومة، ولكن عند النضج كان الصنف M/165/38 الأكثر عرضة وكان PR1000 أكثر مقاومة (El-Amin, 1984)، حيث كانت المقاومة مرتبطة بسمك الساق.

3-1. حفار ساق الذرة المرقط (*Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Spotted stem borer)

1-3-1. الوضع التصنيفي والأسماء الشائعة

تم وصف *C. partellus* لأول مرة بواسطة Swinhoe في عام 1885 وهو واحد من العديد من أنواع *Chilo* التي يمكن أن تغزو وتكمل دورات حياتها على محاصيل الحبوب والأعشاب البرية، ومعظمها في المناطق الاستوائية. بين Bleszynski, (1970) مراجعة شاملة لجميع أنواع *Chilo* المعروفة على أساس عالمي وأوضح العديد من الالتباسات التصنيفية. وصف Bhattacharjee, (1971) نوعين فرعيين من *C. partellus* *C. partellus acutus* و *C. partellus kanpurensis*.

1-3-2. الانتشار الجغرافي والتوزيع العالمي

C. partellus هي آفة تصيب الذرة الصفراء والذرة الرفيعة والأرز والدخن. موطنها الأصلي في آسيا وتم تسجيلها في إفريقيا في أوائل القرن العشرين. تنتشر حالياً في جميع أنحاء شرق وجنوب إفريقيا وتم تسجيلها مؤخراً في فلسطين المحتلة وتركيا (Ben-Yakir et al., 2013). آفة غازية بسبب قدرتها على التكيف وتحملها الحراري. أدى إدخالها إلى إفريقيا إلى آثار مدمرة على غلة المحاصيل. تعد من الأنواع عالية الخطورة والتي يتم إجراء مراقبة للكشف عنها في المناطق الجنوبية من الولايات المتحدة الأمريكية (Inter-African Phytosanitary Council, 1985). تم إدخال *C. partellus* بالصدفة من آسيا إلى شرق إفريقيا حيث انتشر في جميع أنحاء منطقة شرق إفريقيا. تم الإبلاغ عنه لأول مرة من ملاوي في إفريقيا عام 1928 (Tams and

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

(Bowden, 1953)، وفي جنوب إفريقيا عام 1958 (Hamburg, 1979)، دخلت إلى تركيا عبر الحدود التركية السورية (Bayram and Tonga, 2016).

1-3-3. طرق انتقال الحشرة

تتغذى يرقات *C. partellus* داخل سيقان النباتات المضيفة، كما أنها تتغذى على عرانييس الذرة. قد يؤدي نقل هذه المنتجات المصابة إلى دخول هذه الآفة. قد تكون الوسيلة الأكثر احتمالاً للدخول من خلال إدخال مادة نباتية مصابة لذلك فإن المسار الأكثر احتمالاً للدخول هو من خلال حركة المواد النباتية المصابة مثل القصب السكري وسيقان الذرة الرفيعة الحلوة وعرانييس الذرة (Sallam and Allsop, 2002). يُعد استيراد عرانييس الذرة الغضة، على سبيل المثال من المناطق التي تنتشر فيها الآفة في الولايات المتحدة، خطراً كبيراً ويخضع المنتج للتفتيش (USDA, 2017). كما تم تسجيل عينات حية من هذه الآفة في المنتجات المعدة للاستهلاك والتي تم نقلها في الأمتعة والبضائع العامة المصدرة إلى بلدان أخرى. نظراً لأن الحشرات الكاملة قصيرة العمر ولا تنتشر بعيداً عن مواقع الظهور (Harris, 1989).

1-3-4. المدى العائلي للحشرة

يعد *C. partellus* من الآفات الهامة التي تصيب الحبوب المزروعة، وخاصة الذرة الصفراء والذرة الرفيعة والدخن. هذه الآفة تصيب المحاصيل خلال جميع مراحل نمو النبات. تحدث معظم الأضرار عن طريق الهجوم خلال الأسابيع 2-3 الأولى بعد ظهور البادرات، وقد يؤدي تقشي الآفة خلال مراحل النمو المبكرة إلى خسائر أعلى نسبياً من الإصابات اللاحقة (Reddy and Sum, 1991).

سُجلت الحشرة على الأرز والدخن وعلى العديد من النباتات العشبية، بما في ذلك *Sorghum halepense*، *S. arundinaceum*، *Panicum max*، *Pennisetum purpureum* و *P. polystachion*. في الموائل الطبيعية، توجد يرقات الحشرة في الغالب داخل السيقان السميكة للنباتات المضيفة التي تنمو في مناطق أكثر رطوبة (طرق الغابات، ضفاف الأنهار أو الأنهار، المستنقعات والبحيرات). تعد وفرة *C. partellus*

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

في النباتات البرية المضيفة منخفضة مقارنةً بالحقول المزروعة والنباتات المضيفة البرية غير مناسبة إلى حد كبير للنمو الأمثل (Mohamed et al., 2004).

1-3-5. أعراض الإصابة والضرر

تتغذى يرقات *C. partellus* داخل الأوراق (القمع)، مما يتسبب في ندوب وثقوب مميزة في الأوراق. تظهر أعراض مماثلة من قبل أنواع أخرى من حفار ساق الحبوب. اعتماداً على مرحلة نمو النبات في وقت الإصابة، يتم ملاحظة أعراض مختلفة. تبدأ تغذية اليرقات داخل النباتات بعد حوالي 3 إلى 7 أسابيع من ظهور النبات وتظهر أعراض الإصابة النموذجية والتي تكون مرئية بعمق داخل الساق وتصبح أكثر وضوحاً مع نمو النبات. نفق اليرقات الأقدم يظهر على نطاق واسع في السيقان والعرائيس، مما يضعف السيقان، ويجعلها تنكسر، يحدث تلف في العناقيد الزهرية الناشئة أثناء مرحلة الإزهار وهي لا تزال محمية بأوراق العلم. من الخصائص السلوكية الهامة لـ *C. partellus* ظهور أعداد كبيرة من اليرقات خلف أغلفة أوراق النبات، حيث تتغذى بين الغمد والساق. هذا هو الحال مع كل من الذرة الصفراء والذرة الرفيعة (Rensburg and Berg, 1992).

1-3-6. العوامل المؤثرة على الإصابة

يتأثر وجود ووفرة وشدة الإصابة بحفار *C. partellus* بالعوامل الحيوية وغير الحيوية في أي منطقة جغرافية (Dhillon et al., 2019). تتأثر كثافة اليرقات على مستوى الحقل بوجود آفات حشرية الأجنحة الأخرى على نفس النبات المضيف (Sokame et al., 2020). تعد وفرة *C. partellus* أعلى بكثير في حقول المحاصيل منها في النباتات البرية المضيفة (Sokame et al., 2019).

أشارت بعض الدراسات إلى الطبيعة التنافسية لـ *C. partellus* وقدرتها على إزاحة حفارات الساق الأخرى ومنافستها على الغذاء وذلك نظراً لسرعة معدل نمو وتطور اليرقات مقارنة بالحفارات الأخرى (Sokame et al., 2021).

تخرج الحشرات الكاملة من الشرائق في وقت متأخر من بعد الظهر أو في وقت مبكر من المساء وتنشط في الليل. تطلق الإناث فرموناً لجذب الذكور وتتزاوج بعد فترة وجيزة من الظهور. تبدأ الإناث في وضع البيض بعد

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

يومان أو ثلاث أيام من ظهورها. يمكن للأنتى الواحدة أن تضع من 200-600 بيضة في عدة دفعات منفصلة، في أي مكان على النبات (Alghali, 1985). ومع ذلك فإن موقع البيض المفضل يكون على الجانب السفلي من الأوراق. يفقس البيض عادةً بعد 4-8 أيام في الصباح الباكر، يكتمل نمو اليرقات في 2-4 أسابيع. تتغذر اليرقات داخل السيقان وتظهر الحشرات البالغة بعد 7-12 يوماً. قد تتطور خمسة أجيال متتالية أو أكثر في مناطق ذات مناخات مناسبة، تعتمد مدة دورة الحياة إلى حد كبير على الظروف البيئية، وخاصة درجة الحرارة والرطوبة النسبية (Ntiri et al., 2016; Mutamiswa et al., 2019).

1-3-7. الأعداء الحيوية الطبيعية المرافقة والمكافحة الحيوية للحشرة

بينت بعض الدراسات العديد من أنواع الأعداء الطبيعية وقائمة واسعة من الطفيليات ومسببات الأمراض والبكتيريا والفيروسات والديدان الخيطية المرتبطة بـ *C. partellus* (Bonhof et al., 1997).

1-4. الفطريات الممرضة للحشرات (Entomopathogenic fungi (EPF)

الفطريات الممرضة للحشرات هي مجموعة من الأحياء الدقيقة غيرية التغذية، حقيقية النواة، أحادية الخلية أو متعددة الخلايا (خيوط)، وهي من الكائنات الحية الدقيقة التي تتكاثر عن طريق الأبواغ الجنسية أو اللاجنسية أو كليهما (Badii and Abreu, 2006). يشير مصطلح ممرض للحشرات إلى تلك الكائنات الحية الدقيقة القادرة على مهاجمة الحشرات باستخدامها كمضيف لتطوير جزء من دورة الحياة (Delgado and Murcia, 2011)، وهي تلك التي تقلل أعداد الآفات الحشرية إلى مستويات لا تسبب أضرار اقتصادية بالمحاصيل (Tanzini et al., 2001). هناك العديد من الفطريات الممرضة للحشرات ثبت أنها بدائل واعدة للمكافحة الحيوية عن المبيدات الحشرية الكيميائية والنباتات المعدلة وراثياً أو تلك التي تستخدم للسيطرة والحد من الحشرات الناقلة للأمراض (Shahid et al., 2012)، تشكل الفطريات الممرضة للحشرات مجموعة ذات أهمية كبيرة للمكافحة الحيوية للحشرات. ما يقارب 80% من الأمراض التي تصيب الحشرات عائدة للفطريات الممرضة للحشرات، عملياً جميع الحشرات عرضة للإصابة ببعض الأمراض التي تسببها الفطريات والتي يمكن أن تؤدي إلى موتها (Batista, 1989). هناك فطريات يمكن أن تغزو الحشرات الميتة، تسمى الفطريات الرمية Saprophagous،

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

والفطريات التي تصيب الحشرات الحية، تسمى الفطريات الممرضة للحشرات Entomophagous (Butt et al., 2006). تقدر الأنواع الفطرية بـ 1.5 إلى 5.1 مليون فطر في العالم (Hibbett et al., 2007)، تشكل مسببات الأمراض الفطرية أكبر عدد من الأنواع المسببة لأمراض للحشرات (Ignoffo, 1973). على الرغم من أن أكثر من 750 - 1000 نوعاً من مسببات الأمراض الفطرية الموجودة في أكثر من 100 جنساً تم تصنيفها على أنها مسببات الأمراض الفطرية للحشرات (St. leger and Wang, 2010). إلا أن الأنواع التي يسهل إنتاجها نسبياً فقط هي التي تستخدم تجارياً، هناك 171 منتجاً فطرياً مستخدماً كعوامل للمكافحة الحيوية منذ الستينيات. وعادة ما تقتصر هذه الأنواع من الأجناس على *Beauveria*، *Metarhizium*، *Lecanicillium* و *Isaria*، (Shahid et al., 2012)، تعد الفطريات الممرضة للحشرات متخصصة بإصابة الحشرات، ويندر أن تسلك سلوك المترمحات بعيداً عن عوائلها الحشرية، تنمو معظم الفطريات على درجة حرارة 20-25 م°، وأغلبها لا ينمو على درجة حرارة 37 م°، وهذا مهم لأنه يعني أن ليس لها تأثير ضار على الإنسان أو الحيوانات ذات الدم الحار (Eilenberg et al., 2009).

تتوزع الفطريات الممرضة للحشرات في عدة شعب (أقسام) Basidiomycota و Zygomycota و Ascomycota و Deuteromycota (Samson et al., 1988)، وكذلك في Oomycota و Chytridiomycota (Maina et al., 2012; Shahid et al., 2018). تنتمي العديد من الفطريات الممرضة للحشرات المعروفة حتى الآن إلى رتبة Entomophthorales في شعبة Zygomycota أو صف Hyphomycetes في شعبة Deuteromycota (Vega et al., 2012).

صف الفطريات الناقصة:

يضم هذا الصف أعداداً كبيرة من الأنواع الفطرية المجهرية، موزعة في مجموعات عديدة ويعد أكبر مجموعة فطرية بعد الفطريات الزقية من حيث العدد والأدوار المهمة التي يقوم فيها في مجالات مختلفة، بيئية صناعية زارعية وطبية من أجل دراسات وأبحاث علمية ومجالات كثيرة أخرى (De Hoog and Guarro, 1995). تتكاثر هذه الفطريات لاجنسياً فقط بتكوين أبواغ خاصة، هي الأبواغ الكونيدية والتي تختلف في الشكل

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

والحجم واللون وطريقة توزيعها وذلك تبعاً للأنواع (Guarro *et al.*, 1999) وتتميز أنواع هذه المجموعات بانتشارها الواسع في جميع البيئات، فهي توجد في المياه والتربة والهواء وقد تم عزلها على أوساط صناعية، ودراستها من النواحي البيوكيميائية والفيزيولوجية والبيئية ويعود السبب في انتشارها الكبير ووجودها أحياناً بشكل مستمر في جميع البيئات وجميع الفصول، إلى قدرتها على التأقلم مع الظروف البيئية المختلفة، وقدرتها على تشكيل أبواغ متنوعة تستطيع البقاء لفترات طويلة في ظروف غير مناسبة لنموها (Vega *et al.*, 2012).

الجدول رقم (5): تصنيف الفطريات الممرضة حسب (Vega *et al.*, 2012).

Subdivision	Class	Order	Genera
Mastigomycotina	Chytridiomycetes	Chytridiales	<i>Coelomycidium</i> <i>Myophagus</i>
		Blastocladales	<i>Coelomomyces</i>
	Oomycetes	Lagenidiales	<i>Lagenidium</i>
		Saprolegniales	<i>Leptolegnia</i>
Zygomycota	Zygomycetes	Mucorales	<i>Sporodienella</i>
		Entomophthorales	<i>Entomophthora</i> <i>Erynia</i>
Ascomycotina	Hemiascomycetes	Endomycetales	<i>Saccharomyces</i>
	Plectomycetes	Ascosphaerales	<i>Ascosphaera</i>
	Pyrenomycetes	Sphaeriales	<i>Cordyceps</i> <i>Nectria</i> <i>Hypocrella</i> <i>Calonectria</i>
			<i>Trenomyces</i> <i>Filariomyces</i>
	Laboulbeniomycetes	Laboulbeniales	<i>Myriangium</i>
	Loculoascomycetes	Myriangiales	<i>Podonectria</i>
Pleosporales			
Deuteromycotina			<i>Beauveria</i> <i>Aspergillus</i> <i>Metarhizium</i> <i>Paecilomyces</i> <i>Verticillium</i>
Basidiomycotina	Phragmobasidiomycetes	Septobasidiales	<i>Uredinales</i> <i>Septobasidium</i>

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

1-4-1. الانتشار والتوزيع الجغرافي:

تنتشر الفطريات الممرضة للحشرات (EPF) على نطاق واسع وتعيش في معظم النظم البيئية الأرضية وتتواجد في كل مكان بالعالم (Marta et al., 2021)، يختلف انتشار أنواع الفطريات الممرضة للحشرات تبعاً للنوع، مثلاً الفطر الممرض *B. bassiana* يوجد في الغابات الاستوائية (Aung et al., 2008)، وبعضها سُجل في القطب الشمالي كالأنواع *B. bassiana*، *M. anisopliae*، كما سُجلت بعض الأنواع في القطب الجنوبي كالفطر *P. antractica* (Bridge et al., 2005). كما أن الارتفاع عن مستوى سطح البحر لم يؤثر في وجود الفطريات الممرضة للحشرات حيث سُجلت في ارتفاعات متباينة وصلت حتى 1608 م عن سطح البحر (Quesada-moraga et al., 2007). كما سُجل انتشار الفطريات الممرضة للحشرات في البيئات المختلفة فقد سُجلت أنواع مختلفة تتبع رتبة Hypocreales في ترب الغابات، في حين سادت الأنواع التابعة لرتبة Entomophthorales في ترب تنتشر فيها أشجار البساتين، بينما انتشرت الفطريات الممرضة للعناكب من الجنس *Gibellula* في المروج (Sosnowska et al., 2004). ومن الملاحظ أن تردد ظهور الفطريات الممرضة للحشرات في الترب المزروعة بشكل مكثف أقل منه في ترب الغابات (Balazy, 2004).

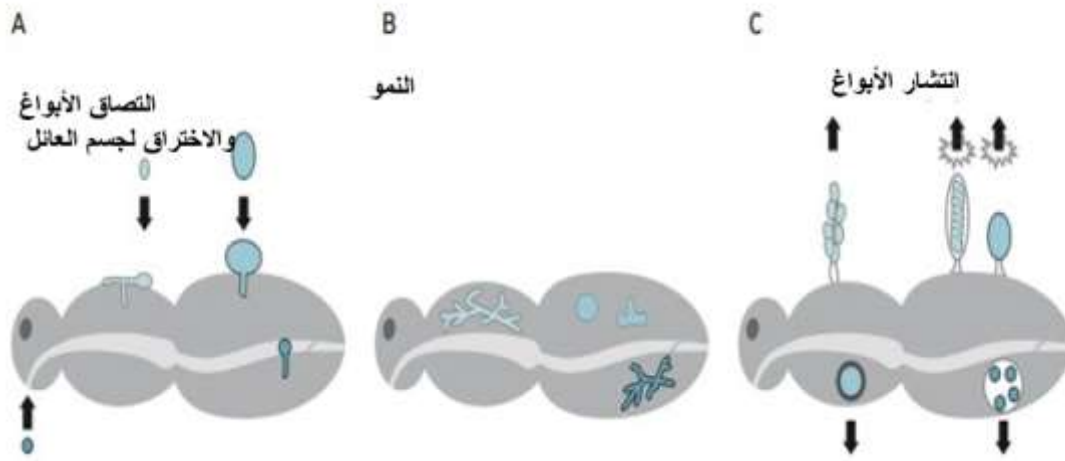
1-4-2. آلية عمل الفطريات الممرضة للحشرات

تحدث الإصابة من خلال الأبواغ، وبالتالي يتطلب من الفطر الممرض للحشرات إنتاج ما يكفي من الأبواغ مصدر العدوى، تهاجم الفطريات الممرضة للحشرات عوائلها عبر الكيوتيكل (جُلْد) من خلال جدار جسم العائل، عن طريق الأغشية بين الحلقات، وفي حالات خاصة يحدث الاختراق الهيفي من خلال القناة الهضمية وأجزاء الفم أو الفتحة الشرجية والقناة التناسلية والثغور والقصبات الهوائية (Vega et al., 2012).

- التصاق الأبواغ الكونيدية بجُلْد (كيوتيكل) الحشرة: لهذا الالتصاق أهمية أساسية لتحديد الأمراض، ويتوقف على سلالات ونوع العائل الحشري، ويقال أن هناك دوراً لمواد مخاطية عديدة السكريات، تعمل على التصاق الأبواغ الكونيدية بجدار جسم العائل (Vega et al., 2012).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- **إنبات الأبواغ على جُلِيد الحشرة:** يجب أن تثبت الأبواغ وتبدأ باختراق جُلِيد بسرعة نسبياً، ويتطلب ذلك رطوبة مرتفعة حوالي 90% ويستطيع الفطر الممرض أن يستخدم المغذيات المتواجدة على أو داخل جُلِيد العائل من النيتروجين والسكريات والأحماض الدهنية (Vega et al., 2012).
- **اختراق الجُلِيد:** يتم مباشرة أو عبر تكوّن الضاغطات Appressoria التي تتشكل من الأنايبب البوغية والهيفات التي تنمو في الجدار، ويلاحظ على المنطقة المعرضة لهذه الضاغطات مقدار من التشوه، ويتواجد عليها نقاط ناتجة عن ترسب الميلانين تشير إلى مواقع الغزو الفطري على جسم الحشرة (Vega et al., 2012).
- تتكاثر الخلايا الفطرية داخل أنسجة العائل القابلة للإصابة لتحطيم الجهاز المناعي للمضيف مؤدية إلى موته لاحقاً (Vega et al., 2012).
- ينتج من جثة العائل الأبواغ والتي تنتشر حسب الظروف البيئية مسببة العدوى من جديد (Roy et al., 2006). الشكل (1). (Boomsma et al., 2014).



الشكل (1) آلية عمل الفطريات الممرضة للحشرات

تفرز الفطريات الممرضة للحشرات مركبات عضوية ذات وزن جزيئي منخفض بشكل كبير تسمى المستقبلات الثانوية استجابة للظروف البيئية. يشير عدد المركبات المنتجة إلى أنها ضرورية للحفاظ على الوظائف الحيوية

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

للمضيف ولإصابة العائل بشكل فعال عن طريق إتلاف الجهاز العصبي أو تقليل مقاومة الحشرة (Donzelli and Krasnoff, 2016).

بينت الدراسات أن استخدام الفطر *B.bassiana* أدى إلى حماية الذرة بشكل فعال من حفار الساق *S. calamistis*، مما قلل من طول النفق وعدد النباتات الميتة (Cherry et al., 2004)، بينما كانت فعاليتها ضد يرقات *O. nubilalis* (حفار الذرة الأوروبي) تعتمد على الجرعة (Abdel Rahman et al., 2010).

هناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها أن يؤدي العامل الممرض الحشرات المضيفة. تعتمد النتيجة النهائية على عمليات التغذية والنمو والتطور لليرقات (Shahid et al., 2012). يمكن أن تؤثر مسببات الأمراض الفطرية على تغذية الحشرات من خلال إنتاج المستقلبات الثانوية التي تعمل كسموم. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي الاضطراب الميكانيكي لأنسجة اليرقات أثناء نمو الهيفا إلى تقليل استهلاك الغذاء (Ekesi et al., 2005)، لذلك لا ينبغي أن يعتمد تقييم مدى فعالية سيطرة الحشرات التي تلحق ضرر بالمحاصيل على بيانات الوفيات فحسب، بل يجب أيضاً أن يعتمد على فعالية إزعاج أداء وسلوك تغذية اليرقات. إن فعالية العوامل الممرضة للحشرات كعوامل للمكافحة الحيوية تختلف بشدة عند دراستها في الظروف الحقلية (Cory and Ericsson, 2009)، يُعزى هذا الاختلاف إلى تفاعلات معقدة بين الفطر والنبات والحشرة وهو أساس الحاجة إلى التجريب في ظل الظروف الحقلية.

تم اجراء دراسة مخبرية في محافظة الشرقية في مصر خلال موسمي 2014 و 2015 للعزلة (Cairo Mircen) من فطر الموسكاردين الأبيض *B. bassiana* ضد يرقات حشرة *S. cretica*، بينت الدراسة أن عزلة الفطر سببت وفيات لليرقات المعاملة بنسبة 100% بعد 5 أيام من المعاملة، وبينت النتائج مقدرة هذه العزلة على انتاج الأنزيمات المحللة (Dias et al., 2008; Sherief et al., 2017).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

1-4-3. تأثير العوامل البيئية وخصائص التربة على تنوع وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات:

تنتشر الفطريات الممرضة للحشرات في مجموعة متنوعة من البيئات (من الأرضية إلى المائية، ومن القطب الشمالي إلى المناخ المعتدل، ومن القاحلة إلى المناخ المعتدل والاستوائية)، تصيب مجموعة واسعة من الحشرات وتستعمر مجموعة واسعة من الأنواع النباتية (Mantzoukas *et al.*, 2021)، كما تتميز بوجود الأبواغ التي تمكنها من العيش لفترة طويلة (Mudgal *et al.*, 2013). هناك العديد من العوامل الحيوية وغير الحيوية التي تؤثر على الفطريات الممرضة للحشرات.

1-3-4-1. العوامل الحيوية

1-1-3-4-1. العائل الحشري

تتأثر فاعلية EPF ضد الآفات الحشرية بشكل كبير بمجموعة متنوعة من التأثيرات الفسيولوجية والسلوكية والمورفولوجية للعائل، بما في ذلك عدد الحشرات والنظام الغذائي والانسلاخ ومرحلة النمو والإصابة الميكانيكية أو الكيميائية أو الميكروبية (Jaronski, 2010; Ortiz-Urquiza and Keyhani, 2013). لقد تم قبول الإجهاد كاعتبار قد يؤدي إلى تحسين تعرض الحشرات لمسببات الأمراض الحشرية، وعوامل الإجهاد هي النظام الغذائي والمبيدات الحشرية الكيميائية والبيئة (Meikle *et al.*, 2003; Rangel *et al.*, 2008). وذكروا أيضاً أن حساسية الآفة الحشرية للفطريات تزداد بسبب عدم كفاية التغذية (Inglis *et al.*, 2001).

