المجلد الثالث – العدد الخامس
أكتوبر 2026م
ISSN:3079 - 2444
مجلة أوتاد المعرفة : مجلة علمية إلكترونية محكمة. تصدر عن الأكاديمية الليبية للدراسات العليا – طبرق

# التوزيع المكاني والتركيب النوعي للآفات الحشرية في كومة مخزّنة من جريش فول الصويا بمصنع أعلاف بمنطقة شحات، ليبيا

**[1]محمد ادم محمد الميار، [2]عبدالرحمن يوسف الفيتوري، [3]نسرين خالد الشريف**

[1]قسم علم الحيوان، كلية العلوم القبة، جامعة درنه

[2]قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار

[3]قسم التربية الخاصة، كلية التربية، جامعة عمر المختار

*Mohammed.adam2013@gmail.com*

**الملخص**

أجريت هذه الدراسة في مصنع الأعلاف بمدينة شحات (ليبيا) خلال الموسم 2025 بهدف وصف التوزيع المكاني والتركيب النوعي للآفات الحشرية في كومة مخزنة من جريش فول الصويا. جمعت العينات بمجس الحبوب من خمسة مواقع (القمة والجهات الأربع: الشمال والجنوب والشرق والغرب) وعلى ثلاثة أعماق (10 و20 و30 سم)، بواقع ثلاث عينات لكل توليفة (45 عينة) دمجت في 15 عينة مركبة. حللت الأعداد بنموذج خطي معمم بتوزيع ذي الحدين السالب، وحسبت نسب السيادة ومؤشرات التنوع. سجل 190 فردا، جميعها من رتبة غمديات الأجنحة (Coleoptera)، تنتمي إلى سبعة أنواع، تصدرتها خنفساء الدقيق المتشابهة *Tribolium confusum* (58.1%)، تلتها خنفساء الحبوب المنشارية (14.0%) *Oryzaephilus surinamensis*، فسوسة القمح (11.8%) *Sitophilus granarius*، فخنفساء الخابرا (7.0%) *Trogoderma granarium* اختلفت الوفرة معنويا باختلاف موقع أخذ العينة ($\chi^2$ = 18.05، د.ح = 4، P = 0.001) إذ تركز 53.7% من الأفراد في قمة الكومة و21.6% في جهتها الجنوبية، أما أثر العمق فلم يكن معنويا إجمالا ($\chi^2$ = 3.95، د.ح = 2، P = 0.14)، فقد سجلت أعلى وفرة عند عمق 10 سم (53.2%) وأدناها عند 20 سم (17.9%)، من غير انخفاض مستمر في أعداد الحشرات مع زيادة العمق ، وبلغ مؤشر شانون للتنوع 1.33 ومؤشر التكافؤ 0.68، تظهر النتائج أن الطبقة العلوية والجهة الجنوبية من الكومة هما البؤرتان الرئيستان للإصابة، وأن تسجيل خنفساء الخابرا وهي من أخطر آفات الحجر الزراعي عالميا يستدعي تعزيز برامج الرصد في منشآت الأعلاف المحلية.

**الكلمات المفتاحية:** آفات المخازن، جريش فول الصويا، التوزيع المكاني، *Tribolium confusum*، *Trogoderma granarium*، مصانع الأعلاف، ليبيا.

**Abstract**

This study described the spatial distribution and species composition of insect pests in a stored soybean meal heap at a feed mill in Shahat, Libya, during 2025. Samples were taken with a grain trier from five positions (top, north, south, east and west) at three depths (10, 20 and 30 cm), with three samples per position–depth combination (45 samples) pooled into 15 composite samples. Counts were analysed with a negative binomial generalized linear model, and dominance and diversity indices were calculated. A total of 190 beetles (Coleoptera) belonging to seven species were recorded. *Tribolium confusum* was dominant (58.1%), followed by *Oryzaephilus surinamensis* (14.0%), *Sitophilus granarius* (11.8%) and *Trogoderma granarium* (7.0%). Abundance differed significantly among sampling positions (LR $\chi^2$ = 18.05, df = 4, P = 0.001): 53.7% of individuals were collected from the top of the heap and 21.6% from its southern side. The overall effect of depth was not significant (LR $\chi^2$ = 3.95, df = 2, P = 0.14); abundance was highest at 10 cm (53.2%) and lowest at 20 cm (17.9%), however, insect numbers did not decrease consistently with depth. The Shannon diversity index was 1.33 and Pielou's evenness 0.68. The upper surface and southern side of the heap were the main infestation foci, and the presence of the quarantine pest *T. granarium* calls for strengthened monitoring in Libyan feed facilities.
**Keywords:** stored-product insects; soybean meal; spatial distribution; *Tribolium confusum*; *Trogoderma granarium*; feed mill; Libya.

## 1. المقدمة

يؤدي تخزين الحبوب ومنتجاتها دورا محوريا في تحقيق الأمن الغذائي، فهو أداة لتنظيم العرض والطلب تجاريا، ولموازنة الإنتاج والاستهلاك تمويليا، وتزداد أهميته في البلدان التي لا يكفي إنتاجها المحلي لسد احتياجاتها فتعتمد على الاستيراد، كما هو الحال في ليبيا. غير أن مرحلة التخزين تعد من أكثر حلقات سلسلة ما بعد الحصاد تعرضا للفقد، إذ قد تصل خسائر الحبوب المخزنة بطرق غير ملائمة في البلدان النامية إلى نسب مرتفعة، ويمكن خفضها إلى 1–2% عند اتباع أساليب تخزين علمية (Kumar & Kalita, 2017)، وتعد الآفات الحشرية من أهم مسببات هذا الفقد، لما تحدثه من نقص في الوزن والقيمة الغذائية وتلوث المنتج بالفضلات وبقايا الحشرات (Adler *et al.,* 2022; Guru *et al.,* 2022 ; Stathas *et al.,* 2023; )، وتخزن الحبوب ومنتجاتها بطرق متعددة، منها التخزين في أكوام مكشوفة أو داخل مستودعات أو في أكياس أو في صوامع، ويتميز التخزين في أكوام بانخفاض تكلفته، إلا أن من عيوبه تعرض الطبقة السطحية للإصابة

الحشرية وللتلوث بفضلات الطيور والقوارض، وسهولة انتقال العدوى بين الأكوام (العزاوي وطاهر، 1983؛ بدوي والدريهم، 1991)، وتكتسب منتجات الأعلاف المصنعة، ومنها جريش (كسب) فول الصويا، أهمية خاصة إذ تعد بيئة ملائمة للآفات الثانوية التي تتغذى على المواد المجروشة والمطحونة، وقد بينت دراسات حديثة في مصانع الأعلاف تنوعا كبيرا في الأنواع الحشرية المرتبطة بها وتباينا واضحا في توزيعها المكاني والزمني (Agrafioti *et al.,* 2024; Lampiri *et al.,* 2025) ، ولا تتوزع الحشرات داخل الكتل المخزنة توزيعا منتظما، بل تميل إلى التجمع في بؤر محددة تبعا للنوع الحشري ولظروف الحرارة والرطوبة وحركة الهواء (Jian, 2019; Gerken & Campbell, 2022)، فالفراشات لا تستطيع التعمق في كتلة الحبوب فتبقى إصابتها سطحية في حين تستطيع الخنافس والسوس التحرك داخل الكتلة، وقد أظهرت دراسات على القمح المخزن أفقيا أن معظم أفراد الأنواع الحشرية السائدة تتركز في الطبقة العلوية (أعلى 0.5 م) من الكتلة وأن توزيعها تجمعي (Athanassiou *et al.,* 2003, 2005)، وفي الأكياس تتركز الإصابة في الطبقة الخارجية، إذ وجد أن نحو 95% من أفراد خنفساء الدقيق المتشابهة في أكياس الدقيق تتركز في الطبقة الخارجية بعمق 10 سم (بدوي والدريهم، 1991)، أما في الصوامع فتتجمع الحشرات غالبا في القاع وعلى السطح حيث ترتفع الرطوبة وفي البلدان الباردة تتجمع شتاء قرب الجدار الجنوبي الأكثر دفئا (Anukiruthika *et al.,* 2021; Agrafioti *et al.,* 2024). كما لا تبقى أعداد الأنواع الحشرية في المواد المخزنة في حالة توازن ثابت، بل يحدث تتابع نوعي خلال فترة التخزين إذ تبدأ الإصابة غالبا بالآفات الأولية القادرة على مهاجمة الحبوب السليمة، مثل سوس الحبوب، فتمهد الطريق للآفات الثانوية مثل خنافس الدقيق التي سرعان ما تتفوق عدديا بفضل سرعة تكاثرها وقصر أجيالها كما يستطيع بعضها كخنفساء الحبوب المفلطحة *Cryptolestes ferrugineus* وخنفساء الحبوب المنشارية *O. surinamensis* مواصلة التكاثر في فصل الشتاء (العزاوي