في دراسة تم فيها اختبار تأثير المبيدات الكيميائية والنباتية على تطور الأبواغ ونمو الفطريات، تراوح تأثير المبيدات الحشرية من 69 إلى 94.1% و 25.6 إلى 87.6% على تقليل نمو الفطريات وإنتاج الميسيليوم (Sain *et al.*, 2019). لجلد (جلد) بعض الآفات خواص فيزيائية وكيميائية تؤثر على آلية العدوى، وبعض الحشرات تغطي جلدها بإفرازات غدية تحتوي على مضادات الميكروبات كآلية دفاع، بمجرد دخول الفطريات هيموليمفا الدم، ويتم تنشيط العديد من الاستجابات المناعية (Vega *et al.*, 2012). توفر البشرة الداكنة لبعض الحشرات مستوى من المقاومة لـ EPF وقد لوحظ أن اختلاف درجة تلون جسم حشرات خنافس الطحين flour beetles

الشديد (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

يتزامن مع تراكيز الفينول أو أكسيديز المنتشرة في جسمها والكفاءة المناعية (Armitage and Siva-Jothy, 2005)، على سبيل المثال تم تثبيط انبات ابواغ الفطر *B. bassiana* عن طريق المستخلصات الجلدية من يرقات *Helicoverpa zea*، في حين أن تلك الموجودة في *Nezara viridula* قللت من انبات الأبواغ للفطر *M. anisopliae*، وقد ارتبطت كفاءة التثبيط بكمية الأدهيد 2-decenal (E) الموجودة في جليد يرقات النوع الحشري (Jaronski, 2010).

1-3-4-2. النبات العائل

يشمل التأثير الذي يتوسطه النبات على EPF بنية النبات التي تعدل بقاء الأبواغ وكيمياء السطح ومورفولوجيا الأوراق التي تؤثر على عملية إنبات الأبواغ الفطرية والتي تؤثر بشكل مباشر على الكونيديا (Cory and Ericsson, 2009). إن الفهم الجيد لبيئة الفطريات الممرضة للحشرات في مكان تواجدها هو شرط أساسي لتقييم مساهماتها في مكافحة الآفات والتنبؤ بتأثيرها الزراعي، حيث بينت الدراسات على *B. bassiana* و *M. anisopliae* أنها أعداء طبيعية لمجموعة واسعة من الحشرات الضارة والعناكب، ولكلا الفطرين توزيع عالمي (Rehner, 2005)، كما بينت الدراسة أن الفطريات الممرضة للحشرات هي صديقة للبيئة بشكل عام مع سمية منخفضة أو معدومة للثدييات، وليس لها آثار متبقية، ونتيجة لذلك تم تطويرها كمبيدات حشرية ميكروبية Microbial insecticides لمكافحة العديد من الآفات المفصلية الرئيسة في الزراعة والغابات في العديد من البلدان، بما في ذلك الولايات المتحدة (Goettel et al., 2005). بينت الدراسة أنه يمكن عزل الفطر *B. bassiana* من الهواء لأنه من الفطريات المحمولة جواً (Airaudi and Marchisio, 1996). تتواجد الفطريات في التربة وعلى نطاق واسع، وهي تتراكم من جثث الحشرات الميتة التي تطلق الكونيديا المعدية، ويختلف مقدار الكونيديا المطلقة باختلاف نوع الفطر والعائل المضيف وحجم هذا العائل (Gottwald and Tedders, 1982). تنتشر الفطريات الممرضة للحشرات عن طريق العوائل الحية المصابة التي تهجر وتموت في مكان آخر غير المكان الذي تعيش فيه وتنقل معها العدوى إلى الأماكن الجديدة (Hajek, 1997). ينتقل الفطر *B. bassiana* مع العائل لمسافات طويلة، مما قد يؤدي لاحقاً إلى إصابات جديدة وانتشارها بعيداً عن الموقع الأصلي للفطر.

الشديد (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

لقد تم إثبات قدرة المفصليات على الانتشار ونقل الفطريات المسببة للأمراض من خلال نشاطها في النظم البيئية الأرضية المختلفة في التربة. قامت حشرات الكولومبولا بنقل كونيديا *B. bassiana* و *M. anisopliae* التي لم تكن ممرضة لهم (Dromph and Vestergaard, 2002)، سواءً عن طريق حمل الكونيديا على البشرة، أو عن طريق تناول الكونيديا التي يمكن أن تبقى قابلة للنمو بعد مرورها عبر الجهاز الهضمي (Dromph, 2001).

1-4-3-2. العوامل غير الحيوية

تستخدم الفطريات الممرضة للحشرات التربة كموطن للاستقرار على المدى الطويل عندما لا تكون المحاصيل موجودة في الحقل (Hajek and Leger, 1994)، بالإضافة إلى قمع الآفات، قد يحفز EPF أيضاً نمو النبات ويعوق مسببات الأمراض النباتية (Vega et al., 2009; Behie et al., 2012).

يختلف انتشار الفطريات ونشاطها الفيزيولوجي باختلاف المواقع، بل إن الموقع الواحد تحدث فيهذبذبة واضحة في أعداد الفطريات ونشاطها الكيميائي الحيوي وهذا باختلاف الأوقات. إضافة إلى ذلك يؤدي اختلاف نوع التربة وخواصها الكيميائية والطبيعية إلى اختلاف كثافة الميكروبات والأجناس السائدة فيها، وتعتمد مقدرة أي فطر على البقاء ومدى تأقلمه واستقراره في وسط ما على الظروف البيئية المحيطة ومن أهمها: المادة العضوية، درجة الحموضة (pH)، التسميد العضوي والمعدني، نسبة الرطوبة، التهوية، الحرارة، الموقع من قطاع التربة، فصول السنة، نوعية الزراعة القائمة. تُعد بيئة التربة خزناً مهماً للفطريات المسببة للأمراض لأنها توفر لها الحماية من الأشعة فوق البنفسجية والعوامل الحيوية وغير الحيوية الأخرى التي تحد من انتشارها. توجد العديد من الأنواع الفطرية التي تنتمي إلى أجناس *Beauveria*، *Conidiobolus*، *Metarhizium* و *Isaria* (*Paecilomyces*) بشكل عام في التربة (Keller and Zimmerman, 1989). فطريات التربة هي مجموعة متنوعة للغاية من الكائنات الحية، كشفت دراسة حديثة حول تنوع فطريات التربة عن حوالي 80500 وحدة تصنيف تحدث في التربة في أنحاء العالم (Tedersoo et al., 2014). يتأثر النوع الفطري في التربة بالظروف البيئية المحلية بما في ذلك خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية، والتي تحدد إلى حد كبير تكوين المجتمعات الفطرية الموجودة (Tardy et al., 2015).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

يُعد عزل وتوصيف أنواع الفطريات المسببة للأمراض المحلية أمراً ضرورياً لفهم التنوع الحيوي الفطري في أي منطقة ومهم لتوفير عوامل مكافحة الحيوية المحتملة لمكافحة الآفات (Meyling and Eilenberg, 2006; Quesada-Moraga *et al.*, 2007). هناك بعض التردد في استخدام سلالات غريبة من الفطريات لمكافحة الآفات في بلد مختلف، قد تكون السلالات غير فعالة بسبب الاجهاد والظروف البيئية المختلفة (Bidochka *et al.*, 1998). تشكل الفطريات جزءاً مهماً من النظام البيئي للتربة، وتلعب دوراً مركزياً في التفاعلات الحيوية وغير الحيوية في هذه البيئة، وتشارك في تحلل المواد العضوية وإعادة تدوير مغذيات التربة لاتاحتها للنباتات (Val *et al.*, 2013). لذلك تشارك مجتمعات فطريات التربة في خصوبة التربة (Sterkenburg *et al.*, 2015)، وتساهم في التخفيف من تدهور التربة (Jeffries *et al.*, 2003). تدهور التربة هو تدهور جودة التربة (التدهور الفيزيائي والكيميائي والحيوي) بسبب الاستخدام غير السليم مثل العمليات الزراعية أو الرعي وغيرها (Eswaran *et al.*, 2001). يمكن أن يؤدي تدهور التربة إلى تغيرات في خواصها الفيزيائية مثل قوام التربة (Rowell, 2014)، والكيميائية التي تنتج عن استخدام الأسمدة ومبيدات الآفات (Aktar *et al.*, 2009) التي تؤدي لزيادة حموضة التربة (Siles and Margesin, 2016) ومكوناته الحيوية مثل خسارة الغطاء النباتي الذي يحمي التربة ويمنعها من التآكل والانجراف (Ferrol *et al.*, 2004; Mithal *et al.*, 2011). ينتج تدهور التربة عن الأنشطة البشرية التي تؤثر على التنوع الحيوي في التربة (Chakravarthy and Sridhara, 2016). يؤثر تدهور التربة على التنوع الفطري لأن خصائص التربة تؤثر على وجود، توزيع، ووفرة الأنواع الفطرية، وتعتمد خصائص التربة على مستوى تدهور التربة حيث كل جزء من التربة له تركيب مختلف للأنواع الفطرية التي تتأثر بالموائل الدقيقة المختلفة في التربة (Grundmann, 2004). تتطلب كل أنواع الفطريات ظروفاً محددة للتطور والتكاثر بما في ذلك نطاقات مختلفة من درجات الحرارة والرطوبة وكمية المادة العضوية وفصل السنة وعمق التربة وعوامل كيميائية أخرى (Buee *et al.*, 2009). يقلل انضغاط التربة من خصوبتها من خلال تقليل تخزين الماء والمواد المغذية مما يؤدي إلى تقليل أنشطة وتنوع المجتمعات الفطرية (Hamza and Anderson, 2005). يعد توفر الرطوبة من الأمور المهمة للكائنات الحية الدقيقة لأن توفر المياه أمر أساسي للعمليات الحيوية المختلفة. pH

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

التربة لها تأثير كبير على وجود وكثافة الانواع الفطرية وتنوعها وبناء مجتمعاتها (Siles and Margesin, 2016). ادخال ممرضات من غير البيئة المحلية يمكن أن يقلل من فعاليتها كعوامل مكافحة حيوية وتشكل مخاطر بيئية كبيرة (Jaronski, 2010; Inglis et al., 2001) لذلك يجب عزل الفطريات الممرضة للحشرات من بيئتها المحلية الطبيعية التي تزيد فعاليتها في المكافحة (Inglis et al., 2001; Vega et al., 2009) بالإضافة إلى ذلك إذا تم تطبيقها كعوامل مكافحة حيوية يمكن لهذه السلالات التغلب على الاجهادات البيئية عن طريق التكيف مع الظروف البيئية المحلية (Sevim et al., 2010)، أفادت العديد من الدراسات أن تحمل الفطريات الممرضة للحشرات للظروف المناخية مرتبط ارتباطاً وثيقاً بموطنها الطبيعي (St Leger et al., 1992; Bidochka et al., 1998). توفر التربة بيئة مغذية للفطريات الممرضة للحشرات وتحميها من الظروف المناخية المختلفة، مع ذلك فان صفات التربة مثل درجة الحموضة pH التوصيل الكهربائي EC والرطوبة ومحتوى المادة العضوية تؤثر بشكل كبير على توفر الانواع الفطرية وتنوعها (Quesada et al., 2007). اشارت العديد من الدراسات إلى تأثير نوع التربة والعوامل المناخية والممارسات الزراعية على توزيع الفطريات الممرضة للحشرات (Sun and Liu 2008; Fargues et al., 2003).

بين Quesada et al., (2007) أن محتوى التربة من المادة العضوية يؤثر بشكل كبير على قدرة التبادل الكاتيوني (CEC)، مما يؤدي إلى امتصاص الماء وانبات الأبواغ الفطرية. يعتمد تطور الكائنات الحية الدقيقة في التربة بشكل اساسي على الخصائص الفيزيائية للتربة (قوام التربة)، والخصائص الكيميائية (درجة الحموضة pH، الناقلية الكهربائية EC، ونسبة C/N) والعوامل الزراعية والتسميد ومحتوى التربة من المواد العضوية التي تعد المصدر الرئيس للغذاء والطاقة عند هذه الكائنات الدقيقة (Johansson et al., 1999).

1-4-4. المادة العضوية:

تعتمد الفطريات في توزيعها على مدى توافر المواد العضوية القابلة للأكسدة وذلك لأنها من الكائنات غيرية التغذية. وعموماً تختلف أعداد الفطريات باختلاف محتوى التربة من المادة العضوية. تؤدي إضافة بقايا

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

المحاصيل أو أي مادة كربونية أخرى للتربة إلى زيادة ملحوظة في كثافة الفطريات والتي تُعد الأنواع السائدة حيث تنتشر على وجه الخصوص أجناس *Mucor*، *Penicillium*، *Trichoderma*، *Apergillus* و *Fusarium* ويبلغ التأثير المنشط للمادة العضوية على الفطريات أشده خلال الفترة الأولى لتحلل المادة العضوية التي غالباً ما تتخللها شبكة الهيفات الفطرية وتتميز بعض الأنواع بكثافة أعدادها فور إضافة المادة العضوية ثم تأخذ في النقصان السريع بعد ذلك، بينما نجد أنواع أخرى تحافظ على الزيادة في أعدادها لفترة أطول نسبياً بعد إضافة البقايا النباتية، كما يختلف تأثير المادة العضوية باختلاف التركيب الكيميائي للمادة العضوية ذاتها وباختلاف الظروف البيئية المحيطة حيث نجد أن الفطريات تسود المجاميع الميكروبية على الخصوص عقب إضافة المادة العضوية إلى أوساط بيئية حمضية ومزودة بمصادر نيتروجين كافية (Fernández et al., 2016).

1-4-5. درجة الحموضة pH:

تؤثر درجة الحموضة على ذوبان الشوارد المعدنية في محلول التربة. حيث يزداد تحررها مع انخفاض درجة الحموضة بينما يقل تيسرها عند ارتفاع درجة الحموضة بسبب دخولها في تكوين معقدات غير قابلة للذوبان، ويؤثر كبح هذه الشوارد على النشاط الأنزيمي الذي يحتاج إلى الأوساط المعدنية، وتتأثر النفاذية الغشائية للخلايا بسبب الاختلال بين التركيز الداخلي والخارجي. تختلف درجة الحموضة الملائمة لنمو الفطريات باختلاف الأجناس والأنواع والسلالات. وكثير من الأنواع تنمو في نطاق درجة حموضة واسعة تنحصر بين الحموضة الشديدة والقاعدية الزائدة وكثيراً ما يوجد بعض الأنواع لها القدرة على النمو عند درجة حموضة من 2-3 بينما العديد من الأنواع تحافظ على نشاطها عند درجة حموضة 9 أو أكثر والقليل ينمو عند درجة حموضة أكبر من 9 (Chandra Teja and Rahman, 2017)، وتسود الفطريات في الأوساط الحامضية وتلعب دوراً أساسياً في التحولات الكيميائية الحيوية ولا يرجع ذلك إلى أن الحموضة تمثل الظروف المثلى لنمو الفطر ولكن يرجع ذلك إلى أنه في الوسط الحامض لا يوجد تنافس على المواد الغذائية حيث أن الفطريات يمكنها تحمل الحموضة في حين أن البكتيريا التي تحتاج إلى نطاق درجة حموضة ضيق تكون حساسة لهذه الحموضة ولذلك تتوفر الظروف لسيادة الفطريات، وقد أشار Kotwal et al., (2012) أن الـ pH المفضل للفطريات الممرضة للحشرات هو 5.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

من جهة أخرى بينت الدراسة التي أجريت لاختبار مدى التحمل ودرجة الحموضة المثلى في 29 عزلة من الفطر *B. bassiana*، حيث تمت دراسة الاختبارات الحيوية للإنبات والنمو في وسط الاستزراع السائل المعدل لقيم درجة الحموضة في النطاق 3-14، وُجد أن درجة الحموضة 3 سامة لجميع العزلات، حيث أنبتت الكونيديا عند درجة حموضة هذه ولكن تم تثبيط النمو تماماً. تحملت جميع العزلات درجة حموضة 5-13. أظهرت بعض العزلات تحملاً درجة حموضة 4 و/أو 14 أيضاً. أظهرت ستة عشر عزلة نطاقاً واسعاً من درجة الحموضة الأمثل يتراوح بين 5-13 بينما كان لدى العزلات الأخرى نطاق أمثل أضيق (Padmavathi et al., 2003).

1-4-6. الحرارة:

الحرارة هي أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر في فعالية الفطريات الممرضة للحشرات، من خلال تأثيرها في نسبة إنبات الأبواغ ونمو الفطر وحيويته داخل العائل الحشري وضمن البيئة. تثبط الحرارة المرتفعة الفطر الممرض قبل حدوث العدوى، وقد تبطئ أو تسرع نمو الفطر داخل العائل الحشري تبعاً للمتطلبات الحرارية للفطر الممرض والعائل (Zimmermann, 2007)، معظم الدراسات المخبرية تعتمد على درجة حرارة ثابتة، كما أن الظروف الطبيعية لا تعكس بدقة موائل الفطريات الممرضة للحشرات أو عوائلها الطبيعية (Benz, 1987)، تتباين درجات الحرارة المثلى للنمو للفطور الممرضة للحشرات بين الأنواع الفطرية، وأيضاً بين العزلات المختلفة ضمن النوع ذاته. معظم الفطريات الممرضة للحشرات لها مجال واسع من تحمل الحرارة، لكن الحرارة الأفضل للإصابة، والنمو، والتبوغ تكون عادة مقيدة أكثر (عموماً 20-30 م). على سبيل المثال، تراوحت الحرارة المثلى لبعض عزلات الفطر *B. bassiana* بين 20-30 م (Fargues et al., 2003)، على الرغم من أن بعض الأنواع مثل *Neozygites tanajoae* و *N. floridana* وجدت في المناطق الاستوائية (Hajek, 1997). يفضل الفطر *I. farinose* الحرارة المعتدلة (19-25 م)، رغم قدرته على النمو ضمن مجال حراري واسع يتراوح بين 2 - 32 م (Hallsworth and Magan, 1999)، تبقى الوحدة التكاثرية لمعظم الأنواع على قيد الحياة بشكل جيد عند درجات حرارة المنخفضة، ويمكن أن تتحمل أبواغ بعض الأنواع درجات الحرارة العالية لفترات قصيرة أو طويلة تكون قريبة من 40 م (Stephen et al., 2007).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

1-4-8. الرطوبة:

يتطلب تبوّغ الفطريات الممرضة خارج العائل وانتاش الأبواغ توافر رطوبة مرتفعة، الأمر الذي يقود للاعتقاد بأن الرطوبة عامل محدد في مدى نجاح استخدام الفطريات الممرضة في مكافحة الحيوية وبالرغم من أن هذا الاعتقاد صحيح عند عديد من الفطريات الممرضة للآفات إلا أنه لا ينطبق على أنواع عديدة أخرى، فعلى سبيل المثال الفطر *M. acridum* قادر على إصابة حشرات الجراد الصحراوي *Schistocerca gregaria* بالرغم من انخفاض الرطوبة إلى ما دون 13% (Fargues et al., 2003)، حيث تكيف هذا الفطر مع البيئة الجافة من خلال إنتاج الأبواغ داخل جسم العائل. وتعزى مقدرة بعض الفطريات على إحداث المرض في حال انخفاض الرطوبة إلى وجود غشاء رقيق من الرطوبة المدمصه على جليد/كيوتيكل الحشرة وهو المكان الذي تنشط فيه أبواغ الفطريات الممرضة (Faria and Wraight, 2007).

1-4-9. الإشعاع الشمسي:

تعدّ الأشعة الشمسية وبخاصة فوق البنفسجية عند طول موجة 280 - 400 نانومتر، من أهم العوامل البيئية المحددة لبقاء أبواغ الفطريات الممرضة واستمراريتها (Braga et al., 2001) فمن الملاحظ أن الفطريات الممرضة تصبح غير فاعلة عند تعرضها لأشعة الشمس لساعات أو أيام (Gardner, 1984)، بين Ignoffo and Garcin, (1992)، أن نصف عمر الأبواغ الكونيدية للفطر *B. bassiana* بلغ ساعتين بعد تعريض هذه الأبواغ في المخبر لأشعة مشابهة لأشعة الشمس، وبالتالي فإن نسبة أبواغ الفطر الفعالة تتخفض بزيادة طول فترة التعرض لأشعة الشمس، وعليه فإن حماية أبواغ الفطريات الممرضة المستخدمة في مكافحة الحيوية من الأشعة الشمسية يسهم بدور مهم في تحديد فاعلية هذه الأبواغ وطول فترة ثابرتها في الطبيعة (Enkerli and Widmer, 2009).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الفصل الثاني: مواد البحث وطرائقه

MATERIAL AND METHODS

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2. مواد البحث وطرائقه

1-2. مواقع الدراسة:

نفذ البحث خلال الأعوام 2020-2023، وقُسم العمل إلى عمل حقلّي وعمل مخبري.

1.1-2 العمل الحقلّي:

نُفذ العمل الحقلّي في عدة مناطق من محافظة ريف دمشق هي:

الجدول رقم (6): يبين احداثيات مواقع الدراسة.

موقع الدراسة	الاحداثيات
أبو قاووق	<u>33°26'0"N, 36°5'0"E</u>
بيت سابر	<u>33°19'38"N, 36°0'0"E</u>
سعسع	<u>33°16'15"N, 36°3'31"E</u>
حينة	<u>33°20'N, 35°55'E</u>

استخدمت الأدوات التالية في العمل الحقلّي: مجرفة، مسبار، مقص تقليم، سطل بلاستيك، أكياس نايلون، حافظة،

أنابيب اختبار، عبوات جمع حشرات، كاميرا تصوير، دفتر تسجيل الملاحظات.

2-1-2. أماكن جمع العينات النباتية والحشرية:

جُمعت العينات النباتية والحشرية من بعض حقول الذرة في المنطقة الجنوبية من سورية في محافظة ريف دمشق

كما هو موضح في الجدول (7).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الجدول رقم (7): العينات النباتية والحشرية التي تم جمعها من مواقع الدراسة في الأطوار المختلفة للنبات.

أبو قاووق			
مجموع العينات	الطور الفينولوجي للنبات	توصيف الحقل	
30	خضري - 3-2 سلاميات	ذرة سكرية 1 دونم	جولة 1
15	خضري - 4-3 سلاميات	ذرة سكرية 0.5 دونم	
20	خضري - 5-4 سلاميات	حقل بندوق	
65	8-6 سلاميات	نفس الحقول	جولة 2
65	10-9 سلاميات	نفس الحقول	جولة 3
65	مرحلة النبات الكامل	نفس الحقول	جولة 4
65	مرحلة تشكل العرنوس	نفس الحقول	جولة 5
65	مرحلة نهاية النبات	نفس الحقول	جولة 6
سعسع			
مجموع العينات	الطور الفينولوجي للنبات	توصيف الحقل	
60	خضري - 3-2 سلاميات	ذرة سكرية 2 دونم	جولة 1
30	خضري - 4-3 سلاميات	ذرة سكرية 1 دونم	
15	خضري - 5-4 سلاميات	ذرة سكرية	
105	8-6 سلاميات	نفس الحقول	جولة 2
105	10-9 سلاميات	نفس الحقول	جولة 3
105	مرحلة النبات الكامل	نفس الحقول	جولة 4
105	مرحلة تشكل العرنوس	نفس الحقول	جولة 5
105	مرحلة نهاية النبات	نفس الحقول	جولة 6

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

بيت سابر			
مجموع العينات	الطور الفينولوجي للنبات	توصيف الحقل	
20	خضري - 3-2 سلاميات	ذرة سكرية 1 دونم	جولة 1
10	خضري - 4-3 سلاميات	ذرة سكرية أرض وادي	
10	خضري - 5-4 سلاميات	سكرية سياج حقل خيار	
40	8-6 سلاميات	نفس الحقول	جولة 2
40	10-9 سلاميات	نفس الحقول	جولة 3
40	مرحلة النبات الكامل	نفس الحقول	جولة 4
40	مرحلة تشكل العرنوس	نفس الحقول	جولة 5
40	مرحلة نهاية النبات	نفس الحقول	جولة 6
حينة			
مجموع العينات	الطور الفينولوجي للنبات	توصيف الحقل	
20	خضري - 3-2 سلاميات	ذرة سكرية	جولة 1
15	خضري - 4-3 سلاميات	ذرة سكرية	
20	خضري - 5-4 سلاميات	ذرة سكرية	
55	8-6 سلاميات	نفس الحقول	جولة 2
55	10-9 سلاميات	نفس الحقول	جولة 3
55	مرحلة النبات الكامل	نفس الحقول	جولة 4
55	مرحلة تشكل العرنوس	نفس الحقول	جولة 5
55	مرحلة نهاية النبات	نفس الحقول	جولة 6

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2-1-3. جمع عينات التربة:

جُمعت (180) عينة تربة شملت (30) موقعاً، وبناءً على الممارسات الزراعية تم تقسيم أماكن أخذ العينات إلى نظم

زراعية ونظم طبيعية الجدول (8).

الجدول رقم (8): مواقع جمع العينات.

مصدر العينة	عدد المواقع	عدد عينات التربة	عدد العينات المركبة	مكان الجمع
حقول ذرة	9	54	18	ابو قاووق، بيت سابر، سعسع وحينة
بساتين أشجار مثمرة	6	36	12	
أرض بور	5	30	10	
حقول محاصيل خضار	7	42	14	
أشجار حراجية	3	18	6	
المجموع	30	180	60	

2-2. العمل المخبري

نفذ العمل المخبري في مخبر المُمْرضات في مركز بحوث ودراسات مكافحة الحيوية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق.