وطاهر، 1983؛ Agrafioti *et al.,* 2024; Bharathi *et al.,* 2023)، ومن بين آفات المخازن تحظى خنفساء الخابرا *T. granarium* باهتمام خاص لكونها من أخطر آفات الحجر الزراعي عالميا وأكثرها قدرة على تحمل الظروف القاسية (Athanassiou *et al.,* 2019) ، وعلى الرغم من أهمية هذه المعلومات في توجيه برامج الرصد والمكافحة الموضعية، لا تتوافر بيانات منشورة عن التوزيع المكاني لآفات المخازن في منتجات الأعلاف المخزنة في ليبيا (Athanassiou *et al.,* 2025) .لذا هدفت هذه الدراسة إلى: (1) حصر وتعريف الأنواع الحشرية المصاحبة لكومة مخزنة من جريش فول الصويا في مصنع أعلاف بمدينة شحات، و(2) وصف توزيع أعدادها بحسب موقع أخذ العينة وعمقها، و(3) تقدير سيادة الأنواع وتنوعها.

## 2. المواد وطرائق العمل

### 2.1 موقع الدراسة

نفذت الدراسة في مصنع للأعلاف بمدينة شحات، بمنطقة الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا، خلال موسم 2025 وأُخذت العينات من كومة جريش فول الصويا المخزنة داخل المصنع، بلغ ارتفاعها نحو 2 م وقطر قاعدتها نحو 3.5 م (شكل 1) .

### 2.2 أخذ العينات

استخدم مجس الحبوب (Grain trier)، وهو أنبوبتان متداخلتان من النحاس الأصفر طولهما نحو 1 م وقطرهما 2.5 سم لهما طرف مدبب ومقبض في الطرف الآخر (شكل 1). قسمت الكومة إلى خمسة مواقع لأخذ العينات: القمة، والجهات الأربع (الشمال والجنوب والشرق والغرب)، وأخذت العينات في كل موقع من ثلاثة أعماق (10 و20 و30 سم)، بواقع ثلاث عينات لكل توليفة من الموقع والعمق، أي تسع عينات لكل موقع و45

عينة إجمالا، وضعت كل عينة في علبة مستقلة وسجل عليها بيانات الموقع والعمق والتاريخ، ثم دمجت العينات الثلاث لكل توليفة في عينة مركبة واحدة فبلغ عدد العينات المركبة 15 عينة.

**2.3 فصل الحشرات وتعريفها**

نقلت العينات إلى المختبر، وفصلت الحشرات الكاملة بالغربلة باستخدام منخل بقطر فتحات 1مم، ثم عدت وعرفت إلى مستوى النوع اعتمادا على الصفات المظهرية والمفاتيح التصنيفية المعتمدة لحشرات المواد المخزنة (Rees, 2004; Hagstrum & Subramanyam, 2006).

**2.4 التحليل الإحصائي**

تم حساب المجموع الكلي للحشرات ونسبته المئوية لكل موقع ولكل عمق، ولاختبار أثر موقع أخذ العينة وعمقها في الوفرة، أخضعت أعداد الحشرات المسجلة في العينات المركبة الخمس عشرة للتحليل بنموذج خطي معمَم (GLM) يعتمد دالة الربط اللوغاريتمية ، مع إدخال الموقع والعمق عاملين ثابتين، وعندما أظهر نموذج بواسون تشتتا زائدا واضحا (نسبة مربع كاي لبيرسون إلى درجات الحرية = 5.05)، تم اعتماد توزيع ذي الحدين السالب، اختبرت الدلالة الإحصائية لموقع أخذ العينة وعمقها باستخدام اختبار نسبة الإمكان ($LR\ \chi^2$)، والتعبير عن الفروق بنسب المعدل وفترات ثقتها 95%، باتخاذ الجهة الشمالية وعمق 10 سم مستويين مرجعيين، وحسبت السيادة النسبية لكل نوع بوصفها نسبة أفراده إلى مجموع الأفراد المعرفة، وصنفت الأنواع إلى سائدة (>10%) وتحت سائدة (5–10%) ونادرة (<5%)، كما حسب مؤشر شانون – وينر للتنوع (H′) ومؤشر التكافؤ لبيلو (J′) ومؤشر سمبسون ($1 - D$) (Magurran, 2021). اجريت التحليلات باستخدام لغة ( Python

المكتبتان SciPy وstatsmodels) (Virtanen *et al.,* 2020; Seabold & Perktold, 2010)، واعتمد مستوى المعنوية 0.05.





**شكل 1: (أ)** مجس الحبوب المستخدم في أخذ العينات. **(ب)** كومة جريش فول الصويا في مصنع أعلاف شحات.

**3. النتائج**

## 3.1 الوفرة الكلية وتوزيعها بحسب الموقع والعمق

بلغ مجموع الحشرات المسجلة في العينات المركبة الخمس عشرة 190 فردا (جدول 1)، وتباينت الوفرة تباينا كبيرا بين مواقع أخذ العينات إذ سجل أكبر عدد في قمة الكومة (102 فرد، 53.7%)، تلتها الجهة الجنوبية (41 فردا، 21.6%)، في حين تقاربت الأعداد في الجهات الشرقية والغربية والشمالية (16 و16 و15 فردا على التوالي) (شكل 2 ب)، وقد كان أثر الموقع معنويا ($LR\ \chi^2 = 18.05$، د.ح = 4، $P = 0.001$) فبلغ معدل الإصابة في القمة نحو 5.9 أضعافه في الجهة الشمالية، وفي الجهة الجنوبية نحو 2.5 ضعف، بينما لم تختلف الجهتان الشرقية والغربية عن الشمالية معنويا (جدول 2).