2-3. المواد المستخدمة في العمل المخبري:

عبوات بلاستيكية من أجل تربية الحشرات، قماش موسلين لتغطية العبوات، فرشاة شعر السامور قياسات مختلفة، مكبرة ذات العينيتين (باينوكليز ماركة Optech بقوة تكبير 10-90 مرة) لفحص الحشرات، مكبرة ضوئية من نوع (SZ61-JAPAN-WD38)-OLYMPUS وبعدسة عينية مدرجة من أجل إجراء القياسات اللازمة، مجهر ضوئي نوع Nikon i80، لفحص وتصنيف العينات الفطرية، حاضنة مناخية، اوتوكلاف، أطباق بتري، بيئة PDA، مشرط، إبرة عزل، قطن، سولفان، شرائح وسواتر زجاجية، دوارق زجاجية سعة 500-1000 مل، غرفة عزل، كحول، بارافيلم، ماء مقطر، براد.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2-4. طرائق العمل:

2-4-1. جمع العينات الحشرية:

جُمعت بيوض ويرقات وعذارى حفارات الذرة من حقول ذرة صفراء مصابة بهذه الآفة ومن مواقع مختلفة في المنطقة الجنوبية من سورية ريف دمشق (أبو قاووق، سعسع، بيت سابر، حينة)، تم وضع لطح البيض في أطباق بتري قياس 9 سم لوقت فقس البيض وتم تربية اليرقات مخبرياً على أوراق الذرة الغضة في صواني بلاستيكية بأبعاد (5×15×25) سم حيث وضعت في كل صينية 15 يرقة. تم تغطية الصواني من الأعلى بالموسلين لغرض التهوية. أما العذارى فقد وضعت في حوكلات زجاجية كبيرة سعة 1 لتر تحتوي على ورق ترشيش رُطب بالماء المقطر للحفاظ عليها من الجفاف، حضنت جميع العبوات عند درجة حرارة 25±2م ورطوبة نسبية 70±5% وفترة إضاءة 12:12 (ضوء: ظلام) وذلك من أجل تعريف الحفارات الموجودة في مواقع الدراسة، حيث تم تعريفها بالاعتماد على الصفات التصنيفية المورفولوجية باستخدام مفاتيح تصنيفية متخصصة. نقلت بالغات الحشرة عند خروجها من العذارى إلى نباتات ذرة مزروعة في أصص بلاستيكية صغيرة ثبت على كل منها قطعة بلاستيكية اسطوانية سدت فوهتها العليا بالموسلين وبواقع 3 إناث و5 ذكور للأصيص الواحد لغرض التزاوج ووضع البيض. ووضع بأرضية كل أصيص طبق زجاجي صغير به قطن مرطب بمحلول سكري 10% لتغذية البالغات، جُمع البيض الذي وضعته الإناث بعد 48 ساعة وتم توزيعه على صواني حاوية على قطع من أوراق نبات الذرة الغضة لتغذية اليرقات بعد الفقس، وبتكرار هذه الطريقة حصلنا على الحشرات المطلوبة لإتمام الاختبارات عليها (Idrees et al., 2021).

2-4-2. جمع وتحضير عينات التربة:

أُخذ حوالي 1 كغ تربة لكل عينة بسيطة بواسطة مجرفة على عمق 10-25 سم من سطح التربة، وضعت كل عينة في كيس بلاستيكي شفاف محكم الاغلاق مرفق ببطاقة معلومات (مكان وتاريخ الجمع - نوع المحصول - مصدر العينة) وتم نقلها بالحافطة إلى مخبر الممرضات في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية بكلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق. أُخذ لكل موقع 3 عينات بسيطة وُخلطت للحصول على عينة مركبة

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

متجانسة، جففت العينات في الظل ومن ثم نُخِلت ونقيت للتخلص من الكتل والشوائب الأخرى وتم توزيعها في عبوات بلاستيكية سعة 500 غرام خلال الأسبوع الأول من جمعها (Meyling, 2007)، تم تقسيم كل عينة من العينات إلى قسمين، قسم لعزل الفطريات الممرضة للحشرات باستخدام دودة الشمع، والقسم الآخر لاجراء تحليل واختبار الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

3-4-2. تربية دودة الشمع الكبرى *Galleria mellonella* مخبرياً:

جُمعت يرقات دودة الشمع الكبرى (*G. mellonella* L (Lepidoptera: Pyralidae) من المناحل ورُبيت مخبرياً على الوسط المغذي نصف الصناعي والذي يتكون من (22% جريش الذرة، 22% دقيق القمح، 11% حليب مجفف، 11% عسل، 11% غليسرين، 5.5% خميرة، 17.5% شمع) (Elbarky et al., 2015)، حيث وُضع حوالي 1 كيلو غرام من هذا الوسط في وعاء بلاستيكي سعة 2 كغ وأُضيف إليها بيوض ويرقات دودة الشمع الكبرى وتم تغطيتها بطبقة مضاعفة من الموسلين لمنع خروج اليرقات، ثم وضعت في الحاضنة عند درجة حرارة 28 ± 2 م° للوصول للعمر اليرقي المطلوب بأعداد مناسبة لاجراء التجارب عليه (Hussein, 2004).

4-4-2. الكشف عن وجود الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة:

تم الكشف مخبرياً عن وجود الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة باستخدام طريقة المصيدة ذات الطعم (*Galleria bait*)، تم أخذ 5 عينات فرعية من التربة بوزن 250 غ من كل عينة تربة مركبة، وضعت في عبوات بلاستيكية سعة 500 غ مزودة بغطاء تم تثقيب الغطاء لتأمين التهوية، نُقلت 5 يرقات من العمر الأخير لحشرة *G. mellonella* لكل عبوة، ووضعت العبوات بشكل مقلوب في الحاضنة عند درجة حرارة 28 ± 2 م°. تم تقليب وتحريك العبوات يومياً لضمان اتصال اليرقات بالتربة إلى أقصى حد. تم الكشف عن اليرقات بشكل دوري لإزالة اليرقات الميتة والتعرف على سبب موتها. أُخذت اليرقات الميتة عند كل قراءة، عقت سطحياً بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم تركيز 5% لمدة 3 دقائق ثم غسلت بالماء المقطر المعقم 3 مرات، ووضعت هذه اليرقات على ورق ترشيح مبلل معقم في أطباق بتري معقمة مغلقة بالبارافيلم وحضنت عند درجة حرارة 26 ± 2 م° وفحصت

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

يوميًا بحثاً عن وجود الفطريات الممرضة للحشرات، نقلت كل يرقة مصابة إلى طبق بتري 9 سم يحوي وسط PDA مع مضاد حيوي، اغلقت بالبارافيلم وحضنت عند الدرجة 26 ± 2 م مع الكشف اليومي للتأكد من نمو الفطريات عليها (Zimmerman, 1986).

2-4-5. اختبار القدرة الامراضية (فرضية كوخ) على يرقات دودة الشمع الكبرى *G. mellonella*:

دُحرجت يرقات دودة الشمع الكبرى بالعمر الأخير لعدة دقائق على المستعمرات الفطرية، وذلك بعد تنمية العزلات على وسط PDA ووصولها إلى مرحلة التبوغ (بعمر 14 يوماً)، نقلت اليرقات بعد ذلك إلى أطباق بتري تحوي ورق ترشيح (مضافاً إليها 1 مل ماء مقطر معقم) لتوفير الرطوبة المناسبة لنمو الفطر، والشاهد يرقات غير معاملة بالفطر، وذلك بواقع 3 مكررات لكل عزلة و5 يرقات لكل مكرر، حُضنت الأطباق عند الدرجة 26 ± 2 م وفحصت بشكل يومي وسجل عدد اليرقات الميتة وحسبت النسب المئوية للموت وصححت وفق معادلة Abbott (1925):

$$\text{نسبة الموت المصححة} = \left[\frac{(ت-س)}{(100-س)} \right] \times 100$$

حيث: ت= نسبة الموت في المعاملة، س= نسبة الموت في الشاهد.

وتعد هذه الخطوة ضرورية للتأكد من القدرة الإراضية للعزلات الفطرية التي تم الحصول عليها، وأن هذه العزلات هي السبب الفعلي لموت يرقات دودة الشمع أثناء عملية العدوى.

2-4-6. تنقية وتصنيف العزلات الفطرية:

تمت عملية تنقية الفطريات بالعزل المتكرر على وسط PDA وحُضنت عند درجة حرارة 25 ± 2 م وحفظت في البراد عند درجة حرارة 4 م إلى حين استخدامها.

تم تعريف أنواع الفطريات بناءً على مظهر الإصابة على يرقات *G. mellonella* ومن خلال تحديد المواصفات الخارجية للمستعمرة الفطرية والصفات التركيبية للعزل الفطري والأعضاء التكاثرية:

-لون المستعمرة من الوجهين الأمامي والخلفي وقطرها.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

-وجود كتلة مركزية والهالة المحيطة بالمستعمرة.

-قوام المستعمرة (جلدية- قشرية- قطنية....).

-وجود قطرات الندى على الغزل الفطري.

-معدل نمو الغزل الفطري.

-وجود الأجسام الحجرية.

-وجود الحواجز العرضية بالهيفات الفطرية.

-شكل الحوامل البوغية.

-وجود الكونيديات وشكلها وتوضعها على الحامل.

-وجود الأبواغ الكونيدية وصفاتها (شكل، حجم، لون، تقسيم)

.(Rehner et al., 2011)

التصنيف المجهرى تم اعتماداً على شكل وحجم وأبعاد الأبواغ الكونيدية بالاعتماد على المفاتيح التصنيفية الخاصة بالفطريات (Humber, 2012; Samson, 19881). تم اعتبار عينة التربة مناسبة لوجود نوع معين من الفطريات الممرضة للحشرات إذا تواجد هذا النوع في مكرر واحد من 5 مكررات على الأقل من التربة المختبرة (Quesada et al., 2007).

2-5. التقييم المخبري للقدرة الامراضية لأنواع الفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في الدراسة.

2-5-1. تحضير المعلق البوغي:

تم تحضير المعلق البوغي للعزلات الفطرية بإضافة 5 مل من الماء المقطر المعقم إلى مزرعة فطرية بعمر سبعة أيام مع إضافة 0.2 مل من مادة Tween-80 بتركيز 0.05%، ثم كشط سطحي للمزرعة الفطرية بواسطة أداة كاشطة ومعقمة على شكل حرف L لتحرير الأبواغ. رُشحت محتويات الطبق بواسطة قمع زجاجي مثبت يحتوي على قطعة شاش معقمة مع إضافة 5 مل من الماء المقطر المعقم مرة أخرى لضمان ترشيح جميع الأبواغ

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2-5-3. اختبار فاعلية عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطريات الممرضة على يرقات العمر الثاني لحفارات ساق

الذرة:

استخدمت التراكيز 1×10^6 ، 1×10^7 ، 1×10^8 بوغاً/مل وتمت دراسة تأثيرها في الأطوار اليرقية لحفار ساق الذرة، بنقل 20 يرقة من مستعمرة التربية إلى أوعية بلاستيكية معقمة بأبعاد (25×15×5 سم) تحوي أوراق الذرة الطازجة التي تم رشها بالمعلق البوغي بالتراكيز المحضرة سابقاً، ثم رشّت اليرقات بـ 2 مل من معلق أبواغ الفطر من التراكيز سابقة الذكر المضاف إليها Tween-80 بتركيز 0.05 % بوساطة مرشة يدوية سعتها 20 مل رشاً مباشراً من مسافة 10-15 سم وذلك لضمان وصول المعلق البوغي لليرقات. ثم غُطيت الأوعية المعاملة بالموسلين لمنع خروج اليرقات، وذلك في ثلاثة مكررات لكل معاملة بينما ترش معاملة الشاهد بالماء المقطر المعقم، ثم توضع اليرقات المُعدة في الحاضنة على درجة حرارة 25 ± 2 م° ورطوبة نسبية 70 ± 5 % ومراقبتها بشكل يومي مع تسجيل عدد اليرقات الميتة وذلك لحساب نسب الموت كما في المعادلة السابقة (Sharififard et al., 2011).

2-5-4. اختبار فاعلية عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطريات على عذارى حفارات ساق الذرة:

نقلت 10 عذارى من حجرة التربية بعمر 24 ساعة إلى حوجلة زجاجية سعة 500 مل وضع في أسفلها ورق ترشيح معقم، حيث تم رش العذارى بـ 2 مل من كل معلق بوغي من التراكيز المحضرة سابقاً بوساطة مرشة يدوية سعة 20 مل ثم تغطية الحوجلات بالموسلين، كُريت العملية ثلاث مرات، أما معاملة الشاهد فقد رُشّت بالماء المقطر المعقم بعد إضافة المادة الناشرة له Tween-80 بتركيز 0.05 %، ثم حُضنت الأوعية في الحاضنة عند درجة حرارة 25 ± 2 م° ورطوبة نسبية 70 ± 5 % وتمت مراقبتها بشكل يومي وتسجيل النسبة المئوية للموت والتشوه للعذارى ونسبة خروج الحشرات الكاملة (Liu et al., 2022).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2-6. دراسة تأثير المؤشرات البيئية على تنوع وانتشار الفطريات الممرضة في البيئة المحلية.

المؤشرات البيئية:

$$D_1 = \frac{a_1}{\sum_{i=1}^n a_i} 100 (\%) \quad \text{Dominance Index: دليل سيادة النوع: 1-6-2}$$

حيث:

D_1 سيادة النوع I مثلاً (%).

a_1 عدد الفطريات نوع I في الموقع I.

$\sum_{i=1}^n a_i$ مجموع أعداد الفطريات من كل الأنواع المتواجدة.

واستخدم من أجل التحقق من المجموعات السائدة مقياس مقترح من قبل تشلر Tischler عام 1949 كما في

الجدول (9).

الجدول رقم (9): مقياس تشلر Tischler لقياس سيادة الأنواع (Tischler, 1949)

10 % – 100 %	Super dominant	الأكثر سيادة	E
5 % – 10 %	Dominant	سيادة	D
2 % – 5 %	Sub dominant	أقل سيادة	Sd
1 % – 2 %	Recent	موجودة حديثاً بنسب منخفضة	R
< 1 %	Sub recent	منخفضة جداً	Sr

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2-6-2. دليل شانون - وينر للتنوع (Shannon-Wiener diversity index (H)

وتم قياس التنوع الحيوي Biodiversity بين المواقع باستخدام دليل شانون - وينر للتنوع

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

حيث:

h الغنى بالأنواع أو الثراء النوعي وهو عدد الأنواع المختلفة الموجودة في الموقع الواحد

pi الوفرة النسبية: وهي النسبة المئوية لأفراد النوع الواحد ni بالنسبة للعدد الكلي للأفراد المختلفة في العينة N

$$p_i(\%) = (n_i/N) \times 100$$

تتراوح قيمة شانون - وينر بين 0.0 و 5.0 وفي معظم الحالات، تتراوح القيم المحسوبة من 1 إلى 3.5 وتُشير

القيم الأعلى من 3.0 إلى أن المجتمع مستقر، في حين تشير جميع القيم الأقل من 1.0 إلى التدهور. بحيث كل

ما كانت قيمة هذا الدليل كبيرة كان التنوع أكبر (Magurran, 1988).

وتم تقييم تشابه العزلات الفطرية بين المواقع باستخدام دليل سورنسون للتشابه similarity index of Sorensen

2-6-3. دليل سورنسون للتشابه

$$SQ = 2J/(a+b)$$

Sørensen Index (SQ)

حيث:

J عدد الأنواع المشتركة بين المجتمعين.

a عدد أنواع المجتمع الأول.

b عدد أنواع المجتمع الثاني.

تتراوح قيمة سورنسون من 0.0 إلى 1.0 ولا يمثل 0 أي تشابه و 1 تشابه تام، وكلما زادت القيمة زاد التشابه

(Southwood and Henderson, 2000).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

2-7. دراسة تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والغطاء النباتي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة.

تم تحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات التربة التي تم تجهيزها سابقاً بحسب (Ryan et al., 2001).

2-7-1. التحليل الميكانيكي:

بطريقة الهيدروميتر وذلك لمعرفة نسب مكونات التربة (رمل-سلت-طين) وتحديد قوام التربة.

2-7-2. تفاعل التربة (pH):

حُضر مستخلص مائي (1: 2.5) (تربة : ماء) وتم القياس بجهاز (pH-meter).

2-7-3. قياس الناقلية الكهربائية (EC):

تم بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية Electrical conductivity Meter بتحضير معلق للتربة (1:5) (تربة : ماء).

2-7-4. تقدير المادة العضوية (OM):

تم تقديرها بطريقة اكسدة الكربون العضوي بواسطة محلول ديكرومات البوتاسيوم في وسط حامضي، والمعايرة بمحلول سلفات الحديدي بوجود مشعر الفيروئين (Nelson and Sommers, 1996).

2-8. التحليل الاحصائي:

استخدم التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) في تصميم التجارب وتم تحليل النتائج باستعمال طريقة تحليل التباين ONE-WAY ANOVA والمقارنة بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.01 باستخدام برنامج SPSS 22 (SPSS, 2007). أجري تحليل الارتباط الكنسي Canonical Correspondence Analysis (CCA) لحساب العلاقة بين فطريات التربة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة باستخدام برنامج PAST 4.03.

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة

RESULTS AND DISCUSSION

الشديد (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3- النتائج والمناقشة:

3-1. تحديد أهم حفارات الساق التي تهاجم محصول الذرة في مناطق الدراسة.

سُجل في الدراسة نوعان من الحفارات وهما حفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis* وحفار ساق الذرة

الوردي *Sesamia cretica*

الصفات الشكلية للحفارات المسجلة

3-1-1. حفار ساق الذرة الأوربي *O. nubilalis*

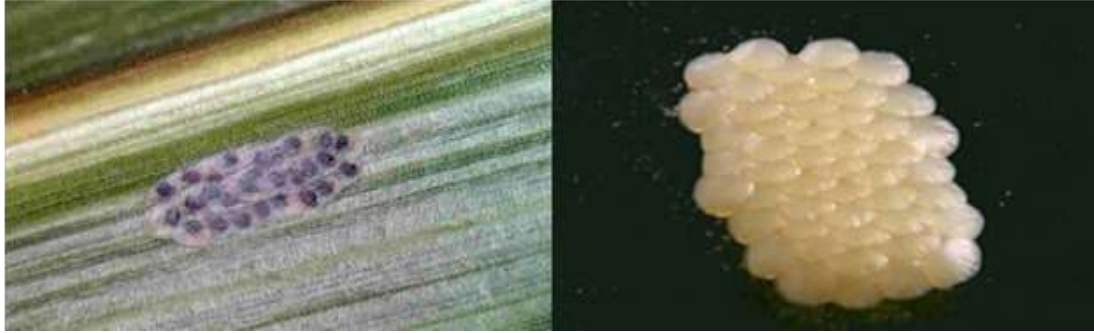
- الفراشة الذكر أصغر من الفراشة الأنثى، طول الجسم 1-2 سم وطول امتداد الجناحين 2-3 سم. الأجنحة الأمامية للذكور ذات لون أشهب يميل إلى السواد تحمل 5-6 بقع صفراء بالقرب من الحافة الخارجية، كما يوجد شريط عرضي أصفر بالقرب من الحافة الخلفية. الأجنحة الخلفية للذكور تميل نحو اللون الأسود، تحمل شريطاً متعرجاً أصفر اللون الشكل (2).
- الأجنحة الأمامية للأنثى صفراء، ويغمق لونها عند الحافة الخارجية، وتحمل خطاً متعرجاً يفصل الثلث الخارجي من الأجنحة. الأجنحة الخلفية بيضاء اللون الشكل (2).
- تخرج الفراشات في بداية الربيع نيسان وأيار، وهي ليلية تتجذب للضوء. تضع الإناث البيض (حوالي 500 بيضة/أنثى) على السطح السفلي للأوراق بالقرب من العرق الوسطي على شكل مجموعات الشكل (3).



الشكل (2) الحشرات الكاملة لحفار ساق الذرة الأوربي

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- البيضة مسطحة تقريباً، ويبلغ قطرها 0.75-1 مم لون البيض أبيض عند وضعه لأول مرة ولكنه يتحول لاحقاً إلى اللون الأصفر، ويمكن رؤية رأس اليرقة الأسود قبل الفقس مباشرة. يتم وضع البيض في لطح، متوسط عدد البيض لكل لطة 30-50 بيضة، وفي دراسة تبين أنه من الممكن العثور على كتل بيض بها أكثر من 50 بيضة أو بعضها يحتوي على 4-5 بيوض فقط.



الشكل (3): بيوض حفار ساق الذرة الأوروبي

- اليرقات بيضاء مصفرة، تحمل كل حلقة بطنية أربع بقع سوداء تخرج من كل منها شعرة طويلة، وإلى الخلف من هذه البقع يوجد بقعتان أصغر حجماً. الرأس كبير بني اللون. تحمل الأرجل البطنية الكاذبة خطاطيف صغيرة. طول اليرقة في العمر الأول نحو 1.5 سم ويصل طولها عند النضج 2-2.5 سم، لون الرأس والصدر الأول في العمر الأول لليرقة أسود، يتحولان إلى اللون البني في العمر الرابع، واليرقة في العمر الأخير (الخامس) لونها رمادي إلى بني فاتح أو وردي الشكل (4).



الشكل (4): يرقات حفار ساق الذرة الأوروبي

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- **العذاري** الإناث حوالي 2 سم عادة ما تكون عذراء الذكور أصغر وأرق، الشرائق لونها بني محمر فاتح إلى داكن. يتوافق الوصف السابق للأطوار المختلفة للحشرة مع (Mutuura and Munroe, 1970).

2-1-3. حفار ساق الذرة الوردي *S. cretica*

- **الببيض** نصف كروي (قطره حوالي 1.5 مم) ، مضلع ، أبيض عند وضعه حديثاً، يتحول إلى اللون البرتقالي الزهري قبل الفقس.
- **اليرقات:** تتطور اليرقات عموماً خلال خمسة أعمار ولكن تم تسجيل ما يصل إلى ثمانية في مصر، بالإضافة إلى مرحلة طور ما قبل العذراء (Hafez et al., 1970). يصل طول اليرقات كاملة النمو إلى 4 سم، صفراء قشدية مع انتفاخات وردية اللون (Badolato, 1976).
- **العذراء:** لونها بني فاتح يصل طولها إلى حوالي 2 سم، ولها نهاية طرفية تحمل زوجاً واحداً من الأشواك الرفيعة الطويلة وزوجاً فرعياً أصغر، غالباً ما يتم وضع العذراء في شرنقة حريرية فاتحة يتم غزلها بواسطة اليرقات قبل التعذر (Hafez et al., 1970).
- **الحشرة الكاملة:** يبلغ طول الحشرة الكاملة 2-4 سم، تكون الذكور عموماً أصغر من الإناث، الأجنحة الأمامية ذات لون بني فاتح مائل للصفرة ومميزة بشكل مختلف باللون البني الغامق، والأجنحة الخلفية بيضاء (Tams and Bowden, 1953).
- تواجد حفار ساق الذرة الأوربي في كافة مناطق الدراسة، بينما تواجد حفار ساق الذرة الوردي فقط في منطقة بيت سابر، وجمع منه نحو 50 يرقة من مختلف الأعمار.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-2. تقصي الفطريات الممرضة للحشرات في منطقة الدراسة وتصنيفها باستخدام المفاتيح التصنيفية المختصة.

3-2-1. الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة المدروسة:

بلغت النسبة المئوية لعينات التربة التي احتوت فطريات ممرضة للحشرات 60% من مجموع العينات المختبرة، كان المجموع الكلي للعزلات التي تم الحصول عليها 100 عزلة تنتمي إلى 18 نوعاً تتبع لـ (12) جنساً هي *Penicillium*, *Lecanicillium*, *Paecilomyces*, *Beauveria*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Metarhizium*, *Mucor*, *Rhizopus* موزعة في (7) فصائل من ترب عدّة حقول في مواقع أبو قاووق، سعسع، بيت سابر وحينه في ريف دمشق الغربي الجدول (10).

الجدول رقم (10): توزع الفطريات الممرضة للحشرات في ترب مواقع الدراسة.