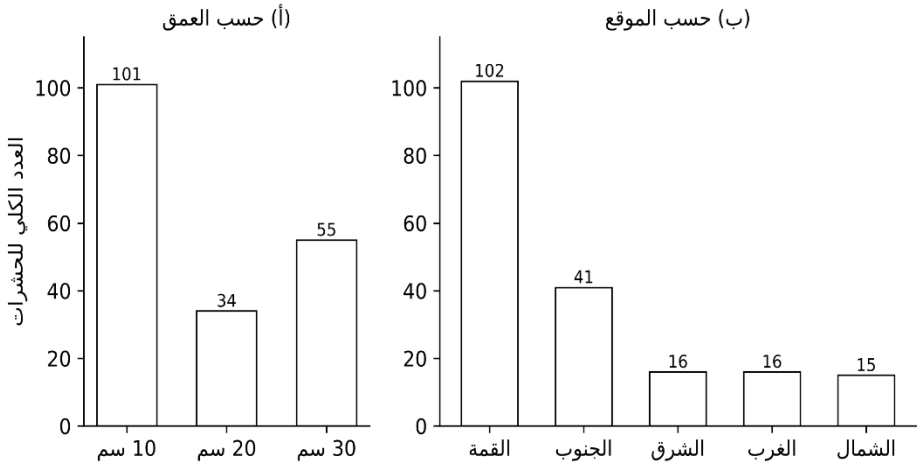
أما بحسب العمق، فقد سجل 101 فرد (53.2%) عند عمق 10 سم، و34 فردا (17.9%) عند 20 سم، و55 فردا (28.9%) عند 30 سم (شكل 2 أ)، ولم يكن أثر العمق معنويا إجمالا (LR $\chi^2$ = 3.95، د.ح = 2، P = 0.14)، وإن انخفض معدل الإصابة عند عمق 20 سم انخفاضا معنويا مقارنة بعمق 10 سم (نسبة المعدل = 0.47؛ P = 0.026)، دون فرق معنوي بين عمقي 10 و30 سم (جدول 2)، وعليه لا تظهر البيانات انخفاضا مستمرا في أعداد الحشرات مع زيادة العمق، ويعزى جانب كبير من ارتفاع الوفرة عند عمق 10 سم إلى عينة القمة (71 فردا)، في حين سجلت أعلى وفرة في الجهة الجنوبية عند عمق 30 سم (22 فردا)، ولم يظهر في الجهات الشرقية والغربية والشمالية نمط واضح مع العمق (شكل3).

**جدول 1:** أعداد الحشرات المسجلة في العينات المركبة بحسب موقع أخذ العينة وعمقها في كومة جريش فول الصويا (كل خلية = ثلاث عينات مدمجة).

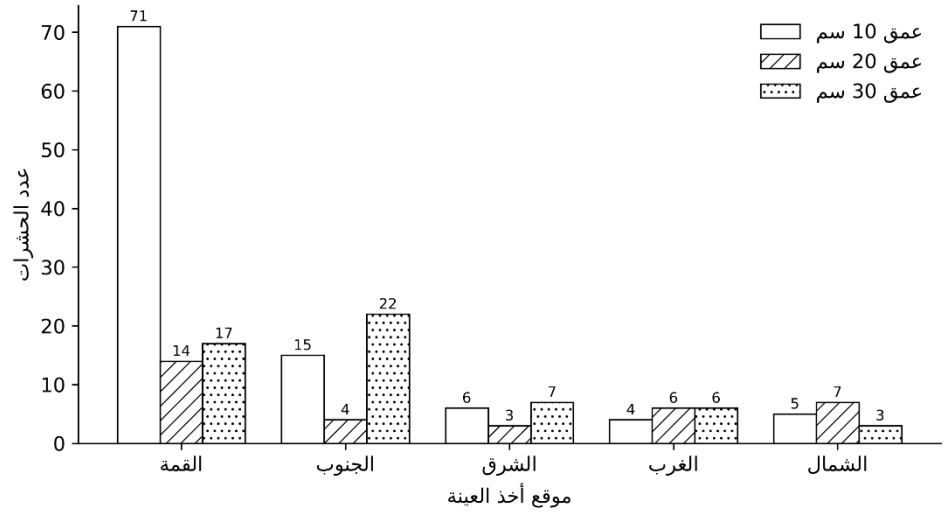
| الموقع | عمق 10 سم | عمق 20 سم | عمق 30 سم | المجموع | % |
|---|---|---|---|---|---|
| القمة | 71 | 14 | 17 | 102 | 53.7 |
| الجنوب | 15 | 4 | 22 | 41 | 21.6 |
| الشرق | 6 | 3 | 7 | 16 | 8.4 |
| الغرب | 4 | 6 | 6 | 16 | 8.4 |
| الشمال | 5 | 7 | 3 | 15 | 7.9 |
| **المجموع** | **101** | **34** | **55** | **190** | **100** |
| **%** | **53.2** | **17.9** | **28.9** | **100** | |

**جدول 2:** نتائج النموذج الخطي المعمم (توزيع ذي الحدين السالب) لأثر موقع أخذ العينة وعمقها في أعداد الحشرات. اختبار نسبة الأرجحية: الموقع $\chi^2 = 18.05$، د.ح = 4، $P = 0.001$؛ العمق $\chi^2 = 3.95$، د.ح = 2، $P = 0.14$.

| المتغير | المستوى | نسبة المعدل | فترة الثقة 95% | P |
|---|---|---|---|---|
| الموقع | الشمال (مرجع) | 1 | — | — |
| | القمة | 5.88 | 2.63 – 13.13 | < 0.001 |
| | الجنوب | 2.53 | 1.09 – 5.87 | 0.031 |
| | الشرق | 1.01 | 0.40 – 2.54 | 0.98 |
| | الغرب | 1.06 | 0.42 – 2.66 | 0.897 |
| العمق | 10 سم (مرجع) | 1 | — | — |
| | 20 سم | 0.47 | 0.25 – 0.91 | 0.026 |
| | 30 سم | 0.75 | 0.41 – 1.37 | 0.344 |




**شكل 2:** العدد الكلي للحشرات في كومة جريش فول الصويا: (أ) بحسب عمق أخذ العينة. (ب) بحسب موقع أخذ العينة.




**شكل 3:** توزيع أعداد الحشرات على الأعماق الثلاثة داخل كل موقع من مواقع أخذ العينات.

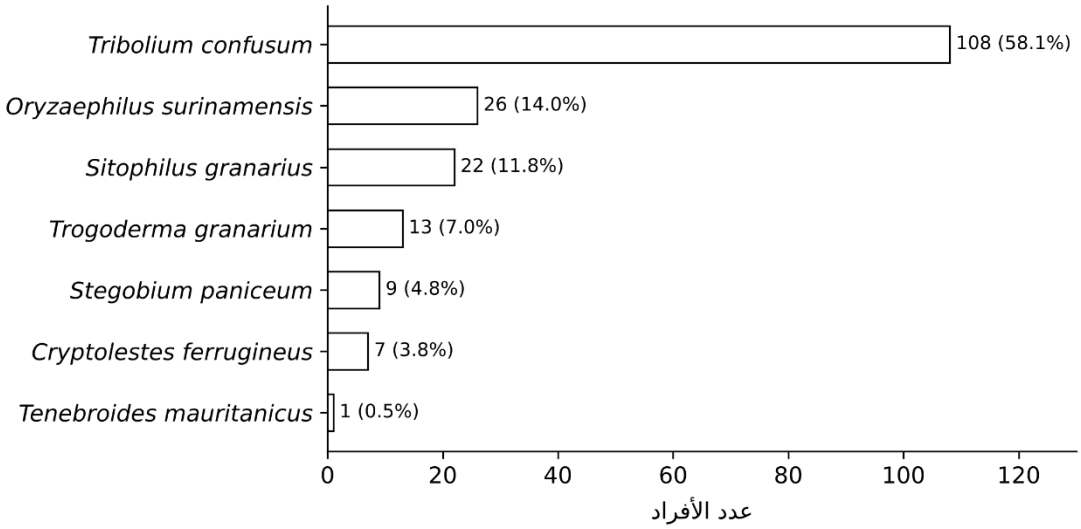
## 3.2 التركيب النوعي

انتمت جميع الحشرات المسجلة إلى رتبة غمديات الأجنحة (Coleoptera)، ومثلت سبعة أنواع من سبع فصائل (جدول 3، شكل 4)، وكانت خنفساء الدقيق المتشابهة *T. confusum* النوع الأكثر سيادة (108 أفراد، 58.1%)، وسجلت في جميع المواقع الخمسة، تلتها خنفساء الحبوب المنشارية (14.0%) *O. surinamensis* التي تركز معظم أفرادها (22 فردا) في الطبقة السطحية لقمة الكومة، ثم سوسة القمح (11.8%) *S. granarius* التي اقتصر وجودها تقريبا على القمة، وصنفت خنفساء الخابرا (7.0%) *T. granarium* نوعا تحت سائد، وسجلت في القمة والجنوب والغرب، في حين كانت خنفساء الأدوية *Stegobium paniceum* وخنفساء الحبوب المفلطحة الصدئة *C. ferrugineus* وخنفساء الكادل *Tenebroides mauritanicus* أنواعا نادرة (<5%)، وبلغ مؤشر شانون للتنوع 1.33 (H′)، ومؤشر التكافؤ 0.68 (J′)، ومؤشر سمبسون (1 – D) 0.62، وهي قيم تعكس تنوعا متوسطا تهيمن عليه خنفساء الدقيق المتشابهة.