الفصيلة	الجنس	النوع	أبو قاووق	سعسع	بيت سابر	حينة
Hypocreaceae	<i>Acremonium</i>	<i>Acremonium</i> sp	-	+	+	-
Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i> sp	+	+	+	+
		<i>A. fumigatus</i>	+	+	-	+
		<i>A. flavus</i>	+	+	+	+
		<i>A. niger</i>	+	+	+	+
	<i>Paecilomyces</i>	<i>P. fumosoroseus</i>	+	+	+	+
Cordycipitaceae	<i>Baeuveria</i>	<i>B. bassiana</i>	+	+	+	+
		<i>B. brongniartii</i>	+	-	+	+
	<i>Lecanicillium</i>	<i>L. muscarium</i>	+	+	+	+
	<i>Penicillium</i>	<i>Penicillium</i> sp.	+	+	+	+
		<i>P. notatum</i>	+	+	+	+
	<i>Verticillium</i>	<i>V. lecanii</i>	+	+	+	+
	<i>Cladosporium</i>	<i>Cladosporium</i> sp	-	+	-	+
Nectriaceae	<i>Fusarium</i>	<i>F. solani</i>	+	+	+	+
		<i>F. oxysporum</i>	-	-	+	+
Clavicipitaceae	<i>Metarhizium</i>	<i>M. anisopliae</i>	+	+	+	+
Mucoraceae	<i>Mucor</i>	<i>Mucor</i> spp	-	+	+	+
	<i>Rhizopus</i>	<i>Rhizopus</i> sp	+	+	+	+

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

بينت الدراسة التي أجريت في فلسطين لتقصي الفطريات الممرضة للحشرات في حقول الخضراوات المروية وبساتين الحمضيات على مدى تسعة أشهر (نيسان-كانون الثاني، 1999)، أن الفطريات الممرضة للحشرات وجدت في 33.6% من عينات التربة المدروسة (في 47 عينة من 140 عينة)، وسجل وجود 70 عزلة فطرية تنتمي إلى 20 نوعاً من 13 جنساً (Ali-Shtayeh et al., 2002).

أنت نتائجنا متوافقة مع بعض الدراسات المماثلة في مناطق أخرى من العالم مثل اسبانيا حيث بلغت نسبة وجود الفطريات الممرضة للحشرات في بعض تربها الطبيعية والزراعية 71.7% (Quesada-Moraga et al., 2007). تبين النتائج المتحصل عليها في الجدول رقم 10/ بأن أجناس وأنواع فصيلة Cordycipitaceae هي الغالبة في مناطق الدراسة حيث سجل (6) أنواع تتبع لـ (4) أجناس وتواجدت أنواع هذه الفصيلة في جميع مناطق الدراسة باستثناء الفطر *B. brongniartii* الذي غاب في منطقة سعسع، تليها فصيلة Trichocomaceae التي تضم (5) أنواع تابعة لـ (2) لجنسين تواجدت الأنواع في كل مناطق الدراسة باستثناء الفطر *A. fumigatus* الذي لم يسجل تواجده في منطقة بيت سابر. وتختلف هذه الدراسة عن الدراسة التي أجريت في الهند لحصر الفطريات الممرضة للحشرات الموجودة في أنواع مختلفة من التربة وفي مناطق من التربة، حيث لم يسجل في الدراسة الهندية أنواع من الجنس *Beauveria* على سبيل المثال، وسجلت أنواع أخرى لم تسجل في هذه الدراسة مثل *Conidiobolus coronatus* (Ali-Shtayeh et al., 2002).

3-2-2. توزع الفطريات الممرضة للحشرات في حقول مواقع الدراسة:

إن أنواع كلاً من الأجناس *Beauveria*، *Paecilomyces*، *Metarhizum*، *Licanicillium*، والنوع *V. lecanii* فطريات متخصصة بأمراض الحشرات وقد وجد بعضها بنسب مرتفعة ضمن الأنظمة البيئية التي درسناها جدول (11)، وكان الجنس *Beauveria* هو الأكثر تردداً بينها ولقد عزل من كافة أنواع الترب المختبرة وبلغت نسبة ترده 26%، وأعلى تردد للنوع *B. bassiana* كان في تربة الأرض البور فقد بلغت نسبة ترده 26% في عينات تربتها، وتلاه الجنسان *Licanicillium* و *Paecilomyces* على التوالي حيث بلغت نسبة تردهما 7% في الترب المدروسة. حيث تم عزل الفطر *Licanicillium* من كل من تربة الذرة والأرض البور وأرض المحاصيل

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

المختلفة، بينما تم عزل الفطر *Paecilomyces* من أرض حقول الذرة والأشجار المثمرة وأرض البور وأرض المحاصيل المختلفة. الجنس *Metarhizium* كانت نسبة تفرده أقل وبلغت 5% وعزل فقط من تربة الأشجار المثمرة والمحاصيل المختلفة والأشجار الحرجية، ولم يتواجد في تربة حقول الذرة والأرض البور.

كان النوع *V. lecanii* الأقل تردداً حيث بلغت نسبة تفرده 2% فقط ولم يُعزل إلا من تربة الأشجار المثمرة. بشكل عام فإن الأنواع الفطرية الممرضة للحشرات الأكثر تردداً خلال الدراسات المجراة في مناطق مختلفة حول العالم احتوت على بعض أو كل من الأجناس *Paecilomyces*, *Metarhizium*, *Beauveria*، إضافة للنوع *V. lecanii*، ففي الدراسة التي أجراها Quesada-Moraga et al., (2007) في إسبانيا كان تردد النوع

B. bassiana 42.6% وتردد النوع *M. anisoplia* 7.3%.

يُعد النوع *B. bassiana* من أكثر أنواع الفطريات الممرضة انتشاراً في العالم، تنتوع مواطنه من ترب جبال الألب، الأراضي البور، الترب المرتفعة، الأراضي الجرداء، الترب ذات الغطاء النباتي الكثيف، الأراضي المزروعة وترب الغابات، كما تم عزله من الهواء (Zimmermann, 2007). تشير الدراسات إلى أن النوع *B. bassiana* هو الأكثر تردداً وشيوعاً في بلدان حوض البحر المتوسط حيث أنه أكثر تلاؤماً مع المناخات الأكثر دفئاً (Quesada-Moraga et al., 2007). في حين أن النوع *V. lecanii* من الأنواع الأقل تردداً في دراستنا هذه 2% وتوافقت هذه النتيجة مع دراسة Sun and Liu (2008) في الصين حيث كانت نسبة تفرده منخفضة في الأراضي الطبيعية (Meyling and Eilenberg, 2006)، ربما يعود السبب في انخفاض نسبة تفرده إلى أنه فطر أكثر تخصصاً في إمرضية الحشرات التي تصيب المجموع الخضري من رتبة Homoptera مثل المن والذباب الأبيض وغيرها، الأمر الذي يقلل فرص انتشاره في التربة عن باقي الفطريات الأخرى. إن معظم الفطريات التي سجلت في هذه الدراسة هي فطريات ممرضة شائعة جداً في أنواع مختلفة من التربة الزراعية وغيرها (Manoch, 2000; Ramanwong et al., 2004).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الجدول رقم (11): حدوث* وتوزع** الفطريات الممرضة للحشرات في عينات التربة المدروسة في محافظة ريف دمشق.

النوع	ذرة	أشجار مثمرة	أرض بور	محصول	أشجار حراجية	التردد %
<i>Acremonium sp</i>	0	0	0	10	0	3
<i>Aspergillus sp</i>	7.7	6.5	6.3	6.7	0	6
<i>A. fumigatus</i>	0	3.2	6.3	0	0	2
<i>A. flavus</i>	0	6.5	0	10	0	5
<i>A. niger</i>	7.7	6.5	0	0	10	4
<i>B. bassiana</i>	38	16.2	44	20.3	30	26
<i>B. brongniartii</i>	0	3.2	6.3	3.3	0	3
<i>Cladosporium sp</i>	0	9.7	0	0	0	3
<i>F. solani</i>	7.7	0	6.3	6.7	0	4
<i>F. oxysporum</i>	0	0	0	3.3	0	1
<i>L. muscarium</i>	7.7	0	19	10	0	7
<i>M. anisopliae</i>	0	3.2	0	6.7	20	5
<i>Mucor spp</i>	0	13	0	0	10	5
<i>P.fumoso roseus</i>	7.7	6.5	6.3	10	0	7
<i>Penicillium sp.</i>	15	6.5	0	3.3	0	5
<i>P. notatum</i>	0	13	0	6.7	0	6
<i>V. lecanii</i>	0	6.5	0	0	0	2
<i>Rhizopus sp</i>	7.7	0	6.3	3.3	30	6
	%13	%31	%16	%30	%10	%100

* حدوث = عدد العينات التي تحوي نوع معين / العدد الكلي للعينات المجموعة من نوع التربة نفسها.

** نسبة التردد % = (عدد عزلات نوع ما / العدد الكلي للعزلات) $\times 100$.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-3. التقييم المخبري للقدرة الامراضية لأنواع الفطريات الممرضة للحشرات المسجلة في الدراسة.

3-3-1. نتائج اختبارات الإراضية الأولية (كوخ):

سببت العزلات المختبرة نسباً متفاوتة من الموت ليرقات دودة الشمع الكبرى حيث تراوحت الإراضية (النسبة المئوية للموت) بين 0-100% وقد أثبتت عزلات أنواع كل من الأجناس *Beauveria*، *Lecanicillium*، *Paecilomyces* بأنها الأكثر فتكاً حيث وصلت نسبة الموت 100% بعد يومين إلى ثلاثة أيام من العدوى بالفطر *B. bassiana* و لكافة العزلات، وبعد ثلاثة إلى أربعة أيام للفطر *P. fumosoroseus*، وبعد أربعة إلى خمسة أيام في الفطر *L. muscarium*. في حين تراوحت نسبة الموت التي سببتها عزلات النوع *M. anisopliae* بين 44.4 و 88.9%، وقد أحدثت عزلات كل من الجنسين *Acremonium* و *Mucor* أقل نسبة موت حيث تراوحت هذه النسبة 33.4% و 22.7% على التوالي جدول (16).

إن الأنواع التابعة لكل من الأجناس *Beauveria*، *Paecilomyces*، *Metarhizium* و *Lecanicillium* هي فطريات متخصصة بأمراض الحشرات لذلك من الطبيعي أن تؤدي إلى نسبة قتل عالية خلال مدة زمنية قصيرة، أما الأنواع التابعة للأجناس الأخرى فقد سببت نسب قتل متفاوتة عند اختبار إمرضيتها على يرقات دودة الشمع الكبرى بعد عزلها كفطور مرتبطة مع الحشرات فنتائج الإراضية الأولية التي حصل عليها Sun et al., (2008)، كانت 0-26.7% لعزلات *Aspergillus* و *Penicillium* وفي حدود 0-93.3% لعزلات *Fusarium* في حين كانت 6.7% للفطر *Mucor. spp*، وقد عزا الباحث ارتفاع نسبة الموت لبعض العزلات التابعة لهذه الأنواع إلى سرعة نمو مثل هذه الفطريات وتبوغها وإلى حساسية يرقات دودة الشمع وكذلك سرعة إصابة اليرقات الضعيفة والمتأذية. إن النتائج التي تم الحصول عليها من خلال هذه الدراسة تؤكد حدوث الفطريات الممرضة للحشرات في الترب الطبيعية والزراعية في محافظة ريف دمشق بنسبة مرتفعة كما تؤكد تنوع هذه الفطريات فقد تم عزل عدة أنواع فطرية معروفة بأنها فطور ممرضة للحشرات تتبع كل من الأجناس *Beauveria*، *Paecilomyces*، *Metarhizium*، *Lecanicillium* إضافة إلى الأنواع التي تتبع لكل من الأجناس *Fusarium*، *Aspergillus*، *Mucor*، *Penicillium* والمسجلة على الحشرات في عدة دراسات

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أخرى سابقة. كما أظهرت نتائج اختبارات الأمراض الأولية أن الأنواع الممرضة للحشرات سببت نسبة قتل مرتفعة لحشرة الاختبار (دودة الشمع الكبرى) وتعد هذه النتائج إيجابية وتشكل قاعدة حول اختبار فعالية الأنواع والعزلات الأكثر ضراوة ضد آفات زراعية خطيرة تبدي الآن مقاومة عالية للمبيدات في سبيل إمكانية تطويرها واستخدامها كعنصر فعال في مكافحة الحيوية للآفات.

الجدول رقم (12): نتائج اختبارات الأمراض الأولية للفطور المعزولة على العمر اليرقي الرابع لحشرة دودة الشمع الكبرى (عدد يرقات المكررات 9)

نسبة الموت %	الزمن بعد العدوى/ يوم	عدد العزلات	الفطر
0	7	0	الشاهد
33.4	8	3	<i>Acremonium sp.</i>
55.6	7	6	<i>Aspergillus sp.</i>
77.6	7	2	<i>A. fumigatus</i>
66.7	7	5	<i>A. flavus</i>
57.6	7	4	<i>A. niger</i>
100	3-2	27	<i>B. bassiana</i>
100-88.9	5-4	3	<i>B. brongniartii</i>
55.6-33.4	8-7	3	<i>Cladosporium sp</i>
83.3	7	4	<i>F. solani</i>
77.8	6	1	<i>F. oxysporum</i>
100-44.4	5-4	7	<i>L. muscarium</i>
88.9-44.4	6-5	5	<i>M. anisopliae</i>
22.7	9	5	<i>Mucor spp</i>
100-77.8	4-3	7	<i>P. fumosoroseus</i>
55.6-11.1	8	5	<i>Penicillium sp</i>
77.8-22.2	8-5	6	<i>P. notatum</i>
44.4-11.1	9-7	6	<i>Rhizopus sp</i>
66.7	8	1	<i>V. licanii</i>

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-3-2. تأثير تركيز المعلق البوغي 1×10^6 بوغ/مل في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي.

يوضح الجدول رقم (13) تأثير تركيز معلق بوغي لأربعة أنواع من الفطريات الممرضة للحشرات *B. bassiana*، *P. fumosoroseus*، *L. muscarium*، *M. anisopliae* في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي، عند التركيز 1×10^6 بوغ / مل.

3-3-2-1. التأثير في اليرقات حديثة الفقس:

تفوق الفطر *B. bassiana* على باقي الفطريات في التأثير على طور اليرقات حديثة الفقس المختبرة، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 43.21% لليرقات حديثة الفقس بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر *P. fumosoroseus* تسببت العزلة KGF.2 بموت اليرقات حديثة الفقس بنسبة 35.80%. بينما في الفطر *L. muscarium* تسببت العزلة BSGF.2 بنسبة موت بلغت 28.56%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر *M. anisopliae* حيث سببت العزلة MPT.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 23.09%. وكانت أقل نسبة موت 17.68% في اليرقات حديثة الفقس ناتجة عن العزلة SK.2 في الفطر نفسه.

3-3-2-2. التأثير في العمر اليرقي الثاني:

تفوق الفطر *B. bassiana* على باقي الفطريات في التأثير على يرقات العمر الثاني المختبرة، وتسببت العزلة BS.5 بنسبة موت بلغت 35.80% ليرقات العمر الثاني بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر *P. fumosoroseus* تسببت العزلة KTB.2 بموت اليرقات بنسبة 29.93%. بينما في الفطر *L. muscarium* تسببت العزلة SAZ.1 بنسبة موت بلغت 24.69%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر *M. anisopliae* حيث سببت العزلة MPT.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 13.67%. وكانت أقل نسبة موت 10.30% في اليرقات ناتجة عن العزلة BNR.1 في الفطر نفسه.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-2-3-3. التأثير في العذاري:

تفوق الفطر *B. bassiana* على باقي الفطريات في التأثير على طور العذراء، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 28.52% للعذاري بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر *P. fumosoroseus* تسببت العزلة KTB.2 بموت العذاري بنسبة 20.19%. بينما في الفطر *L. muscarium* تسببت العزلة SAZ.1 بنسبة موت بلغت 13.53%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر *M. anisopliae* حيث سببت العزلة SK.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 8.32%. وكانت أقل نسبة موت 6.17% في العذاري ناتجة عن العزلة MPT.2 في الفطر نفسه.

الجدول (13). النسبة المئوية للموت (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة من حفار ساق الذرة الأوروبي المعاملة بتركيز 1×10^6 بوغ / مل من عزلات فطريات مختلفة .

العذاري	يرقات العمر الثاني	يرقات حديثة الفقس	العزلة	نوع الفطر	التركيز
(المتوسط ± الخطأ المعياري)					
a 1.30 ± 28.52	ab 4.45 ± 34.57	a 3.27 ± 43.21	KA.1	<i>B. bassiana</i>	1×10 ⁶ بوغ / مل Conidia/mL
ab 1.61 ± 20.12	a 2.47 ± 35.80	a 4.45 ± 41.97	BS.5		
b 3.95 ± 18.77	abcde 5.66 ± 25.92	a 2.14 ± 40.74	SA.3		
c 1.27± 7.07	def 2.47± 16.05	bcd 0.41± 28.56	BSGF.2	<i>L. muscarium</i>	
bc 0.33± 13.53	abcde 1.51± 24.69	bcd 2.38± 27.47	SAZ.1		
c 1.01± 9.27	bcdef 2.47± 20.99	bcd 1.70± 25.90	SAB.3		
c 0.93 ± 6.17	ef 0.68 ± 13.67	cd 3.26 ± 23.09	MPT.2	<i>M. anisopliae</i>	
c 1.16 ± 8.32	ef 1.53 ± 12.60	d 3.56 ± 17.68	SK.2		
c 1.39 ± 6.67	f 1.25 ±10.30	d 0.68 ±19.20	BNR.1		
ab 4.73 ± 20.19	abcd 1.67± 29.93	abc 4.45± 34.57	KTB.2	<i>P. fumosoroseus</i>	
bc 2.56 ± 14.70	bcdef 1.12± 21.17	ab 2.47± 35.80	KGF.2		
bc 0.67 ± 13.67	cdef 3.01± 20.67	bcd 3.78 ± 28.81	BSB.3		
8.55	13.70	11.86		أقل فرق معنوي L.S.D	

الأحرف الصغيرة المتشابهة تشير إلى عدم وجود فرق معنوي بين العزلات المختلفة عند مستوى 1%

الأحرف الكبيرة المتشابهة تشير إلى عدم وجود فرق معنوي في تأثير العزلة على الأطوار المختلفة للحشرة عند مستوى 1%

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-3-3. تأثير تركيز المعلق البوغي 1×10^7 بوغ / مل في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي.

يوضح الجدول رقم (14) تأثير تركيز معلق بوغي لأربعة أنواع من الفطريات الممرضة للحشرات B. bassiana في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي، عند التركيز 1×10^7 بوغ / مل.

3-3-3-1. التأثير في اليرقات حديثة الفقس:

تفوق الفطر B. bassiana على باقي الفطريات في التأثير على طور اليرقات حديثة الفقس المختبرة، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 65.43% لليرقات حديثة الفقس بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر P. fumosoroseus تسببت العزلة KGF.2 بموت اليرقات حديثة الفقس بنسبة 56.19%. بينما في الفطر L. muscarium تسببت العزلة SAB.3 نسبة موت بلغت 45.68%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر M. anisopliae حيث سببت العزلة MPT.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 29.85%. وكانت أقل نسبة موت 26.18% في اليرقات حديثة الفقس ناتجة عن العزلة SK.2 في الفطر نفسه.

3-3-3-2. التأثير في العمر اليرقي الثاني:

تفوق الفطر B. bassiana على باقي الفطريات في التأثير على يرقات العمر الثاني المختبرة، وتسببت العزلة BS.5 بنسبة موت بلغت 37.04% ليرقات العمر الثاني بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر P. fumosoroseus تسببت العزلة KGF.2 بموت اليرقات بنسبة 31.77%. بينما في الفطر L. muscarium تسببت العزلة SAZ.1 نسبة موت بلغت 28.13%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر M. anisopliae حيث سببت العزلة BNR.1 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 18.23%. وكانت أقل نسبة موت 14.43% في اليرقات ناتجة عن العزلة SK.2 في الفطر نفسه.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-3-3. التأثير في العذاري:

تفوق الفطر *B. bassiana* على باقي الفطريات في التأثير على طور العذراء، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 23.46% للعذاري بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر *P. fumosoroseus* تسببت العزلة KTB.2 بموت العذاري بنسبة 20.89%. بينما في الفطر *L. muscarium* تسببت العزلة BSGF.2 بنسبة موت بلغت 19.17%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر *M. anisopliae* حيث سببت العزلة BNR.1 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 13.20%. وكانت أقل نسبة موت 10.37% في العذاري ناتجة عن العزلة MPT.2 في الفطر نفسه.

الجدول رقم (14). النسبة المئوية للموت (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة من حفار ساق الذرة الأوروبي المُعاملة بتركيز 1×10^7 بوغ / مل من عزلات فطريات مختلفة .

التركيز	نوع الفطر	العزلة	يرقات حديثة الفقس	يرقات العمر الثاني	العذاري
(المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري)					
	<i>B. bassiana</i>	KA.1	a 6.17 $\pm$ 65.43	abc 3.70 $\pm$ 29.63	a 5.38 $\pm$ 23.46
		BS.5	a 1.23 $\pm$ 64.20	a 3.41 $\pm$ 37.04	b 1.23 $\pm$ 13.58
		SA.3	ab 3.27 $\pm$ 60.49	abc 2.47 $\pm$ 30.86	a 2.14 $\pm$ 14.81
1×10^7 بوغ / مل	<i>L. muscarium</i>	BSGF.2	d 3.27 $\pm$ 43.21	abcde 1.88 $\pm$ 25.73	a 2.48 $\pm$ 19.17
		SAZ.1	de 3.58 $\pm$ 39.70	abcd 3.59 $\pm$ 28.13	b 1.56 $\pm$ 11.20
		SAB.3	cd 1.23 $\pm$ 45.68	f 1.53 $\pm$ 12.67	b 1.78 $\pm$ 12.87
mL/Conidia	<i>M. anisopliae</i>	MPT.2	ef 4.78 $\pm$ 29.85	def 2.72 $\pm$ 16.30	b 0.84 $\pm$ 10.37
		SK.2	f 0.67 $\pm$ 26.18	ef 1.83 $\pm$ 14.43	b 0.68 $\pm$ 11.60
		BNR.1	ef 0.55 $\pm$ 28.57	cdef 1.72 $\pm$ 18.23	b 1.62 $\pm$ 13.20
	<i>P. fumosoroseus</i>	KTB.2	bcd 2.24 $\pm$ 51.63	abcd 3.51 $\pm$ 27.53	a 2.04 $\pm$ 20.89
		KGF.2	abc 2.93 $\pm$ 56.19	ab 2.62 $\pm$ 31.77	a 2.36 $\pm$ 15.23
		BSB.3	cd 2.12 $\pm$ 47.85	bcdef 1.90 $\pm$ 22.12	b 0.74 $\pm$ 10.30
L.S.D أقل فرق معنوي					
			12.35	13.02	9.02

المتوسطات في كل عمود والمرفقة بالحرف الصغير نفسه لا تختلف عن بعضها معنوياً (اختبار ONE-WAY ANOVA عند

مستوى 1 %).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-3-4. تأثير تركيز المعلق البوغي 1×10^8 بوغ / مل في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي.

يوضح الجدول رقم (15) تأثير تركيز معلق بوغي لأربعة أنواع من الفطريات الممرضة للحشرات B. bassiana، P. fumosoroseus، L. muscarium، M. anisopliae في الأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي، عند التركيز 1×10^8 بوغ / مل.

3-3-4-1. التأثير في اليرقات حديثة الفقس:

تفوق الفطر B. bassiana على باقي الفطريات في التأثير على طور اليرقات حديثة الفقس المختبرة، وتسببت العزلة BS.5 بنسبة موت بلغت 88.89% لليرقات حديثة الفقس بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر P. fumosoroseus تسببت العزلة KTB.2 بموت اليرقات حديثة الفقس بنسبة 76.19%. بينما في الفطر L. muscarium تسببت العزلة BSGF.2 نسبة موت بلغت 67.83%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر M. anisopliae حيث سببت العزلة MPT.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 45.98%. وكانت أقل نسبة موت 41.20% في اليرقات حديثة الفقس ناتجة عن العزلة BNR.1 في الفطر نفسه.

3-3-4-2. التأثير في العمر اليرقي الثاني:

تفوق الفطر B. bassiana على باقي الفطريات في التأثير على يرقات العمر الثاني المختبرة، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 43.21% ليرقات العمر الثاني بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر P. fumosoroseus تسببت العزلة BSB.3 بموت اليرقات بنسبة 44.41%. بينما في الفطر L. muscarium تسببت العزلة BSGF.2 نسبة موت بلغت 33.47%، وانخفضت نسبة التأثير في الفطر M. anisopliae حيث سببت العزلة MPT.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 23.47%. وكانت أقل نسبة موت 19.03% في اليرقات ناتجة عن العزلة BNR.1 في الفطر نفسه.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-3-4. التأثير في العذارى:

تفوق الفطر *B. bassiana* على باقي الفطريات في التأثير في طور العذراء، وتسببت العزلة KA.1 بنسبة موت بلغت 33.33% للعذارى بفروق معنوية مع باقي الأنواع الفطرية الأخرى. أما في الفطر *P. fumosoroseus* تسببت العزلة BSB.3 بموت العذارى بنسبة 35.60%. بينما في الفطر *L. muscarium* تسببت العزلة BSGF.2 بنسبة موت بلغت 21.90%، وانخفضت نسبة التأثير للفطر *M. anisopliae* حيث سببت العزلة MPT.2 أعلى نسبة موت من بين عزلات نفس النوع بلغت 14.30%. وكانت أقل نسبة موت 12.47% في العذارى ناتجة عن العزلة SK.2 في الفطر نفسه.