**جدول 3:** الأنواع الحشرية المسجّلة في كومة جريش فول الصويا وأعدادها ونسب سيادتها.

| النوع | الفصيلة | الاسم الشائع | العدد | % | فئة السيادة | مواقع التسجيل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Tribolium confusum* Jacquelin du Val | Tenebrionidae | خنفساء الدقيق المتشابهة | 108 | 58.1 | سائد | جميع المواقع |
| *Oryzaephilus surinamensis* (L.) | Silvanidae | خنفساء الحبوب المنشارية | 26 | 14.0 | سائد | ق، ش ر،غ |
| *Sitophilus granarius* (L.) | Curculionidae | سوسة القمح | 22 | 11.8 | سائد | ق، شم |
| *Trogoderma granarium* Everts | Dermestidae | خنفساء الخابرا | 13 | 7.0 | تحت سائد | ق، ج، غ |
| *Stegobium paniceum* (L.) | Ptinidae | خنفساء الأدوية | 9 | 4.8 | نادر | ج، شم، غ |
| *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) | Laemophloeidae | خنفساء الحبوب المفلطحة الصدئة | 7 | 3.8 | نادر | ج، ش ر، غ |
| *Tenebroides mauritanicus* (L.) | Trogossitidae | خنفساء الكادل | 1 | 0.5 | نادر | ج |
| **المجموع** | | | **186** | **100** | | |

ق = القمة، ج = الجنوب، ش ر = الشرق، غ = الغرب، شم = الشمال.




**شكل 4 :** أعداد الأنواع الحشرية المسجلة في كومة جريش فول الصويا ونسبها المئوية.

## 4. المناقشة

أظهرت النتائج أن موقع أخذ العينة هو العامل الأكثر تأثيراً في توزيع الحشرات داخل الكومة إذ تركز أكثر من نصف الأفراد في قمتها، ويتفق ذلك مع ما سجل في القمح المخزن أفقيا من تركز معظم أفراد الأنواع السائدة في الطبقة العلوية من الكتلة (Athanassiou *et al.*, 2003, 2005)، ومع ما يعرف عن بدء استعمار الكتل المخزنة من سطحها العلوي (Agrafioti *et al.*, 2024)، ويمكن تفسير ذلك بأن السطح العلوي هو المنفذ الرئيس لدخول الحشرات المهاجرة من البيئة المحيطة وبأنه أوفر تهوية، فضلا عن أن الحشرات بعد أي إزعاج للكتلة تميل إلى التحرك نحو الأعلى (Jian, 2019).

واحتلت الجهة الجنوبية المرتبة الثانية في الوفرة ولا سيما عند عمق 30 سم، ومن المرجح أن يرتبط ذلك بتعرض هذا الجانب لأشعة الشمس وارتفاع حرارته نسبيا وهو ما يتسق مع ملاحظة تجمع الحشرات قرب الجدران الجنوبية الأدفأ في المخازن (Anukiruthika *et al.*, 2021)، غير أن هذا التفسير يبقى فرضية تحتاج إلى

تأكيد، إذ لم تقس درجة الحرارة ولا الرطوبة في نقاط أخذ العينات، كما أن الطبيعة التجمعية لتوزيع حشرات المخازن (Jian, 2019) تجعل بؤرة إصابة واحدة كافية لرفع العدد في عينة بعينها.