الجدول رقم (15). النسبة المئوية للموت (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة من حفار ساق الذرة الأوروبي المعاملة بتركيز 1×10^8 بوغ / مل من عزلات فطريات مختلفة .

التركيز	نوع الفطر	العزلة	يرقات حديثة الفقس	يرقات العمر الثاني	العذارى
(المتوسط ± الخطأ المعياري)					
1×10 ⁸ بوغ / مل mL/Conidia	<i>B. bassiana</i>	KA.1	a 3.27 ± 82.72	ab 2.47 ± 43.21	a 3.14 ± 33.33
		BS.5	a 2.14 ± 88.89	abcd 2.14 ± 33.33	b 1.23 ± 24.69
		SA.3	bc 4.45 ± 69.13	de 1.23 ± 24.69	e 1.25 ± 12.34
	<i>L. muscarium</i>	BSGF.2	bc 3.92 ± 67.83	abcd 3.10 ± 33.47	bc 0.60 ± 21.90
		SAZ.1	c 3.51 ± 65.26	cde 1.31 ± 29.07	cde 1.27 ± 18.30
		SAB.3	bc 1.81 ± 66.13	bcd 1.28 ± 31.30	de 1.13 ± 15.23
	<i>M. anisopliae</i>	MPT.2	d 0.43 ± 45.98	de 0.56 ± 23.47	e 0.87 ± 14.30
		SK.2	d 2.19 ± 45.53	de 3.67 ± 22.07	e 1.10 ± 12.47
		BNR.1	d 0.50 ±41.20	e 2.26 ± 19.03	e 1.76 ± 13.60
	<i>P. fumosoroseus</i>	KTB.2	b 1.59 ± 76.19	cd 4.82 ± 31.22	bcd 1.83 ± 20.67
		KGF.2	bc 2.89 ± 72.02	abc 0.98 ± 40.60	a 2.14 ± 32.37
		BSB.3	bc 1.85 ± 75.63	a 0.77 ± 44.41	a 2.31 ± 35.60
L.S.D أقل فرق معنوي					
6.17 11.94 10.56					

المتوسطات في كل عمود والمرفقة بالحرف الصغير نفسه لا تختلف عن بعضها معنوياً (اختبار ONE-WAY ANOVA عند

مستوى 1 %).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أظهرت كافة العزلات المستخدمة قدرة إمراضية للأطوار المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي، إلا أن شدة الإمراضية اختلفت تبعاً لنوع الفطر وكذلك لعزلة الفطر المستخدمة، وهذا يتوافق مع ما أورده Hajek, (1997)، من أن الأنواع الفطرية المدروسة ذات مدى عوائل واسع، إلا أن العزلات المختلفة تؤثر فعلياً في مجال محدد من العوائل يختلف تبعاً للعزلة المستخدمة (Inglis et al., 2001)، حيث أكدت النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة أن عزلات الفطر المختلفة تتباين في شراستها تجاه أنواع معينة من الحشرات، يمكن للعائل الحشري تحت الظروف نفسها أن يكون مقاوماً لبعض عزلات الفطر الممرض غير أنه حساس لعزلات أخرى من الفطر الممرض ذاته (Haji et al., 2008; Todorova et al., 2002). وقد تمثل تأثير الفطر في اليرقات ببطء حركتها وامتناعها عن التغذية بسبب غزو ميسيليوم أو هيفا الفطر لأجزاء من جسمها وتميزت اليرقات المصابة برخاوة جسمها قبل الموت وتصلبها بعد الموت مقارنة مع أجسام اليرقات السليمة (العبيدي وزملاؤه، 2011). كما تُعزى سرعة حدوث الموت في التركيز العالي لآبواغ الفطر إلى كثافة الآبواغ المسؤولة عن اختراق جدار جسم جُليد (الجصائي، وزملاؤه 2011).

تُظهر النتائج اختلاف أطوار حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي في حساسيتها تجاه الفطريات المختبرة، بخاصة الفطر *B.bassiana*، حيث أبدت الأعمار اليرقية الأولى حساسية للفطر أعلى مقارنةً بالأطوار الأخرى، تلاها طور العذراء. لاحظ Asi et al., (2013)، عدم تساوي أطوار *S.litura* في حساسيتها للفطر *B. bassiana*، فكان البيض واليرقات هي الأكثر حساسية، بينما سجلت العذارى حساسية منخفضة.

تتطابق نتائجنا مع ما ذكره Bahar et al., (2011)، من خلال تأثير الفطر في اليرقات حديثة الفقس حيث ترتبط القدرة الإمراضية لبعض العزلات الفطرية ارتباطاً مباشراً بالمرحلة العمرية وأثبتت العزلات الفطرية أنها أكثر فاعلية على يرقات الأعمار الأولى من الأعمار الأخيرة في يرقات حرشفية الأجنحة.

إن لمرحلة نمو الحشرة دوراً مهماً في القدرة الإمراضية لـ EPF. كانت اليرقات الصغيرة (العمر الأول والثاني) أكثر عرضة للإصابة من اليرقات الأكبر سناً (العمر الثالث). عند تطبيق EPF، فقد كان معدل الموت 71.6% في اليرقات الأكبر سناً و 79.8% في اليرقات الصغيرة (Dannon et al., 2020).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

تبين الدراسات المختلفة بأن حساسية الأطوار المختلفة للحشرة للمرضات الفطرية يختلف تبعاً للفطر والحشرة، ففي بعض الحالات تكون الأطوار غير الكاملة أكثر حساسية من الكاملة وفي حالات أخرى نجد العكس، على سبيل المثال: اليرقات الفتية من حفار ساق الذرة الأوروبي *O. nubilalis* أكثر حساسية للفطر *B. bassiana* من اليرقات الأكبر عمراً، بالمقابل بالغات تربس الأزهار الغربي *Frankliniella occidentalis* كانت أكثر حساسية للفطر *V. lecanii* من الحوريات (Butt et al., 2001).

أوضحت النتائج أن نسب موت اليرقات حديثة الفقس تراوحت بين 17.68 و 88.89% تبعاً للعزلة المطبقة والتركيز المستخدم وهذا يتوافق مع ما أورده Faraji et al., (2013)، على نفس النوع الحشري، من أن نسب موت يرقات الأعمار الأولى المعاملة بعزلات مختلفة من الفطر *B. bassiana* تراوحت بين 11-99% تبعاً للعزلة والجرعة المستخدمة. اختلف تأثير الفطر نفسه على الأطوار المختلفة للحشرة، وبصورة عامة كانت أقوى العزلات شراسة (KA.1) للفطر *B. bassiana* وهذه العزلة مصدرها تربة محصول الذرة (أبو قاووق)، والتربة من النوع اللومي الطيني السليتي وكانت درجة الحموضة متعادلة مائلة للقلوية (8.09)، حيث تميزت هذه التربة بالتهوية الجيدة والمستوى المنخفض من المادة العضوية وتشبع غرويات التربة بالقواعد والقواعد الأرضية، وكان سبب ارتفاع القلوية بسبب زيادة نسبة كربونات الكالسيوم. ثم أتت العزلة (KTB.2) للفطر *P. fumosoroseus* المأخوذة من بساتين اللوزيات في موقع أبو قاووق، حيث تميزت التربة بنفس مواصفات التربة السابقة، وبعد ذلك العزلة (BSGF.2) من الفطر *L. muscarium* من بيت سابر، حيث أن الأرض بور، طينية سلتية، و pH مائل للقلوية (7.91)، ومحتوى المادة العضوية منخفض، وكانت العزلة (MPT.2) أقوى العزلات للفطر *M. anisopliae*، وهي عزلة مأخوذة من تربة حراج في بيت سابر، وتميزت تربة هذه العزلة بأنها لومية-طينية-سلتية، و pH مائل للقلوية (8)، ومحتوى المادة العضوية منخفض. اختلفت نتائجنا في هذه الدراسة عن نتائج Kotwal et al., (2012). من حيث pH المناسبة لنمو الفطريات الممرضة للحشرات، حيث تراوحت في هذه الدراسة بين 7.91-8.09، بينما في الدراسة المشار إليها تراوحت بين 4 و 5، بينما توافقت نتائجنا مع Chandra, Teja and Rahman, (2017)، من حيث أن العديد من الأنواع تحافظ على نشاطها عند درجة حموضة 9 أو

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أكثر والقليل ينمو عند درجة حموضة أكبر من 9. إن الأنزيمات المفترزة والتي تعد مهمة لشراسة العزلة الفطرية تتأثر أيضاً بدرجة الحموضة، وفي ذلك أشار Leger et al., (1998)، أن درجة الحموضة القلوية لكيوتيكل (جلد) الحشرة يؤدي إلى إفراز الأنزيمات مثل الكيتيناز والبروتياز والتي تساعد على تدهور الجلد مما يسمح باختراق الفطريات الممرضة للحشرات بشرة الحشرة، وبالتالي زيادة الشراسة للعزلة الممرضة. كما أن درجة الحموضة تؤثر على تسلسل الأنزيمات التي تُفرز بواسطة العزلة الممرضة للحشرات، وبالتالي التأثير على ضراوة وشراسة هذه العزلة (Leger et al., 1998). بصورة عامة هناك العديد من العوامل التي تؤثر على فعالية وشراسة الفطريات الممرضة للحشرات، منها المدى العائلي، والتوافق بين العائل والفطر الممرض، وكثافة الآفة، والطور الحساس من الآفة بالإضافة إلى عوامل البيئة غير الحيوية مثل خصائص التربة ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والاشعاع الشمسي (Abdul Qayyum et al., 2021).

3-4. دراسة بعض المقاييس البيئية للتنوع العددي للفطريات الممرضة للحشرات في مناطق الدراسة.

3-4-1. الثراء الكلي والوفرة النسبية للفطريات خلال موسمي الدراسة:

تبين النتائج الموضحة في الجدول (16) التقييم الإجمالي لفطريات التربة في مواقع الدراسة، فقد بلغ العدد الإجمالي لها 100 عزلة فطرية، مما يدل على وفرة وتنوع هذه العزلات الفطرية.

الجدول رقم (16): الأعداد الكلية لأنواع عزلات الفطر والوفرة النسبية وإجماليهما في مواقع الدراسة.

النوع	أبوقاوق	سسع	بيت سابر	حينة	العدد	%
<i>Acremonium sp</i>	–	2	1	–	3	3
<i>Aspergillus sp</i>	1	2	1	2	6	6
<i>A. flavus</i>	1	2	1	1	5	5
<i>A. fumigatus</i>	1	1	–	–	2	2
<i>A. niger</i>	1	1	1	1	4	4
<i>B. bassiana</i>	7	7	5	7	26	26
<i>B. brongniartii</i>	1	–	1	1	3	3

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3	3	1	–	2	–	<i>Cladosporium</i> sp
4	4	1	1	1	1	<i>F. solani</i>
1	1	–	1	–	–	<i>F. oxysporum</i>
7	7	1	2	3	1	<i>L. muscarium</i>
5	5	1	1	2	1	<i>M. anisopliae</i>
5	5	3	1	1	–	<i>Mucor</i> spp
7	7	2	1	2	2	<i>P.fumoso roseus</i>
5	5	2	1	1	1	<i>Penicillium</i> sp
6	6	1	1	2	2	<i>P. notatum</i>
6	6	2	2	1	1	<i>Rhizopus</i> sp
2	2	1	1	–	–	<i>V. lecanii</i>
	100	27	22	30	21	

يبين الجدول (16) اختلاف عدد العزلات الفطرية المسجلة خلال فترة الدراسة باختلاف الموقع، حيث كان أكبر عدد للعزلات الفطرية (30) عزلة في موقع سعسع، تلاه (27) عزلة في موقع حينة، ثم (22) عزلة في بيت سابر، وأخيراً (21) عزلة في موقع أبو قاووق.

سجل الفطر *B. bassiana* أكبر تعداد له بـ 26 عزلة وبوفرة نسبية بلغت 26% من مجموع العزلات الفطرية يتبعه الفطريات *L. muscarium*، *P. fumoso roseus*، بـ 7 عزلات لكل فطر بوفرة نسبية بلغت 7%. وهذه تمثل أكثر الأنواع انتشاراً في مواقع الدراسة.

تختلف نتائج دراستنا عن نتائج الدراسة التي أجريت في الهند من حيث الأنواع المسجلة، والسيادة النسبية، حيث كان النوع السائد في الدراسة الهندية الفطر *Conidiobolus coronatus* بنسبة 31.4%، ثم *F. semitectum* و *Mucor flavus* بنسبة 10%، تلاه *F. solani*، *A. niger*، *Sporodiniella umbellata* بنسبة 7.1% لكل منها، ثم *Nectria ventricosa* بنسبة 5.7%، *Gliocladium viride* 2.9% و *F. oxysporum* بنسبة 2.8% (Ali-Shtayeh et al., 2002).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أوضحت نتائج الدراسة أن الفطر *B. bassiana* لديه أعلى معدل حدوث وتتنطبق هذه النتيجة مع دراسة أجراها Sun and Lui (2008) حصل على 25 نوعاً من الفطريات الممرضة للحشرات في تربة المحاصيل الحقلية، وكان الفطر *B. bassiana* أعلاها تردداً بنسبة 17.02% تلاه الفطر *M. anisopliae* بنسبة (7.45%)، وجد Quesada-Moraga et al., (2007) أن النوع *B. bassiana* هو الأكثر شيوعاً في بلدان حوض المتوسط حيث يتلاءم بشكل أفضل مع المناخ الأكثر دفئاً واعتبرت الأنواع الأخرى التابعة للأجناس *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium* فطور انتهازية تؤدي لإصابة الحشرات وموتها. كما ذكر أحمد وزملاؤه، (2011) أن عزلات أنواع الجنس *Beauveria* الأكثر تردداً حيث بلغت نسبة تردها 45% من المجموع الكلي للعزلات عندما تم الكشف عن وجود الفطريات الممرضة للحشرات في عينات تربة مأخوذة من نظامين بيئيين مختلفين (طبيعي وزراعي) في محافظة اللاذقية.

3-4-2. دليل سيادة النوع: Dominance Index

كان هناك تأثير للمنطقة على وجود ودليل سيادة النوع، حيث نجد من الجدول (17) عدم وجود بعض الفطريات في بعض مناطق الدراسة، حيث أن النوع *Acremonium sp* لم يتواجد في موقعي أبوقاوق وحينة، ولم يتواجد الفطر *A. fumigatus* في موقعي بيت سابر وحينة، والفطر *B. brongniartii* لم يتواجد في موقع سعسع، وغاب الفطر *Cladosporium sp* في موقعي أبو قاووق وبيت سابر، وتواجد الفطر *F. oxysporum* فقط في بيت سابر، لم يسجل تواجد للفطر *Mucor spp* في أبوقاوق.

ومع هذا كان سجل الفطر الممرض *B. bassiana* سيادة بلغت 33.32، 23.33 و 22.72 و 25.92 في ابو قاووق، سعسع، بيت سابر وحينة على التوالي، كان الفطر *Acremonium sp* سائداً في سعسع (6.66) وأقل سيادة في بيت سابر (4.54)، أما الفطر *A. flavus* فقد كان سائداً في سعسع (6.66) وأقل سيادة في أبو قاووق (4.76) وبيت سابر (4.54) وحينة (3.70)، أما الفطر *A. fumigatus* أقل سيادة في منطقتي أبو قاووق (4.67) وسعسع (3.33)، وكان الفطر *A. niger* أقل سيادة في مناطق الدراسة الأربع بواقع (4.76 و 3.33

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

و4.54 و3.70) في أبوقاوق وسعسع وبيت سابر وحنة على التوالي. أما الفطر *B. brongniartii* فقد كان قليل السيادة في أبوقاوق وبيت سابر وحنة وبواقع (4.67، و4.54 و3.7) على التوالي، كان الفطر *F. solani* أقل سيادة في مواقع الدراسة الأربع الجدول (17) والفطر *F. oxysporum* المتواجد فقط في بيت سابر أقل سيادة، واختلفت سيادة الفطر *L. muscarium* باختلاف موقع الدراسة، والفطر *M. anisopliae* كان سائداً في سعسع وأقل سيادة في المواقع الأخرى، و *Penicillium sp.* كان سائداً في حنة وأقل سيادة في المواقع الأخرى، و *Mucor spp* كان أكثر سيادة في حنة، *P. fumosoroseus* كان أقل سيادة في بيت سابر، وسائداً في المواقع الأخرى، أما *P. notatum* فقد كان سائداً في أبوقاوق وسعسع وأقل سيادة في الموقعين الآخرين، و *Rhizopus sp* كان سائداً في بيت سابر وحنة وأقل سيادة في أبو قاووق وسعسع، وأخيراً *V. lecanii* كان أقل سيادة في بيت سابر وحنة.

الجدول رقم (17): نتائج سيادة الأنواع في مواقع الدراسة

النوع	أبو قاووق	سعسع	بيت سابر	حنة
<i>Acremonium sp</i>	0	D -6.66	sd -4.54	-
<i>Aspergillus sp</i>	sd -4.76	D -6.66	sd -4.54	D -7.40
<i>A. flavus</i>	sd -4.76	D -6.66	sd -4.54	sd -3.70
<i>A. fumigatus</i>	sd-4.67	sd -3.33	-	-
<i>A. niger</i>	sd -4.76	sd -3.33	sd -4.54	sd -3.70
<i>B. bassiana</i>	E- 33.32	E -23.33	E-22.72	E- 25.92
<i>B. brongniartii</i>	sd -4.76	-	sd -4.54	sd -3.70
<i>Cladosporium sp</i>	0	D -6.66	-	sd -3.70
<i>F. solani</i>	sd-4.76	sd -3.33	sd -4.54	sd -3.70
<i>F. oxysporum</i>	0	-	sd -4.54	-
<i>L. muscarium</i>	sd -4.76	E -10	D -9.09	sd -3.70

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

sd -3.70	sd -4.54	D -6.66	sd -4.76	<i>M. anisopliae</i>
E- 11.11	sd -4.54	sd -3.33	0	<i>Mucor spp</i>
D -7.40	sd -4.54	D -6.66	D -9.52	<i>P.fumoso roseus</i>
D -7.40	sd -4.54	sd -3.33	sd -4.76	<i>Penicillium sp.</i>
sd -3.70	sd -4.54	D -6.66	D -9.52	<i>P. notatum</i>
D -7.40	D -9.09	sd -3.33	sd -4.76	<i>Rhizopus sp</i>
sd -3.70	sd -4.54	-	-	<i>V. lecanii</i>
27	22	30	21	

يبين الجدول السابق أن عدد العزلات الأكثر سيادة في المواقع المختلفة عزلة في أبو قاووق، وعزلتان في سعسع، وعزلة واحدة في بيت سابر وعزلتان في حينة، وكانت 10 عزلات أقل سيادة في أبو قاووق، و6 عزلات في سعسع، و13 عزلة في بيت سابر و9 عزلات في حينة.

وكان للخصائص البيئية والتربة مساهمة أكبر في ثراء الأنواع الفطرية الممرضة للحشرات. بيّن Zahid et al., (2020)، أن توزع وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات مرتبط بتوزع وتنوع الغطاء النباتي وليس فقط على نوع التربة والظروف البيئية السائدة. حيث يتأثر تنوع وتوزع مجتمعات الفطريات الممرضة للحشرات بالزراعات المختلفة (Trizelia et al., 2015).

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

3-4-3. دليل شانون - وينر للتنوع: Shannon-Wiener diversity index(H):

يبين الجدول (18). قيم دلالات التنوع في مواقع الدراسة المختلفة

الجدول رقم (18): دليل شانون - وينر للتنوع (H) بين أنواع عزلات الفطر في مواقع الدراسة المختلفة

الموقع	أبو قاووق	سعسع	بيت سابر	حينة
معامل شانون - وينر (H)	2.49	2.67	3.96	4.32
عدد الأنواع	13	15	16	15
مجموع أعداد أفراد الأنواع كلها	21	30	22	27

نلاحظ من الجدول (18) أن منطقة أبو قاووق هي الأقل تنوعاً (2.49)، ثم سعسع (2.67)، ومن ثم بيت سابر (3.96)، وكانت منطقة حينة هي الأكثر تنوعاً (4.32)، قد يكون هذا بسبب الاختلافات في درجة الحرارة والرطوبة وظروف التربة (المادة العضوية و pH) ويدعم هذه النتيجة ما توصل إليه Abdelghany (2015)، الذي لاحظ أن زيادة المادة العضوية ساعدت على العدوى بالفطريات الممرضة، بالإضافة للرطوبة اللازمة لإنبات الفطريات (Sharma et al., 2021).

3-4-4. دليل سورنسون للتشابه: Sorensen index:

يبين الجدول (19) قيم دليل سورنسون للتشابه في مواقع الدراسة الأربعة

الجدول رقم (19): دليل سورنسون للتشابه (SQ) بين أنواع العزلات الفطرية في مواقع الدراسة

الموقع	أبو قاووق	سعسع	بيت سابر	حينة
أبو قاووق		0.87	0.83	0.86
سعسع			0.84	0.87
بيت سابر				0.91
حينة				

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

اختلف دليل سورنسون للتشابه بين المواقع الأربعة، وكان أعلى قيمة لهذا الدليل 0.91 بين موقعي بيت سابر وحنة، حيث تميزت المنطقتان بأعلى قيم للتنوع الحيوي، وكان أقل قيمة لدليل سورنسون للتشابه 0.83 بين موقعي أبو قاووق وبيت سابر، حيث اتصف موقع أبو قاووق بأقل نسبة لتنوع الفطريات الممرضة للحشرات المعزولة من تربة المنطقة. بين Houston et al., (1998)، أن التشابه الكبير في المجتمع الفطري في الترب يكون أكثر في التربة التي لها نفس رطوبة التربة والمواد العضوية ودرجة الحموضة والتوصيل الكهربائي.

3-5. دراسة تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والغطاء النباتي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة.

3-5-1. الخصائص الفيزيائية

3-5-1-1. نسيج التربة (القوام):

تبين نتائج تحليل التربة الموضحة في الجدول (20) وجود ثلاثة أنواع من الترب في مناطق الدراسة، وأن الترب المدروسة متوسطة القوام بشكل عام حيث يتراوح القوام بين اللومي الطيني السلتي (SCL) والطيني السلتي (SC) واللومي (L) وذلك وفق مثلث القوام الأمريكي USDA-Soil Survey Division Staff (USDA, 2017). توزعت هذه الأنواع على المواقع حيث كانت طينية سلتية على مستوى المواقع 3، 7، 23، 26 وتربة لومية طينية بالموقع 22، وتربة لومية طينية سلتية على مستوى بقية المواقع. إن محتوى التربة من الرمل كان مرتفعاً في أغلب المواقع وكان أعلاها في المواقع 12، 14، حيث بلغت نسبته 54.78 %، 54.73 % على التوالي في منطقة أبو قاووق، ثم في منطقة حينة في الموقع 2 فقد بلغت نسبته 52.35 %، تلتها منطقة سعسع في الموقع 18 فقد بلغت نسبته 51.35 %. وارتفعت نسبة الطين في بيت سابر في ترب المواقع 7، 3، 23، 26 حيث بلغت نسبته 39.81 %، 39.68 %، 39.21 %، 36.87 % على التوالي. كانت أعلى نسبة للسلت في منطقة حينة في الموقع 21 حيث بلغت نسبته 27.88 %.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

يعود هذا الاختلاف في نسب التركيب الحبيبي بين المواقع المدروسة إلى الاختلاف في طبيعة الصخرة الأم من جهة وإلى نوع الغطاء النباتي وكميات الهطول التي تلعب دوراً هاماً في طبيعة العمليات البيولوجية من جهة

أخرى (Jacobs, 1998; Nkongolo and Plassmeyer, 2010).

الجدول رقم (20): الخصائص الفيزيائية للتربة (القوام).

الموقع	رقم العينة	العمق (سم)	الرمل %	السلت %	الطين %	القوام
أبو قاووق	25	25-0	50.93	20.09	28.98	لومي طيني سلتني
	29		48.38	22.63	28.99	لومي طيني سلتني
	9		46.30	22.68	31.02	لومي طيني سلتني
	14		54.73	19.26	26.01	لومي طيني سلتني
	17		49.60	18.83	31.57	لومي طيني سلتني
	24		47.44	26.42	26.14	لومي طيني سلتني
	12		54.78	25.13	20.09	لومي طيني سلتني
بيت سابر	3	25-0	48.62	11.70	39.68	طيني سلتني
	4		48.86	19.58	31.56	لومي طيني سلتني
	5		45.63	20.11	34.26	لومي طيني سلتني
	6		45.50	22.95	31.55	لومي طيني سلتني
	7		45.64	14.55	39.81	طيني سلتني
	23		45.73	15.06	39.21	طيني سلتني
	26		48.77	14.36	36.87	طيني سلتني
	30		46.52	24.81	28.67	لومي طيني سلتني
سعسع	10	25 - 0	45.72	25.54	28.74	لومي طيني سلتني
	13		50.01	24.58	25.41	لومي طيني سلتني

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

لومي طيني سلتلي	SCL	33.16	17.49	49.35		15	
لومي طيني سلتلي	SCL	32.49	21.08	46.43		16	
لومي طيني سلتلي	SCL	31.10	17.55	51.35		18	
لومي طيني سلتلي	SCL	26.60	27.91	45.49		19	
لومي طيني سلتلي	SCL	34.26	19.66	46.09		27	
لومي طيني سلتلي	SCL	31.83	22.54	45.63		28	
لومي طيني سلتلي	SCL	29.05	19.77	51.18	25 - 0	1	حينة
لومي طيني سلتلي	SCL	27.00	20.65	52.35		2	
لومي طيني سلتلي	SCL	27.05	23.19	49.77		8	
لومي طيني سلتلي	SCL	32.06	20.44	47.51		11	
لومي طيني سلتلي	SCL	28.89	22.48	48.63		20	
لومي طيني سلتلي	SCL	23.99	27.88	48.14		21	
لومي طيني	CL	29.49	26.42	44.09		22	

3-5-2. الخصائص الكيميائية:

3-5-2-1. درجة الحموضة pH

بينت النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول (21) على وجود زيادة في قلوية التربة، حيث وصلت قيم الـ pH نحو 8.2 في عدة مواقع، ويعزى ذلك إلى زيادة نسبة كربونات الكالسيوم بالإضافة إلى تشبع غرويات التربة بالقواعد والقواعد الأرضية وانخفاض محتوى التربة من المادة العضوية (Bruce and Rayment, 1982).

3-5-2-2. الناقلية الكهربائية EC:

توضح النتائج في الجدول (21) قيم الناقلية الكهربائية في ترب المواقع المدروسة والتي تبين محتوى الترب من الأملاح، نلاحظ من قيم قياس EC أن الترب غير مالحة باستثناء الموقع 18 في سعسع فكانت التربة خفيفة

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الملوحة بلغت قيمتها 0.73 ديسيمنز م⁻¹ ، والموقع 20 في حينة فكانت التربة متملحة حيث بلغت 2.05

ديسيمنز م⁻¹ (FAO, 2007) وغالباً يعود ذلك إلى التسميد الفائض (Sun et al., 2018).

الجدول رقم (21): الخصائص الكيميائية لتربة المواقع المدروسة

الموقع	رقم العينة	العمق (سم)	pH (1:2.5)	EC (1:5) (dS. m ⁻¹)	OM (%)
أبو قاووق	25	25-0	8.27	0.24	1.70
	29		8.09	0.22	0.86
	9		7.92	0.47	0.81
	14		7.91	1.10	1.47
	17		7.69	0.29	3.65
	24		8.13	0.26	1.38
	12		7.86	0.20	1.21
بيت سابر	3	25-0	7.72	0.35	1.84
	4		8.11	0.31	1.11
	5		8.11	0.33	1.92
	6		8.13	0.34	0.84
	7		7.91	0.39	1.22
	23		7.97	0.25	1.25
	26		8.28	0.38	1.19
	30		8.14	0.36	0.69
سعسع	10	25 - 0	7.78	0.28	1.41

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

0.83	0.43	7.87		13	
1.18	0.27	7.75		15	
0.95	0.33	7.94		16	
0.90	0.73	7.92		18	
0.64	0.28	7.64		19	
1.14	0.34	8.00		27	
1.19	0.26	7.96		28	
1.79	0.29	7.98	25 - 0	1	حينة
0.59	0.21	8.00		2	
0.84	0.35	8.10		8	
0.74	0.44	8.07		11	
1.45	2.05	8.13		20	
3.29	0.30	7.80		21	
1.53	0.37	8.23		22	

3-5-2-3. المادة العضوية:

تبين النتائج في الجدول (21) توزيع محتوى ترب مواقع الدراسة من المادة العضوية والتي أظهرت بشكل عام أن هناك انخفاضاً في المحتوى العضوي فيها والذي يتراوح بين المنخفض جداً (0.70-1%) والمنخفض (1-1.70%) ويعزى سبب هذا الانخفاض إلى قلة الغطاء النباتي وانخفاض كميات الهطول المطري، وانخفاض نشاط المنظومة الجذرية للنباتات السائدة فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة والتي تؤدي إلى سرعة أكسدة المادة العضوية وتحللها (العطب، 2008). مع ملاحظة انخفاض كمية المادة العضوية في التربة بشكل منتظم مع العمق (Charman and Roper, 2007). بينما كان عالٍ في كل من الموقع 17 التابع لمنطقة أبو قاووق حيث بلغت نسبة المادة العضوية 3.65%، والموقع 21 في منطقة حينة حيث بلغت نسبة المادة العضوية 3.29 %

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

ويعزى ذلك إلى زيادة في كمية المخلفات النباتية المتراكمة على سطح التربة ونشاط الكائنات الحية الدقيقة وبالتالي زيادة في كمية الدبال (Dey et al., 2020).

يبين الجدول (22) تحليل التباين للقيم المتوسطة لخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية بين المواقع الأربعة فالنسبة للخصائص الفيزيائية لم توجد فروق معنوية بين متوسطات مادة (سلت %) في المواقع الأربعة بينما كانت هنالك فروقات معنوية بين متوسط مادة (الرملة %) بين موقعي أبو قاووق وبيت سابر وبالنسبة لمادة (الطين %) فقد كانت الفروق معنوية بين متوسطات مادة (الطين %) في موقعي أبو قاووق وبيت سابر وموقعي أبو قاووق وحينه. أما بالنسبة لخصائص التربة الكيميائية لم توجد فروق معنوية في متوسطات pH (1:2.5) و EC (1:5) بين المواقع الأربعة بينما كان هنالك فروق معنوية بين متوسطات OM % في موقعي سوسع وحينه. الجدول رقم (22). متوسط خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية لأربع مواقع مختلفة.

العامل البيئي	أبو قاووق	بيت سابر	حينه	سوسع	L.S.D أقل فرق معنوي
(المتوسط ± الخطأ المعياري)					
خصائص التربة الفيزيائية					
رمل %	^b 1.28 ± 50.31	^a 0.56 ± 46.64	^{ab} 1.21 ± 47.63	^{ab} 0.91 ± 47.76	3.00
سلت %	^a 1.10 ± 22.15	^a 1.80 ± 18.39	^a 1.90 ± 18.66	^a 1.44 ± 21.54	4.65
طين %	^a 1.48 ± 27.54	^b 1.74 ± 34.96	^b 1.80 ± 33.71	^{ab} 1.27 ± 30.69	4.64
خصائص التربة الكيميائية					
pH (1:2.5)	^a 0.07 ± 7.92	^a 0.59 ± 8.01	^a 0.07 ± 7.96	^a 0.49 ± 7.87	0.18
EC (1:5)	^a 0.03 ± 0.30	^a 0.02 ± 0.33	^a 0.12 ± 0.43	^a 0.06 ± 0.38	0.20
OM %	^{ab} 0.16 ± 1.34	^{ab} 0.18 ± 1.27	^b 0.46 ± 1.78	^a 0.08 ± 0.98	0.76

المتوسطات في كل صف والمرفقة بالحرف الصغير نفسه لا تختلف عن بعضها معنوياً (اختبار ANOVA ONE-WAY عند مستوى احتمال 1

٪).

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

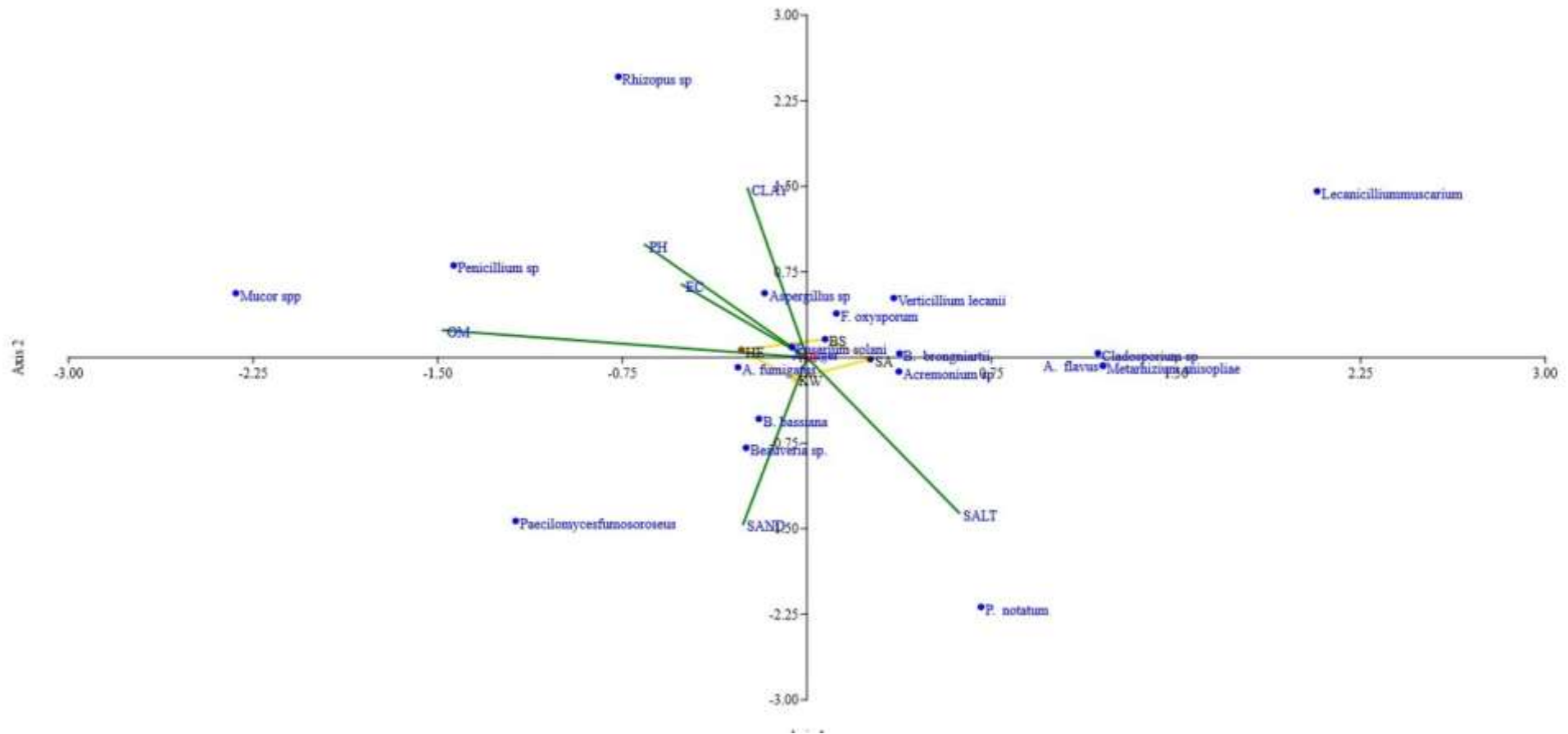
3-6. علاقات الارتباط بين الفطريات المسجلة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مناطق الدراسة،

يبين الشكل (5) علاقات الارتباط بين الفطريات المسجلة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مناطق الدراسة، حيث بينت الدراسة أن الفطر *L. muscarium* الموجود في بيت سابر، والفطريات *Rhizopus sp.*، *Pencillum sp.*، *Mucor spp* الموجودة في حينة، والفطر *P. fumosoroseus* في أبو قاووق، والفطر *P. notatum* في سعسع ليس لها أية علاقة ارتباط بالخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. بينت الدراسة التي أجريت في غابات Tha Kum-Huai Raeng وجود بعض فطريات التربة ليس لها أية علاقة بخواص التربة وهي: *Aspergillus niger*، *Leptographium sp.*، *Penicillium adametzi*، *Cunninghamella elegans*، *Geotrichum sp.* (Puangsombat et al., 2010).

بالنسبة لخصائص التربة الفيزيائية، كان هنا علاقة ارتباط بين النسبة المئوية للطين (Clay) والفطريات: *Aspergillus sp.* في حينة، *V. lecanii*، *F. oxysporum* في بيت سابر، وارتباط بين الرمل والفطريات *A. bassiana*، *fumigatus* في منطقة أبو قاووق، ولم يكن هناك علاقة ارتباط بين السلت والفطريات المسجلة في جميع مناطق الدراسة.

أما فيما يتعلق بخصائص التربة الكيميائية، لم يكن هناك علاقة ارتباط بين المادة العضوية والفطريات المسجلة في مناطق الدراسة المختلفة، بينما كان هناك علاقة ارتباط لنفس الفطريات للناقلية الكهربائية (EC) وحموضة التربة (pH) وهذه الفطريات هي: *F. solani* في حينة، و *B. brongniartii*، *Cladosporium sp.* في بيت سابر، والفطريات *A. flavus*، *Acremonium sp.* و *M. anisopliae* في سعسع.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)



الشكل (5): علاقات الارتباط بين الفطريات المسجلة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مناطق الدراسة.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

بينت الدراسة التي أجريت لدراسة تأثير الخواص الكيميائية في تواجد وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات في حقول الكرمة في البرتغال وجود أربع فطريات ممرضة للحشرات *Purpureocillium*, *B. bassiana*, *Clonostachys rosea* و *M. robertsii*, *lilacinum* كانت متأثرة بخصائص التربة الكيميائية. وكان تأثير *B. bassiana* بارتفاع حموضة التربة (pH) و H_2O وسلباً بارتفاع الفوسفور المتاح (P) وأيونات البوتاسيوم (K) القابلة للتبادل، علاوة على ذلك، فإن ارتفاع نسبة K المتوفرة أدى أيضاً إلى قمع *P. lilacinum* تم تثبيط *M. robertsii* عند محتوى أعلى من المادة العضوية، ومع ذلك، تشير المقارنات المتوسطة وتحليل المكونات الرئيسية إلى أن درجة الحموضة العالية للتربة وأيونات الكالسيوم القابلة للتبادل لهما تأثيرات متناقضة على ظهور EPF، حيث أنها تعزز *B. bassiana* وتمنع *M. robertsii* وبينت النتائج أن مبيدات الأعشاب لا تؤثر على وجود EPF (Sharma et al., 2021).

بينت الدراسة اختلاف تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية في فطريات التربة المسجلة باختلاف مناطق الدراسة واختلاف فطريات التربة المسجلة، فهناك فطريات تربة ترتبط بشكل إيجابي مع النسبة المئوية للطين، وفطريات ذات ارتباط إيجابي مع النسبة المئوية للرمل، ولم يكن هناك ارتباط إيجابي لكافة الفطريات في جميع مناطق الدراسة مع السلت. ومن هذا يمكن الاستنتاج أن هناك عوامل أخرى لها تأثير في فطريات التربة وخاصة محتوى التربة من الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم وهذا يتوافق مع Puangsombat et al., (2010).

بينت الدراسة عدم وجود تأثير للرطوبة الأرضية على فطريات التربة المسجلة، ووجود تأثير للناقلية الكهربائية ودرجة حموضة التربة في منطقتي بيت سابر وحينة، وهذا يعود لظروف حقلية أو لنوع المحاصيل التي تُزرع (Puangsombat et al., 2010).

بينت دراسة Živanov, (2017)، أن الفطريات الممرضة للحشرات في مناطق الدراسة المختلفة (تربة محاصيل، تربة حدائق، تربة غابات وتربة مروج) قد ارتبطت ارتباطاً إيجابياً بمحتوى المادة العضوية والرمل والطين، وبينت الدراسة أن أعلى تنوع للفطريات الممرضة للحشرات كانت في الأراضي الصالحة للزراعة، وأقلها في تربة المروج بسبب سوء التهوية والصرف الرديء.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

أشار Inglis *et al.*, (2001)، أن العوامل الجوية (ضوء الشمس ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وهطول الأمطار والرياح) من أهم العوامل المناخية التي تؤثر على فعالية EPF ضد الحشرات.

بينت الدراسات السابقة أن توزع وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات EPF في التربة يتأثر بشدة باختلاف عوامل التربة. التربة الجيدة في الحموضة، وذات المحتوى المنخفض من المواد العضوية كانت الأنسب وذات نسب عالية من الفطريات الممرضة للحشرات (Quesada Moraga *et al.*, 2007). بينت نتائج الدراسة التي أجريت لمسح الفطريات الممرضة للحشرات في مناطق زراعية مختلفة وتربة مختلفة، أن أكثر أنواع الفطريات الممرضة للحشرات كان *B. bassiana* (34%)، *F. oxysporum* (14%) و *M. anisopliae* (2%)، كان للعوامل غير الحيوية للتربة تأثير بنسبة 96% على الفطريات الممرضة لحشرات (Bueno-Pallero *et al.*, 2020). بينت الدراسات أهمية درجة الحرارة على فاعلية الفطريات الممرضة للحشرات، حيث بينت دراسة سابقة اختلاف فاعلية عزلات الفطريات الممرضة للحشرات بحسب منشأها، حيث أن الفطريات المعزولة من مناطق دافئة تعمل بشكل أفضل عند درجات الحرارة المرتفعة، والفطريات المعزولة من مناطق باردة تعمل بشكل أفضل عند درجات الحرارة المنخفضة (Inglis *et al.*, 2001). أيضاً بينت دراسة سابقة أهمية الأمطار في حدوث الأوبئة الناتجة عن الفطريات الممرضة للحشرات، حيث تساهم الأمطار في نقل الأبواغ من مكان الإصابة إلى مكان جديد (Inglis *et al.*, 2001)، ومع ذلك هناك آثار سلبية للأمطار الشديدة التي تقوم بغسل أبواغ الفطر الممرض للحشرات (Inyang *et al.*, 2000). كما تتأثر قدرة EPF على البقاء في الحقل بالإشعاع الشمسي. حيث يتم تثبيط الفعالية الحيوية للكونيديا بواسطة الأشعة فوق البنفسجية الشمسية بطول موجة (290-400 نانومتر) (Moore *et al.*, 1993)، ربما يكون سببه تلف الحمض النووي المميت والمطر. الأضرار الجسيمة الناجمة عن اختراق الأشعة فوق البنفسجية، يؤدي إلى تحلل الأغشية والعضيات السيتوبلازمية ويؤدي الضرر المباشر وغير المباشر للحمض النووي إلى تأخير الإنبات أو اكتمال تكوّن الأبواغ، مما يقلل من فعالية الفطريات الممرضة للحشرات (Rangel *et al.*, 2006). من المهم فهم ومعرفة العوامل البيئية المختلفة المرتبطة بالفطريات الممرضة للحشرات للحفاظ عليها واستخدامها في الإدارة المتكاملة للآفات.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

الاستنتاجات:

- 1- تم تسجيل 12 جنساً من الفطريات الممرضة للحشرات والتي من أهمها الجنس *Baeuveria*.
- 2- معظم الفطريات التي سُجلت في هذه الدراسة هي فطريات ممرضة للحشرات شائعة جداً في أنواع مختلفة من التربة الزراعية والطبيعية.
- 3- يختلف تواجد الفطريات الممرضة للحشرات باختلاف الموقع ونوع التربة.
- 4- كان موقع سعسع أكثر تنوعاً من المواقع الأخرى مما يتطلب التوسع في اجراء مسوحات مستقبلية في مناطق ومواقع أخرى.
- 5- تأثرت وفرة العزلات بشكل مباشر بالموقع الجغرافي وخصائص التربة ونوع المحصول والغطاء النباتي وسجل الفطر *B.bassiana* في جميع مواقع الدراسة.
- 6- أثرت العزلات الفطرية المختبرة على الأعمار اليرقية الأولى معنوياً مقارنةً بالأعمار الأخيرة وطور العذراء، وازدادت نسبة الموت مع ازدياد تركيز الأبواغ في المعلق البوغي للفطر.
- 7- اختلف قوام التربة بين المواقع المدروسة حيث تبين أن الترب المدروسة متوسطة القوام حيث تراوح القوام بين اللومي الطيني السلتي والطيني السلتي واللومي.
- 8- التربة القلوية هي الغالبة على معظم العينات الترابية المدروسة في مختلف المواقع.
- 9- هناك انخفاض واضح في محتوى الترب من المادة العضوية وتراوحت النسبة بين المنخفضة جداً والمنخفضة.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

المقترحات:

- اجراء مسح لمواقع جديدة للكشف عن عزلات فطرية ممرضة للحشرات.
- تعريف الفطريات التي تم الحصول عليها باستخدام تقانات البيولوجيا الجزيئية.
- اجراء تجارب حقلية للتحقق من فاعلية العزلات الفطرية التي تم الحصول عليها بالتوافق مع عناصر الادارة المتكاملة الأخرى.
- التوسع في دراسة تأثير العوامل البيئية والغطاء النباتي الطبيعي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات في المواقع المختلفة.
- دراسة تأثير الغطاء النباتي في تنوع وانتشار الفطريات الممرضة للحشرات.
- التوسع في استخدام مكافحة الحيوية للآفات المختلفة باستخدام الفطريات الممرضة للحشرات للتقليل قدر الامكان من التلوث البيئي الناتج عن استخدام المبيدات الكيميائية.
- العمل على انتاج مبيدات حيوية على أساس الفطريات الممرضة للحشرات.

الشديدي (حصرو تصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

المراجع العربية والأجنبية

- 1- أحمد، محمد. صباح المغربي و أمل حاج حسن. (2011). حصرو الفطريات الممرضة للحشرات في ترب نظم بيئية وزراعية مختلفة في محافظة اللاذقية. مجلة وقاية النبات العربية، 29(2): 171-178.
- 2- الجبوري، ابراهيم. (1999). تقويم فاعلية عزلتين من الفطر Beauveria bassiana في مكافحة بعض الآفات الحشرية والحلم. مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، مجلد (10) عدد 1.
- 3- الجصائي، راضي فاضل ومعن عبد العزيز الصالحي. (2011). التقويم المختبري لفعالية الفطر Baeuveria bassiana (Bals) Vuill في موت شغالات وجنود حشرة الأرضة عند درجات حرارة مختلفة. مجلة وقاية النبات العربية، 29:206-213.
- 4- المجموعة الاحصائية الزراعية. (2021). وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، دمشق، سورية.
- 5- العبيدي، شيمياء حميد وصالح حسن سمير. (2011). كفاءة الفطر Beauveria bassiana (Bals) Vuill في مكافحة الاحيائية لدودة ورق القطن Spodoptera littoralis (Boisd). مجلة وقاية النبات العربية، 82-77:29.
- 6- العطب، صالح مهدي سلطان. (2008). التغايير في خصائص التربة وتصنيفها لبعض مناطق محافظة البصرة. اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة البصرة .

1. Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal Economic Entomology, 18:265-267.
2. Abdel Rahman K., Marek B and Ludovit C. (2010). Effects of combining Beauveria bassiana and Nosema pyrausta on the mortality of Ostrinia nubilalis. Open Life Sciences 5(4): 472-480.
3. Abdelghany TM (2015). entomopathogenic fungi and their role in biological control. entomopathogenic fungi and their role in biological control (Vol.13).
4. Abdul Qayyum M., Huda B, Unsar N U; Habib A, Hasnain R, and Muhammad W. (2021). Factors Affecting the Epizootic of Entomopathogenic Fungi-A Review. J Biores Manag, 8(4): 78-85.
5. Agah-Manesh., H; Ali R; Fatemeh Y and Afrooz F. (2021). Potential of Ultrasound to Control Sesamia cretica (Lepidoptera: Noctuidae). EnvironEntomol.7;50(6):1393-1399.
6. Airaudi, D., and Marchisio, V.F. (1996). Fungal biodiversity in the air of Turin. Mycopathologia 136: 95-102.
7. Aktar W, Sengupta D, and Chowdhury A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdisc Toxicol, 2(1):1-12.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

8. Ali-Shtayeh M, S., Abdel-Basit, B. M. M and Jamous, R. M. (2002). **Distribution, occurrence and characterization of entomopathogenic fungi in agricultural soil in the Palestinian area.** Mycopathologia, 56(3):235-44.
9. Alghali, A.M., (1985). **Larval instars determination for Chilo partellus Swinhoe (Lepidoptera: Pyralidae) reared on sorghum.** Insect Science and its Application, 6(6):677-679.
10. Aung, O.M.; Soyong, K. and Hyde, K.D. (2008). **Diversity of entomopathogenic fungi in rainforests of Chiang Mai Province,** Thailand. Fungal Diversity, 30: 15-22, ISSN 1560-2745.
11. Asi, M.R., M.H. Bashir, M. Afzal, K. Zia, M. Akram. (2013). **Potential of Entomopathogenic Fungi for Biocontrol of Spodoptera litura Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae).** Journal of Animal and Plant Sciences, 23: 913–918.
12. Armitage, S. A. O, and Siva-Jothy, M. (2005). **Immune function responds to selection for cuticular colour in Tenebrio molitor.** Heredity, 94, 650-656.
13. Badii MH, Abreu JL. (2006). **Control biologicouna forma sustentable de control de plagas.** International Journal of Good Conscience, 1:82-89.
14. Badolato R. (1976). **Comparative characters for Sesamia nonagrioides (Lef., 1827) and S. cretica Led., 1857, in their various developmental stages. (Lep. Noctuidae).** Grpllsia, 32:265-277.
15. Bahar, M.H.; Backhouse, D.; Gregg, P.C.; Mensah, R. (2011). **Efficacy of a Cladosporium Sp. Fungus against Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae), Other Insect Pests and Beneficial Insects of Cotton.** Biocontrol Sci. Technol, 21, 1387–1397. [CrossRef] <https://doi.org/10.1080/09583157.2011.622036>
16. Baird R B. (1958). **The artificial control of insects by means of entomogenous fungi, a compilation of references with abstracts.** Nova Scotia, Canada: Canadian Agricultural Research Station, Kentville.
17. Balazy, S. (2004). **Significance of protected areas for the preservation of entomopathogenic fungi.** Kosmos, 53 (1): 5-16 (in Polish with abstract in English).
18. Barbulescu, A.; Popov, S.I. and Sabau, I. (2001). **The behavior of a Monsanto maize hybrid-Dekalb 512 bt to the attack by the European corn borer in Romania.** Rom. Agric. Res, 15, 65–73.
19. Bartels DW, and Hutchison WD. (1998). **Comparison of pheromone trap designs for monitoring Z-strain European corn borer (Lepidoptera: Crambidae).** J Economic Entomology, 91(6):1349-1354.
20. Batista, F.A. (1989). **Controle biológico e o manejo integrado de pragas.** Biológico, 55: 36-39.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

21. Bayram, A., Tonga, A. (2016). **First report of Chilo partellus in Turkey, a new invasive maize pest for Europe**. Journal of Applied Entomology, 140(3) 236-240.
22. Ben-Yakir, D., Chen, M., Sinev, S., and Seplyarsky, V. (2013). **Chilo partellus (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) a new invasive species in Palastina**. Journal of Applied Entomology, 137(5) 398-400.
23. Bažok, R; Ivan P; Maja Č; Helena V G; Darija L; Zrinka D; and Martina K B. (2020). **Weather Conditions and Maturity Group Impacts on the Infestation of First Generation European Corn Borers in Maize Hybrids in Croatia**. Plant–Insect Interactions. 9(10), 1387.
24. Behie SW, Zelisko PM, and Bidochka MJ. (2012). **Endophytic insect-parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants**. Science 336:1576–77.
25. Benz, G. (1987). **Environment**. In J. R. Fuxa & Y. Tanada (Eds.), Epizootiology of Insect Diseases (pp. 177e214). New York: WileyInterscience.
26. Bidochka, M J., Kasperski, J. E. and Wild, G. A. M. (1998). **“Occurrence of the entomopathogenic fungi Metarhizium anisopliae and Beauveria bassiana in soils from temperate and near-northern habitats”**. Canadian Journal of Botany, (76):1198-1204.
27. Bonhof, M.J., Overholt, W.A., Van Huis, A., and Polaszek, A., (1997). **Natural enemies of cereal stemborers in East Africa: a review**. Insect Science and its Application, 17(1):19-35.
28. Bolzan, A.; Padovez, F.E.O.; Nascimento, A.R.B.; Kaiser, I.S.; Lira, E.C.; Amaral, F.S.A.; Kanno, R.H.; Malaquias, J.B.; Omoto, C. (2019). **Selection and Characterization of the Inheritance of Resistance of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) to Chlorantraniliprole and Cross-Resistance to Other Diamide Insecticides**. Pest Manag. Sci, 75, 2682–2689. [CrossRef] <https://doi.org/10.1002/ps.5376>
29. Boomsma, J.; Jensen, A.; Meyling, N.; Eilenberg, J. (2014). **Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi**. Environmental Entomology, v.59, p.467-485.
30. Bosque-Pérez NA, and Mareck JH. (1990). **Distribution and species composition of Lepidopterous maize borers in southern Nigeria**. Bulletin of Entomological Research. 80(4):363-368.
31. Braga, G.U.L, Flint, S.D, Miller, C.D, Anderson, A.J, Roberts, D.W (2001). **Variability in response to UV-B among species and strains of Metarhizium isolated from sites at latitudes from 61 N to 54 S**. J Invertebr Pathol., 78: 98–108.
32. Bridge, P.D.; Clark, M.S. and Pearce D.A. (2005). **A new species of Paecilomyces isolated from the Antarctic pringtails Cryptopygus antarcticus**. Mycotaxon, 92:213-222, ISSN 0093-4666.
33. Bhattacharjee, N.S., (1971). **Studies on the maize and jowar stem borer, Chilo zonellus (Swinhoe)**. Entomologist, 104(1302-1303) 298-304.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

34. Bleszynski, S., (1970). A revision of the world species of Chilo Zincken (Lepidoptera: Pyralidae) [in which new species are described, Chilo argyrolepis (Hmps.) is considered a synonym of C. orichalcociliellus (Strand), C. venosatus Wlk. is considered a synonym of C. sacchariphagus sacchariphagus (Bojer), the other subspecies of C. sacchariphagus recognised being C. S. stramineellus (Caradja) and C. s. indicus (Kapur), and other changes are made]. Bulletin of the British Museum (Natural History), B. Entomology, 25(4) 101-195.
35. Bueno-Pallero F.A., Blanco-Pérez R., Vicente-Díez I., Rodríguez Martín J.A., Dionísio L., and Campos-Herrera R. (2020). Patterns of occurrence and activity of entomopathogenic fungi in the Algarve (Portugal) using different isolation methods. Insects. 2020;11:352. doi: 10.3390/insects11060352. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef].
36. Buee, M. M. Reich, C. Murat, E. Morin, R.H. Nilsson, S. Uroz, *et al.* (2009). 454 Pyrosequencing analyses of forest soils reveal an unexpectedly high fungal diversity New Phytol., 184, pp. 449-456
37. Bruce, R. C and Rayment, G. E. (1982). Analytical methods and interpretations used by the Agricultural Chemistry Branch for soil and land use surveys. Queensland Department of Primary Industries.
38. Butt, T.M, Wang, C, Shah, F.A, Hall, R. (2006). Degeneration of entomogenous fungi. In Eilenberg J, Hockkanen HMT. (Eds.), An Ecological and societal approach to Biological Control, 213-226.
39. Butt, T.M. Jackson, C. and Magan, N. (2001). Fungi as biocontrol agents progress, problems and potential. Biddles Ltd, UK, 390.
40. Capinera, J. L. (2005). European Corn Borer, Ostrinia nubilalis (Hubner) (Insecta: Lepidoptera: pyralidae). Article in EDIS· January 2005.
41. Castrillo L.A., M.H. Griggs and J.D. Vandenberg. (2004). Vegetative compatibility groups in indigenous and mass-released strains of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana: likelihood of recombination in the field. Journal of Invertebrate Pathology. [Volume 86, Issues 1–2](#), May–June, Pages 26-37.
42. Chakravarthy, A. Sridhara, S. (2016). Economic and ecological significance of arthropods in diversified ecosystems: sustaining regulatory mechanisms. Berlin, Germany: Springer; 2016.
43. Chandra Teja K. N. P. and S. J. Rahman. (2017). Effect of media pH on the growth of entomopathogenic fungi isolated from different rhizosphere soils. International Journal of Bioassays. 6.03: 5325-5327.
44. Charles, V. K. (1941). A preliminary checklist of the entomogenous fungi of North America. US Dep. Agric., Bur. Entomol. Plant Q., Insect Pest Surv. Bull, 21:707–785.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- 45.Charman, P. E. V. and Roper, M. M. (2007). **Soil organic matter: In ‘Soils-their properties and management.**
- 46.Cherry A. J., Banito A., Djegui D., Lomer C. (2004). **Suppression of the stem-borer *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize following seed dressing, topical application and stem injection with African isolates of *Beauveria bassiana*.** Int. J. Pest Manage. 50: 67–73.
- 47.Curto, G.M. (1996). **Efficacy of preparations based on *Bacillus thuringiensis* subspecies against *Ostrinia nubilalis* on industrial French beans.** Informatore Fitopatologico 46(12): 49-53.
- 48.Cory JS, and Ericsson JD (2009). **Fungal entomopathogens in a tritrophic context, in The Ecology of Fungal Entomopathogens.** Biocontrol, 75–88.
- 49.Cugala, D. Schulthess, F. Ogol and CPO, Omwega. (2006). **Assessment of the impact of natural enemies on stem borer infestation and yield loss in maize using selected insecticides in Mozambique.** Annual Society of Entomology France; 42(3-4):503-510.
- 50.Dannon, H.F, Dannon, A.E, Douro-Kpindou, O.K, Zinsou, A.V, Houndeté A.T, Toffa-Mehinto J, Elégbédé IATM, Olou BD and TAMÒ M. (2020). **Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management.** Journal of Cotton Research 3(1): 1-21. <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00061-5>.
- 51.De Hoog, G. S., and J. Guarro. (1995). **Atlas of clinical fungi.** Third edition.
- 52.Delgado PAM, Murcia-Ordoñez B. (2011). **Entomopathogenic fungi as an alternative for biological pest control.** Ambi-Agua, Taubaté. 2011; 6:77-90.
- 53.Derozari, M.B.; Showers, W.B.; and Shaw, R.H. (1977). **Environment and the sexual activity of the European corn borer.** Environ. Entomol. 6, 657–665.
- 54.Dey, A., Dwivedi, B. S. Bhattacharyya, R., Datta, S. P., Meena, M. C., Jat, R. K., and Singh, R. G. (2020). **Effect of conservation agriculture on soil organic and inorganic carbon sequestration and lability: A study from a rice–wheat cropping system on a calcareous soil of the eastern Indo-Gangetic Plains.** Soil Use and Management.
- 55.Dhillon, M.K., Tanwar, A.K., Hasan, F., (2019). **Fitness consequences of delayed mating on reproductive performance of *Chilo partellus* (Swinhoe).** Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology, 331(3):161-167. DOI : 10.1002/jez.2249.
- 56.Dias, B.A.; Neves, P.M.O.J.; FurlanetoMaia, L. and Furlaneto, M.C. (2008): **Cuticle-degrading proteases produced by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* in the presence of coffee berry borer cuticle.** Braz J Microbiol 39: 301-306.
- 57.Donzelli BGG, Krasnoff SB. (2016). **Molecular genetics of secondary chemistry in *Metarhizium* Fungi.** In: Lovett B, Leger RJS (eds) Advances in genetics, vol 94. Elsevier, Amsterdam, pp 365–436.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- 58.Dromph, K.M. (2001). **Dispersal of entomopathogenic fungi by collembolans.** Soil Biol. Biochem. 33: 2047–2051.
- 59.Dromph, K.M., and Vestergaard, S. (2002). **Pathogenicity and attractiveness of entomopathogenic hyphomycete fungi to collembolans.** Appl. Soil Ecol. 21: 197–210.
- 60.Dwyer, J. D., Dill, J.F., Carter, H.S. (2001). **European corn borer. Maine Ext.** Service Circ. 207.
- 61.Eilenberg, J., Nicolai V. M, and Annette B.J. (2009). **Insect pathogenic fungi in biological control: Status and future challenges. Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes.** IOBC/wprs Bulletin Vol. 45, pp. 7-10.
- 62.Ekesi, S., Shah, P.A., Clark, S.J. & Pell, J.K. (2005). **Conservation biological control with the fungal pathogen Pandora neoaphidis: Implications of aphid species, host plant and predator foraging.** Agricult. Forest Entomol. 7: 21-30.
- 63.El-Amin, EM. (1984). **Relative susceptibility of seven sugar cane varieties to the stem borer, Sesamia cretica Led., under conditions of natural infestation at Sennar, Sudan.** Beitrage zur tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin, 22(1):73-77.
- 64.El-Amin, EM. (1988). **Some aspects of the ecology of the stem borer (Sesamia cretica Led.) in sugar cane and sorghum in the Sudan.** Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin, 26(1):33-37.
- 65.Elbarky, N., H. Mohamed, S. El- Naggar, M. Salama, and A. Ibrahim. (2015). **Effects of three essential oils and /or gamma irradiation on the greater wax moth, Galleria mellonella.** Egypt. Acad. J. Biolog. Sci., 7(1): 37-47.
<https://doi.org/10.21608/EAJBSF.2015.17237>
- 66.Enkerli J and Widmer F. (2009). **Molecular ecology of fungal entomopathogens: molecular genetic tools and their applications in population and fate studies.** BioControl 55(1):17-37. doi:10.1007/s10526-009-9251-8.
- 67.Eswaran H, Lal R, Reich PF. (2001). **Land degradation. An overview conference on land degradation and desertification.** Proceedings 2nd International Conference on Land Degradation and Desertification; Khon Kaen, Thailand; New Dehli, India: Oxford Press; 2001.
- 68.Ezzeldin., H.A; A. A. A. T. Y. Helal and H. A. Fouad. (2009). **Effect of some materials on Sesamia cretica infesting some maize and sorghum varieties.** Sallam Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, South Valley University, Sohag, Egypt, Archives of Phytopathology and Plant Protection. Volume 42, Issue 3. 277-290.
- 69.Fadamiro HY, CossT AA, and Baker TC. (1999). **Mating disruption of European corn borer, Ostrinia nubilalis by using two types of sex pheromone dispensers deployed in grassy aggregation sites in Iowa cornfields.** Journal of Asia-Pacific Entomology, 2(2):121-132.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

70. Fahmy, AM. (2017). **Response of certain promising sugarcane varieties to infestation by key insect pests under different nitrogen fertilization levels in Luxor governorate.** Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Sohag University, Egypt, pp. 245.
71. FAO. (2007). **Methods of analysis for soil of arid and semi-arid regions.** Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
72. Faraji, S. Mehrvar, A. and Shadmehri, A.D. (2013). **Studies on the virulence of different isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Metarhizium anisopliae* (Metsn.) Sorokin against Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)** African Journal of Agricultural Research, 8(30): 4157- 4161.
73. Fargues J, Vidal C, Smits N, Rougier M, Boulard T, Mermier M, Nicot P, Reich P, Jeannequin B, Ridray G. (2003). **Climatic factors on entomopathogenic hyphomycetes infection of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) in Mediterranean glasshouse tomato.** Biol Control. 28(3):320–31.
74. Faria, M. and Wraight, S. (2007). **Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types.** Biol. Control 43, 237–256.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.08.001>.
75. Fernández-Bravo M, Garrido-Jurado I, Valverde-García P, Enkerli J, Quesada-Moraga E. (2016). **Responses to abiotic environmental stresses among phylloplane and soil isolates of *Beauveria bassiana* from two holm oak ecosystems.** J Invertebr Pathol. 141:6–17.
76. Ferrol N, Calvente R, Cano C, et al. (2004). **Analysing arbuscular mycorrhizal fungal diversity in shrub associated resource islands from a desertification threatened semiarid Mediterranean ecosystem.** Appl Soil Ecol, 25(2):123–133.
77. Gardner, W.A.; Noblet, R. and Schwehr, R.D. (1984). **The Potential of Microbial Agents in Managing Populations of the Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae).** Florida Entomologist, 67: 325–332. <https://doi.org/10.2307/3494708>
78. Georgescu, E.; Toader, M.; Cană, L.; and Rîșnoveanu, L. (2019). **Researches Concerning European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) Control, In South-East of the Romania.** Agron. Ser. Sci. Res, 62, 301–308.
79. Gillespie, A T. (1988). **Use of fungi to control pests of agricultural importance. In: Burge M N, editor. Fungi in biological control systems.** Manchester, England: Manchester University Press; 1988. pp. 37–60.
80. Goettel, M.S., Eilenberg, J. and Glare, T.R. (2005). **Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations.** In: Gilbert, L.I., Iatrou K. & Gill, S. (Eds) Comprehensive Molecular Insect Science. 361–406.
81. Gofitshu., M; Yoseph A; Chemed F, Augustine N, Claire C-D and Bruno P L R. (2016). **Phylogeography of *Sesamia cretica* Lederer (Lepidoptera: Noctuidae).** Phytoparasitica volume 44, pages 641–650.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

82. Gottwald, T.R., and Tedders, W.L. (1982). Studies on conidia release by the entomogenous fungi *B. bassiana* and *M. anisopliae* (Deuteromycotina, Hyphomycetes) from adult pecan weevil (Coleoptera, Curculionidae) cadavers. Environ. Entomol. 11:1274–1279.
83. Guarro J., Gene J., and Sthigel A.M. (1999) Developments in fungal taxonomy. Clinical Microbiology Reviews, 12, 454–500.
84. Gul, H.T., Saeed, S. Khan, F.Z.A. (2014). Entomopathogenic Fungi as Effective Insect Pest Management Tactic: A Review. Appl. Sci. Business Econom. 1(1) 10-18.
85. Gurulingappa P, P. Al, McGee and G Sword. (2011). Endophytic *Lecanicillium lecanii* and *Beauveria bassiana* reduce the survival and fecundity of *Aphis gossypii* following contact with conidia and secondary metabolites. [Crop Protection Volume 30, Issue 3](#), March, Pages 349-353.
86. Hafez M, Salama HS, Tolba RA. (1970). Investigations on the biology of the corn borer *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera - Agrotidae). Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, 67(1):38-44.
87. Hajek AE. (1997). Ecology of terrestrial fungal entomopathogens. Adv. Microb. Ecol., 15, 193-249.
88. Hajek, A.E. and St. Leger, R.J. (1994). Interactions between fungal pathogens and insect host. Annual Review of Entomology, 39:293-322.
89. Haji A. P. H, Ghazavi M and Kharazi-Pakdel A. (2008). Comparison of the virulence of some Iranian isolates of *Beauveria bassiana* to *Eurygaster integriceps* (Hem.: Scutelleridae) and production of the selected isolate. Journal of Entomological Society of Iran. 28(1): 13-26.
90. Hallsworth JE, Magan N (1999). Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces farinosus*. J Invertebr Pathol., 74: 261–266.
91. Hamza M, and Anderson W. (2005). Soil compaction in cropping systems A review of the nature, causes and possible solutions. Soil Till Res 82:121–145.
92. Harris, K.M. (1989). Bioecology of sorghum stem borers. In: International workshop on sorghum stem borers, held in Patancheru, India, on 17-20 November 1987. Patancheru, India: ICRISAT. 63-71.
93. Hamburg, H. van, (1979). The grain-sorghum stalk-borer, *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae): seasonal changes in adult populations in grain sorghum in the Transvaal. Journal of the Entomological Society of Southern Africa, 42(1) 1-9.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

94. Hibbett DS, Binder M, Bischoff JF, Blackwell M, and Cannon PF. (2007). **A higher-level phylogenetic classification of the fungi**. Mycological Research 111:509-547.
95. Houston M.B., Bettencourt L.A., and Wenger S. (1998). **The relationship between waiting in a service queue and evaluations of service quality: a field theory perspective**. Psychology and Marketing, 15 (8), 735-53. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2007.06.006>
96. Hudon, M., and E. J. LeRoux. (1986). **Biology and population dynamics of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Quebec, Canada. I. Systematics, morphology, geographical distribution, host range, economic importance**. Phytoprotection 67: 39-54.
97. Hugger, H. (1998). **Was ist von transgenen Maissorten zu erwarten?** Mais 26: 112-113.
98. Humber, R. A. (2012). **Entomophthoromycota: a new phylum and reclassification for entomophthoroid fungi**. Mycotaxon, 120(43): 477-492. <https://doi.org/10.5248/120.477>.
99. Hussein, M.A. (2004). **Utilization of entomopathogenic nematodes for the biological control of some lepidopterous pest Entomology (Biocontrol)**. Ph. D. Thesis. Faculty of Science, Ain Shams University, Egypt pp.:203
100. Idrees, A.; Qadir, Z.A.; Akutse, K.S.; Afzal, A.; Hussain, M.; Islam, W.; Waqas, M.S.; Bamisile, B.S.; Li, J. (2021). **Effectiveness of Entomopathogenic Fungi on Immature Stages and Feeding Performance of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae**. Insects, 12, 1044. [CrossRef] <https://doi.org/10.3390/insects12111044>
101. Ignoffo CM. (1973). **Effects of entomopathogens on vertebrates**. Annals N.Y. Academic of Sciences, 217:141-172.
102. Ignoffo, C. M., & Garcia, C. (1992). **Influence of conidial color on inactivation of several entomogenous fungi (Hyphomycetes) by simulated sunlight**. Environ. Entomol., 21, 913-917.
103. Inglis, G. D., T. J. Ivie, G. M. Duke and M.S. Goettel. (2000). **Influence of rain and conidial formulation on persistence of *Beauveria bassiana* on potato leaves and Colorado potato beetle larvae**. Biological Control, 18(1), 55-64. <https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0806>
104. Inglis, G.D., Goettel, M.S, Butt T.M, Strasser S. (2001). **Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests**. In: Butt TM, Jackson C, Magan N, editors. Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential. Wallingford: CABI Publishing. 23-69. <https://doi.org/10.1079/9780851993560.0023>
105. Inyang, E.N, McCartney, H.A, Oyejola, B, Ibrahim, L, Pye, B.J, Archer, S.A, Butt, T.M. (2000). **Effect of formulation, application and rain on the persistence of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* on oilseed rape**. Mycol Res., 104: 653-661.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

106. Jacobs, P.M. (1998). **In. uence of parent material grain size on genesis of the Sangamon Geosol in south-Central Indiana.** Quaternary ternational, 51(52): 127–132.
107. Jaronski, S. T. (2010). **Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens.** BioControl, 55(1): 159–185. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3966-8_12.
108. Jeffries P, Gianinazzi S, Perotto S, et al. (2003). **The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility.** Biol Fertil Soils, 37:1–16.
109. Johansson, M. B. Stenberg, L. Torstensson. (1999). **Micro- biological and chemical changes in two arable soils after long-term sludge amendments,** Biol. Fertility Soils, 30 , pp. 160-167
110. Keller S, Zimmerman G. (1989). **Mycopathogens of soil insects.** In: Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M., Webber, J.F. (Eds.), Insect-Fungus Interactions. Academic Press, London, pp. 240–270.
111. Kline, W., Walker, S.D. (2005). **Crop Profile for Bell Peppers in New Jersey,** pp. 1-29, Northeastern IPM Center. New Jersey Agr. Ext. Service.
112. Kotwal, Sachin, R. L. Parate, S. S. Mane, and V. V. Deshmukh. (2012). **Influence of nutrition and different physical parameters on growth and sporulation of Metarhizium anisopliae.** International Journal of Science, Environment and Technology 1.5 479-484.
113. Lacey, L.A., and Solter, L. (2012). **Initial handling and diagnosis of diseased invertebrates. In: Lacey, L.A. (Ed.), Manual of Techniques in Invertebrate Pathology.** Academic Press, San Diego, pp. 1–14.
114. Lefèbvre. (1827). **Mémoires de la Société Linnéenne de Paris.** 6.
115. Leger, Raymond J. St, Lokesh J, and Donald R. (1998). **Ambient pH is a major determinant in the expression of cuticle-degrading enzymes and hydrophobin by Metarhizium anisopliae.** Applied and Environmental Microbiology 64.2: 709-713.
116. Lemić D., Mandić J., Čačija M., Drmić Z., Mrganić M., Čavlovićak S., Bažok R., Virić Gašparić H. (2019). **European corn borer and its parasites overwintering abundance and damages on different corn FAO maturity groups.** J. Cent. Eur. Agric, 20:447–460.
117. Lewis, L. C. (1975). **Natural regulation of crop pests in their indigenous ecosystems and in Iowa agrosystems: bioregulation of economic insect pests.** Iowa State J. Res. 49: 435-445.
118. Liu, Z.K., X.L. Li, X.F. Tan, M.F. Yang, A. Idrees, J.F. Liu, S.J. Song and J. Shen. (2022). **Sublethal Effects of Emamectin Benzoate on Fall Armyworm, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae).** Agriculture, 12: (959) 1-13. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070959>

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- 119.Magg, T., Bohn, M., Klein, D., und A. E. Melchinger. (2002). **Durch Bt-Mais weniger Toxine?** Mais 3: 98-101.
- 120.Magurran, A.E. (1988). **Ecological Diversity and its Measurement.** Croom-Helm, London.pp.33-43.
- 121.Maina UM, Galadima IB, Gambo FM, Zakaria D. (2018). **A review on the use of entomopathogenic fungi in the management of insect pests of field crops.** Journal of Entomology and Zoology Studies. 2018; 6:27-32.
- 122.Manoch, L. (2004). **Thai Fungal Diversity.** Soil fungi, In E.B.G. Jones, M. Tantichareon and K.D. Hyde (eds.). BIOTECH, Thailand. pp. 141-154.
- 123.Mantzoukas S, Lagogiannis I, Mpousia D, Ntoukas A, Karmakolia K, Eliopoulos PA, Poulas K.J. (2021). **Beauveria bassiana endophytic strain as plant growth promoter: The case of the grape vine Vitis vinifera.** J. Fungi 7, 142.
- 124.Marta K, Cezary T and Milan P. (2021). **First Report of Entomopathogenic Fungi Occurrence in Forest Soils in Croatia Forests,** 12, 1690 pp12.
- 125.Mason CE, Stromdahl EY, Pesek JDJr. (1997). **Placement of pheromone traps within the vegetation canopy to enhance capture of male European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae).** Journal of Economic Entomology, 90(3):795-800.
- 126.Mastel, K. (2003). **Wie anfällig ist Mais gegen Fusarium?** Mais 3: 104-105.
- 127.Meikle WG, Jaronski ST, Mercadier G, and Quimby PC (2003). **A distributed delay routinebased simulation model of Beauveria bassiana conidial stability in response to environmental stressors.** Bio Control., 48: 561–578.
- 128.Meyling N V, Eilenberg J, (2006). **“Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem.”** Agriculture, Ecosystems & Environment, (113):336–341. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.10.011>.
- 129.Meyling N.V. (2007). **Methods for isolation of entomopathogenic fungi from the soil environment Laboratory manual.** Department of Ecology, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, Denmark.18 pp.
130. Meyling, N. V. and J. Eilenberg. (2007). **Ecology of the Entomopathogenic Fungi Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae in Temperate Agroecosystems: Potential for Conservation Biological Control.** Biological Control, 43: 145-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.07.007>.
- 131.Mithal V, Garg A, Boriah S, et al. (2011). **Monitoring global forest cover using data mining.** ACM Trans Intell Syst Technol, 36:1–23.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

132. Mohamed., H.M. Z.R. Khan W.A. Overholt and D.K. Elizabeth. (2004). **Behaviour and biology of *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on maize and wild gramineous plants.** International Journal of Tropical Insect Science 24(04), 287-297.
133. Moore D, Bridge PD, Higgins PM, Bateman RP, Prior C (1993). **Ultra-violet radiation damage to *Metarhizium flavoviride* conidia and the protection given by vegetable and mineral oils and chemical sunscreens.** Ann Appl Biol., 122: 605–616.
134. Moran VC. (1983). **The Phytophagous Insects and Mites of Cultivated Plants in South Africa: Patterns and Pest Status.** Journal of Applied Ecology. Vol. 20, No. 2, pp. 439-450.
135. Moyal, P. (2014). **Why *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre) (Lepidoptera : Noctuidae) Is a Pest Only in Portions of Its Geographic Range: The Influence of Climate.** Available on: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal01087819/document> (Accessed 07 April 2019).
136. Moyal, P., El-Said, M. M. and Mosad, M. M. (2002). **Spatio-Temporal Distribution and Enumerative Sampling of the Pink Borer, *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae), in Maize Fields in Egypt, Insect Sci. Applic., 22(1): 29-40.**
137. Mudgal S, Toni A, Tostivint C, Hokkanen H, Chandler D (2013). **Scientific support, literature review and data collection and analysis for risk assessment on microbial organisms used as active substance in plant protection products –Lot 1 Environmental Risk characterisation.** EFSA Support Publ. 10.
138. Mutuura A, Munroe E. (1970). **Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* (Lepidoptera:Pyralidae).** Memoirs of the Entomological Society of Canada No.71, 112 pp.
139. Mutuura Grundmann G. (2004). **Spatial scales of soil bacterial diversity the size of a clone.** FEMS Microb Ecol. 2004;48(2):119–127.
140. Mutamiswa, R., Machekano, H., Chidawanyika, F., Nyamukondiwa, C., (2019). **Life-stage related responses to combined effects of acclimation temperature and humidity on the thermal tolerance of *Chilo partellus* (Swinhoe)(Lepidoptera: Crambidae).** Journal of Thermal Biology, 79:85-94.
doi: 10.1016/j.jtherbio.2018.12.002.
141. Nault BA, Kennedy GG. (1996). **Timing insecticide applications for managing European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) infestations in potato.** Crop Protection, 15(5):465-471.
142. Nelson, D. W and Sommers, L. E. (1996). **Total carbon, organic carbon, and organic matter.** Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods, (5) 961-1010.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

143. Nkongolo, N.V. and C.J. Plassmeyer. (2010). **Effect of vegetation type on soil properties at Lincoln University Living Laboratory.** Res. J. For, 4(1): 1-13. doi.:10.3923/rjf.2010.1.13.
144. Ntiri, E.S., Calatayud, P.A., Berg, J. van den, Schulthess, F., Ru, B.P. le, (2016). **Influence of temperature on intra- and interspecific resource utilization within a community of lepidopteran maize stemborers.** PLoS ONE, 11(2):e0148735. doi: 10.1371/journal.pone.0148735.
145. Ortiz-Urquiza A, Keyhani NO (2013). **Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle.** Insects., 4: 357–374.
146. Padmavathi J., K. Uma Devi and C. Uma Maheswara Rao. (2003). **The optimum and tolerance pH range is correlated to colonial morphology in isolates of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana – a potential biopesticide.** World Journal of Microbiology and Biotechnology volume 19, pages469–477.
147. Polaszek A, Ubeku JA, Bosque-Perez NA. (1993). **Taxonomy of the Telenomus busseolae species-complex (Hymenoptera: Scelionidae) egg parasitoids of cereal stem borers (Lepidoptera: Noctuidae, Pyralidae).** Bulletin of Entomological Research, 83(2):221-226.
148. Puangsombat, P. Uthaiwan S, and Dokrak M. (2010). **Diversity of Soil Fungi in Different Land Use Types in Tha Kum-Huai Raeng Forest Reserve, Trat Province.** Kasetsart J. (Nat. Sci.) 44 : 1162 - 1175.
149. Qiao, Meihua; Daniel E. Snyder, Jeffery Meyer, Alan G. Zimmerman, Meihau Qiao, Sonya J. Gissendanner, Larry R. Cruthers, Robyn L. Slone, Davide R. Young. (2012). **"Preliminary Studies on the effectiveness of the novel pulicide, spinosad, for the treatment and control of fleas on dogs".** Veterinary Parasitology: 345–351.
150. Quesada Moraga, E., J.A. Navas-Cortés, E.A.A. Maranhao, A. Ortiz-Urquiza and C. Santiago-Álvarez0 (2007). **Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils.** Mycol. Res. 111, 947–966.
151. Ramanwong, K., W. Himamarn, J. Ayawong and S. Maneerat. (2000). **Preliminary survey on soil fungi at eastern Thungyai Naresuan Wildlife Sanctuary.** Journal of Thai Forestry Research. 2(2): 117-124.
152. Reddy, K.V.S., Sum, K.O.S. (1991). **Determination of economic injury level of the stem borer, Chilo partellus (Swinhoe) in maize, Zea mays L.** Insect Science and its Application, 12(1-3) 269-274.
153. Rangel DEN, Anderson AJ, Roberts DW (2006). **Growth of Metarhizium anisopliae on nonpreferred carbon sources yields conidia with increased UV-B tolerance.** J Invertebr Pathol., 93: 127–134.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

154. Rangel DEN, Anderson AJ, Roberts DW (2008). **Evaluating physical and nutritional stress during mycelial growth as inducers of tolerance to heat and UV-B radiation in *Metarhizium anisopliae* conidia.** Mycol Res., 112: 1362–1372.
155. Raspudić, E.; Sarajlić, A.; Ivezić, M.; Majić, I.; Brmež, M.; and Gumze, A. (2013). **Efficiency of the chemical treatment against the European corn borer in seed maize production.** Poljoprivreda 2013, 19, 11–15.
156. Rehner SA Buckley EP. (2005). **A *Beauveria* phylogeny inferred from ITS and EF1- α sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs.** Mycologia [97](#):84–98.
157. Rehner, S.A; Minnis, A.M; Sung, Gi-Ho; Luangsa-ARD, J.J ;Devotto, L. and Humber, R.A. (2011). **Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*.** Mycologia, The Mycological Society of America, Lawrence, 103(5), 1055–1073.
158. Rensburg j, bj. Den berg, j. (1992). **Impact of insecticide application on numbers of *Busseola fusca* (Fuller) and *Chilo partellus* (Swinhoe) at early and late growth stages of maize and grain sorghum.** Technical Report, 6; 2: 69-72.
159. Riggs DIM, Hoffmann MP, Thetford LC. (1998). **Treatment thresholds for European corn borer (*Lepidoptera: Pyralidae*) infestations in early-season fresh market sweet corn.** Journal of Entomological Science, 33(4):393-399.
160. Rosca, I.; Rada, I. (2009). **Entomology (Agriculture, Horticulture, Forest), 1st ed.; Alpha Mdn.** Publishing House: London, UK, pp. 119–123.
161. Rowell D. (2014). **Soil science: methods and applications. 1st ed.** Reading (UK): Department of Soil Science, University of Reading; 2014.
162. Roy, H.E.; Steinkraus, D.; Eilenberg, J.; Hajek, A.E.; Pell, J.K. (2006). **Bizarre interactions and endgames: entomopathogenic fungi and their arthropod hosts.** Annual Review Entomology, v.51, p.331-357.
163. Ryan M.C., Graham G.R and Rudolph D.L. (2001). **Contrasting nitrate adsorption in Andisols of two coffee plantations in Costa Rica.** J. Environ. Qual. 30: 1848–1852. doi:[10.2134/jeq2001](#).
164. Sain SK, Monga D, Kumar R, Nagrle DT, Hiremani NS, Kranthi S (2019). **Compatibility of entomopathogenic fungi with insecticides and their efficacy for IPM of *Bemisia tabaci* in cotton.** J Pestic Sci., 44: 97–105.
165. Salah EA-N. (1977). ***Sesamia cretica* Led. In Kranz J, Schmutterer H, Koch W, eds. Diseases, pests and weeds in tropical crops.** Berlin, Germany, 490-491.
166. Sallam, M.S., Allsopp, P.G. (2002). BSS249 **preparedness for borer incursion. In: *Chilo* incursion management plan, Version 1.** Bureau of Sugar Experiment Stations

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

Queensland, Australia: BSES Publication. <https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/03/Chilo-species-CP-2002.pdf>.

167. Samson, A.R. ; Evans , H.C. and Lage , J.P. (1988) . **Atlase of Entomopathogenic Fungi**. Springer – Verlager. Berlin. 187 – 187 pp.
168. Samson, R.A. (1981). **Identification: entomopathogenic Deuteromycetes. Pages 93-106. In: Microbial control of pests and plant disease 1970–1980.** H.D. Burges (ed.). Academic Press London.
169. Sarajlić, A.; Raspudić, E.; Lončarić, Z.; Josipović, M.; Brmež, M.; Ravlić, M.; Zebec, and V.; Majić, I. (2018). **Significance of irrigation treatments and weather conditions on European corn borer appearance.** Maydica, 62, 8.
170. Schuphan, I., Gathmann, A., Mause, R., Mücher, T., Roß-Nickoll, M., Saeglitz, C., Toschki, A., and D. Bartsch. (2002). **Reflektion der bestehenden Sicherheitsforschung und des Monitoring am Beispiel Bt-Mais. In: Raubuch, M. & B. Schieferstein. Ökologische und ökosystemanalytische Ansätze für das Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen.** UBA Texte 44/02 – ISSN 0722-186X, 2002.
171. Scott, J.B. and Chakraborty, S. (2010). **Genotypic diversity in fusarium pseudograminearum population in Australian wheat fields.** plant pathology, 59, 338-347. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02219.x>.
172. Sevim A, Demir I, Höfte M, Humber RA, Demirbag Z. (2010). **Isolation and characterization of entomopathogenic fungi from hazelnut-growing region of Turkey.** Biocontrol. 55(2):279–97.
173. Shahid AA, Rao AQ, Bakhsh A, Husnain T. (2012). **Entomopathogenic fungi as biological controllers: new insights into their virulence and pathogenicity.** Archives of Biological Sciences, Belgrade, 64 (1), 21-42.
174. Sharififard, M., M. Mossadegh, B. Vazirianzadeh, A. Zarei-Mahmoudabadi. (2011). **Interactions between Entomopathogenic Fungus, Metarhizium anisopliae and Sublethal Doses of Spinosad for Control of House Fly, Musca domestica.** Iran J Arthropod Borne Dis. 5(1):28-36.
175. Sharma L., Irene O, Fátima G, Fernando R, Rupesh K S, Laura T, and Guilhermina M. (2021). **Effect of Soil Chemical Properties on the Occurrence and Distribution of Entomopathogenic Fungi in Portuguese Grapevine Fields.** Pathogens, 10(2): 137. 1-13.
176. Sharma, L.; Oliveira, I.; Raimundo, F.; Torres, L.; Marques. (2018). **G. Soil chemical properties barely perturb the abundance of entomopathogenic Fusarium oxysporum: A case study using a generalized linear mixed model for microbial pathogen occurrence count data.** Pathogens, 7: 89.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

177. Sherief E. A. H. Ghaly M. F. El-Mougith A. A. A. and Abd El- Kader M. A. (2017). **Microbial Control on Sesamia cretica Insects by Beauveria bassiana at Sharkia Governorate**. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. 9(3): 31-46.
178. Siles J, Margesin R. (2016). **Abundance and diversity of bacterial, archaeal, and fungal communities along an altitudinal gradient in alpine forest soils: what are the driving factors?** Microb Ecol, 72(1): 207–220.
179. Singkaravanit, S., Kinoshita, H., Ihara, F., Nihira, T., (2010). **Cloning and functional analysis of the second geranylgeranyl diphosphate synthase gene influencing helvolic acid biosynthesis in Metarhizium anisopliae**. Appl. Microbiol. Biotechnol. 87(3), 1077-1088.
180. Sokame, B.M., Rebaudo, F., Musyoka, B., Obonyo, J., Mailafiya, D.M., Ru, B.P. le, Kilalo, D.C., Juma, G., Calatayud, P.A., (2019). **Carry-over niches for lepidopteran maize stemborers and associated parasitoids during non-cropping season**. Insects, 10(7). DOI : 10.3390/insects10070191.
181. Sokame, B.M., Subramanian, S., Kilalo, D.C., Juma, G., Calatayud, P.A., (2020). **Larval dispersal of the invasive fall armyworm, Spodoptera frugiperda, the exotic stemborer Chilo partellus, and indigenous maize stemborers in Africa**. Entomologia Experimentalis et Applicata, 168(4):322-331. DOI : 10.1111/eea.12899.
182. Sokame, B.M., Tonnang, H.E.Z., Subramanian, S., Bruce, A.Y., Dubois, T., Ekesi, S., Calatayud, P.A., (2021). **A system dynamics model for pests and natural enemies interactions**. Scientific Reports, 11(1). DOI : 10.1038/s41598-020-79553-y.
183. Soltani Orang, F, Ranjbar Aghdam, H., Abbasipour H. and Askarianzadeh, A. (2014). **Effect of Temperature on Developmental Rate of Sesamia cretica (Lepidoptera: Noctuidae) immature stages**. Insect Sci., 14 .(197)DOI: 10.1093/jisesa/ieu059.
184. Sørensen, T.A. (1948). **A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons**. Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Biologiske Skrifter. 5: 1– 34.
185. Sosnowska D., Bałazy S., Prishchepa L., Mikulskaya N. (2004). **Biodiversity of arthropod pathogens in the Białowieża forest**. J. Plant Protect. Res. 44:313–321. [Google Scholar].
186. Southwood, T.R.E and P.A. Henderson. (2000). **Ecological Methods**. 3rd ed, Blackwell Science. London. 575 pp.
187. St Leger. R.J., Allee. L., May, B., Staples, R.C. Roberts, D.W. (1992). **World-wide distribution of genetic variation among isolates of Beauveria spp**. Mycol Res. 96(12):1007–15.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

- 188.St. Leger RJ, Wang C. (2010). **Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve efficacy against insect pests.** Applied Microbiology and Biotechnology, 85:901-e907.
- 189.Stephen, E., Raftery, A. E., and Dowding, P.(2007). **Forecasting spore concentrations – a time-series approach.** International Journal of Biometeorology, 34, 87–89.
- 190.Sterkenburg E, Bahr A, Durling M, et al. (2015). **Changes in fungal communities along a boreal forest soil fertility gradient.** New Phytol. 2015;207(4): 1145–1158.
- 191.Sun B-D, Liu X-Z. (2008). **Occurrence and diversity of insect-associated fungi in natural soils in China.** Appl Soil Ecol, 39(1):100–108.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.12.001>.
- 192.Sun, B.D., H.Y. Yu, A.J. Chen and X.Z. Liu. (2008). **Insect- associated fungi in soils of field crops and orchards.** Crop Protection, 27: 1421-1426.
- 193.Sun, J., Pan, L., Li, Z., Zeng, Q., Wang, L., and Zhu, L. (2018). **Comparison of greenhouse and open field cultivations across China: Soil characteristics, contamination and microbial diversity.** Environmental Pollution, 243, 1509-1516.
- 194.Tams W, Bowden J. (1953). **A revision of the African species of *Sesamia* Guenée and related genera (Agrotidae-Lepidoptera).** Bulletin of Entomological Research, 43:645-678.
- 195.Tardy V, Chabbi A, Charrier X, et al. (2015). **Land use history shifts in situ fungal and bacterial successions following wheat straw input into the soil.** PLoS One, 10(6):e0130672–17.
- 196.Tedersoo L, Bahram M, Põlme S, et al. (2014). **Global diversity and geography of soil fungi.** Science, 346(6213):1256688.
- 197.Tischler, W. (1949). **Grundzüge der terrestrischen Tierökologie.** Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 219 pp.
- 198.Todorova SI, Cloutier C, Cote JC and Coderre D. (2002). **Pathogenicity of six isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina, Hyphomycetes) to *Perillus bioculatus* F. (Hem., Pentatomidae).** Journal of Applied Entomology, 126. 182-185.
- 199.Trizelia, T., N. Armon, H. Jailani. (2015). **The diversity of entomopathogenic fungi on rhizosphere of various vegetable crops.** Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. 998–1004.
- 200.Trnka, M.; Muška, F.; Semerádová, D.; Dubrovský, M.; Kocmánková, E.; and Žalud, Z. (2007). **European corn borer life stage model: Regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate.** Ecol. Model. 2007, 207, 61–84.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

201. USDA, ERS. International Baseline Data. (2021). **International Long-Term Projections to 2030.** [2021 May 10]. Available from: <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-baseline-data/>.
202. USDA. (2017). "**Soil Survey Manual: Chapter 3.**" Natural Resources Conservation Service.
203. Val-Moraes SP, Pedrinho EA, Lemos EG, et al. (2013). **Molecular identification of fungal communities in a soil cultivated with vegetables and soil suppressiveness to *Rhizoctonia solani*.** Appl Environ Soil Sci. 2013;1:1–7.
204. Vega FE, Meylingy NV, Luangsa-ard JJ, Blackwellz M. (2012). **Fungal Entomopathogens. In Fernando E Vega & Harry K Kaya (Eds.) Insect Pathology.** Academic Press, 171-220.
205. Vega, FE., Goettel, MS. Blackwell, M. Chandler, D. Jackson, MA. Keller, S. Koike, M, Maniania, NK. Monzon, A. Ownley, BH. (2009). **Fungal entomopathogens: new insights on their ecology.** Fungal Ecol, 2(4):149–59.
206. Wang C, Leger RJS. (2007). **The MAD1 adhesin of *Metarhizium anisopliae* links adhesion with blastospore production and virulence to insects, and the MAD2 adhesin enables attachment to plants.** Eukaryot Cell 6:808–816.
<https://doi.org/10.1128/EC.00409-06>.
207. Wu, S.J. Lawit, B. Weers, J. Sun, N. Mongar, J. Van Hemert, R. Melo, X. Meng, M. et al., (2019). **Overexpression of zmm28 increases maize grain yield in the field.** PNAS [pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1902593116](https://doi.org/10.1073/pnas.1902593116).
208. Younis MA, Hamoudi RF, Abid MK. (1984). **Ecological and biological studies on corn stem borer, *Sesamia cretica* L., (Lepidoptera: Noctuidae) in central Iraq.** Journal of Agriculture and Water Resources Research, 3(2):Ar 88-96; en 136.
209. Zahid A, Fozia, M. Ramzan, M. Amjad Bashir, M. Ahsan Khatana, M. Tahir Akram, S. Nadeem, M. Saad Qureshi, W. Iqbal, M. Umar, S. Walli, R. Muhammad Sabir Tariq, S. Atta, D.A. Al Farraj, M.T. Yassin. (2020). **Effect of humic acid enriched cotton waste on growth, nutritional and chemical composition of oyster mushrooms (*Pluerotus ostreatus* and *Lentinus sajor-caju*).** Journal of King Saud University – Science, 32(8): 3249-3257.
210. Zimmerman G, (1986). **The Galleria bait method for detection of entomopathogenic fungi in soil.** Journal of Applied Entomology 102: 213–215.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1986.tb00912.x>
211. Zimmerman G, (2007). **Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*.** Biocontrol Science and Technology, 17(6): 553-596.
212. Živanov S T, Ljiljana N, Radivoje J, Milivoj B, Vladimir Ć, Mirjana L and Jelica V. (2017). **Zemdirbyste-Agriculture**, vol. 104, No. 4. p. 305–310.

Abstract

The study was conducted in the laboratories of the Biological Control Studies and Research Center at the Faculty of Agriculture, Damascus University, during the period from 2020 to 2023. The study aimed to identify the major stalk borers affecting corn crops, which included the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) and the pink corn borer (*Sesamia cretica*). The morphological characteristics of the eggs, various larval stages, adult virgin females, and both male and female insects were described.

A total of 18 species of entomopathogenic fungi belonging to 12 genera were recorded. These genera were *Acremonium*, *Aspergillus*, *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Lecanicillium*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Metarhizium*, *Mucor*, and *Rhizopus*. These fungal species were distributed across seven different soil types in several fields located in Abu Qawq, Sasaa, Beit Saber, and Heineh in the countryside of Damascus.

The results revealed that the Cordycipitaceae family was the most dominant in the study areas, with seven species belonging to four genera recorded, and these species were found in all study areas. The Trichocomaceae family ranked second, with six species belonging to three genera, except for *Acremonium* sp, which was absent in Abu Qawq and Heineh, and *A. fumigatus*, which was not recorded in Beit Saber.

The number of recorded fungal isolates varied among the study sites. The highest number of isolates (30) was recorded in Sasaa followed by 27 isolates in Heineh, 22 isolates in Beit Saber, and finally, 21 isolates in Abu Qawq. *B. bassiana* had the highest abundance with 26 isolates, accounting for 26% of the total fungal isolates. *L. muscarium* and *P. fumosoroseus* had seven isolates each, accounting for 7% of the total isolates, and these were the most widespread species in the study areas.

The region had an impact on the presence and dominance of certain species, as some fungi were absent in certain study areas. *Acremonium* sp and *Mucor* spp were not found in Sasaa and they were absent in Abu Qawq and Heineh. *A. fumigatus* was absent in Beit Saber and Heineh, *B. brongniartii* in Sasaa *Cladosporium* sp in Beit Saber, *F. oxysporum* in Sasaa and Heineh, and *Mucor* spp in Abu Qawq. However, the pathogenic fungus *B. bassiana* was the most dominant species in all three sites, with dominance indices of 19.04, 13.33, 13.63, and 14.81 in Abu Qawq, Sasaa Beit Saber, and Heineh, respectively.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

Diversity indices varied between the study sites, with the highest value of Shannon-Wiener diversity index ($H = 4.32$) recorded in Heineh and the lowest value (2.49) in Abu Qawq. The highest value of similarity index ($SQ = 0.91$) was recorded between Beit Saber and Heineh.

Both regions exhibited higher values of biodiversity diversity.

The results of the soil analysis indicated the presence of three soil types in the study areas. The studied soils were generally of moderate texture, ranging from sandy clay loam (SCL) to silty clay (SC) and loam (L), according to the USDA-Soil Survey Division Staff's texture triangle. Regarding the chemical properties of the soil, the results showed an elevated pH value of 8.2 in several locations. As for electrical conductivity measurements, the results indicated that the soil was non-saline except for site 18 in Sasaa which had low salinity, and site 20 in Heineh, which had high salinity with a salt content of 2.05 decisiemens per meter.

The distribution of organic matter content in the study sites generally showed a decrease in organic content, ranging from very low (0.70-1%) to low (1-1.70%). However, it was high in site 17 in Abu Qawq, where the organic matter content reached 3.65%, and site 21 in Heineh, where it reached 3.29%.

The pathogenicity of four entomopathogenic fungi species, *B. bassiana*, *P. fumosoroseus*, *L. muscarium*, and *M. anisopliae*, was evaluated against different larval stages of the European corn borer. *B. bassiana* outperformed the other fungi in its effect on the tested early instar larvae, with the isolate BS.5 causing a significant mortality rate of 88.89% compared to other fungal species. The isolate KA.1 caused a mortality rate of 43.21% in second instar larvae, significantly different from other fungal species. Moreover, the isolate KA.1 caused a mortality rate of 33.33% in pupae at a concentration of $10^8 \times 1$ spores/ml.

Keywords: Entomopathogenic fungi, European corn borer, Soil texture, Chemical properties, Biodiversity, Species richness, Species, Syria.

الشديدي (حصروتصنيف الفطريات الممرضة للحشرات وتقييم فعاليتها على حفارات ساق الذرة جنوب سورية)

**Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Agricultural Engineering
Department of Plant Protection**



**Survey and Classification of Entomopathogenic Fungi and Evaluation of
their Efficacy on Maize Stem Borers in Southern of Syria**

**Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the
degree of (PhD) in Plant Protection**

Presented by

Basel Mohammad Alshadidi

Supervised

Dr. Abdulnabi Basheer

Prof-Faculty of Agriculture
Department of Plant Protection
Damascus university

Dr. Jaoudat Faddoul

Prof-Faculty of Agriculture
Department of Plant Protection
Damascus university

2024