أما العمق، فلم يكن لأثره الإجمالي دلالة معنوية، ولم تظهر أعداد الحشرات انخفاضا مستمرا مع زيادة العمق ، إذ كانت الوفرة عند 30 سم أعلى منها عند 20 سم، ويفسر ذلك جزئيا بأن الأعماق المدروسة (10–30 سم) تقع جميعها ضمن الطبقة السطحية للكومة بخلاف الدراسات التي قارنت طبقات تمتد إلى عمق 1.5 م أو أكثر (Athanassiou *et al.,* 2003)، ولذلك لا يمكن من بيانات هذه الدراسة اختبار الفرضية القائلة بأن ارتفاع الحرارة وانخفاض الأكسجين في قلب الكومة يحدان من وجود الحشرات، إذ يتطلب ذلك أخذ عينات من أعماق أكبر مع قياس هذه العوامل مباشرة.

وتنسجم سيادة خنفساء الدقيق المتشابهة وخنفساء الحبوب المنشارية مع طبيعة المادة المخزنة، فكلاهما من الآفات الثانوية التي تتغذى على المنتجات المجروشة والمطحونة وتتكاثر فيها بسرعة ( Guru *et al.,* 2022;)، وقد سجلت *T. confusum* ضمن الأنواع الأكثر وفرة في مصانع الأعلاف في دراسات حديثة (Agrafioti *et al.,* 2024; Lampiri *et al.,* 2025)، أما تسجيل سوسة القمح *S. granarius* بأعداد ملحوظة فيستحق الانتباه لأنها آفة أولية تتطور يرقاتها داخل الحبوب السليمة ولا تكمل دورة حياتها عادة في المواد المجروشة، ومن ثم يرجح أن وجودها يعكس انتقالها من حبوب أخرى (كالشعير أو القمح أو الذرة) المخزنة أو المصنعة في المنشأة نفسها، أو وجود حبوب سليمة مختلطة بالجريش، وتتفق هذه الملاحظة ما أشار إليه Gerken & Campbell (2022) من أن الإصابة داخل منشآت التصنيع تتأثر بمصادر العدوى في المنشأة كلها لا بالمادة المخزنة وحدها.

ويعد تسجيل خنفساء الخابرا *T. granarium* بنسبة 7% من الأفراد أهم نتائج هذه الدراسة من الناحية التطبيقية إذ تصنف ضمن أخطر آفات الحجر الزراعي في العالم، وتتميز يرقاتها بقدرتها على الدخول في سكون طويل

وتحمل الظروف القاسية ومقاومة المعاملات بالمبيدات والمدخنات (Athanassiou *et al.,* 2019) ويستدعي وجودها في منشأة لتصنيع الأعلاف تعزيز برامج الرصد والتفتيش ومعالجة البؤر المصابة، لا سيما الطبقات السطحية.

**5. الاستنتاجات والتوصيات**

سجلت سبعة أنواع من الخنافس في كومة جريش فول الصويا المخزنة بمصنع أعلاف شحات، تصدرتها خنفساء الدقيق المتشابهة، وتركزت الإصابة في قمة الكومة وجهتها الجنوبية، في حين لم تظهر أعداد الحشرات انخفاضا مستمرا مع زيادة العمق ضمن النطاق 10–30 سم، وبناء على ذلك يوصى بما يلي:

1. تركيز الفحص الدوري والمعاملات الموضعية على الطبقة السطحية العلوية والجوانب الأكثر تعرضا للدفء من أكوام الأعلاف المخزنة.

2. إدراج خنفساء الخابرا ضمن أولويات الرصد في منشآت الأعلاف المحلية، واتخاذ إجراءات صحية وحجرية للحد من انتشارها.

3. فصل الحبوب الكاملة عن المنتجات المجروشة داخل المنشأة، وتنظيف بقايا المواد المخزنة دوريا، للحد من انتقال العدوى بين المواد.

4. إجراء دراسات مستقبلية بتصميم متوازن يتضمن مكررات مستقلة، وأعماقا أكبر، وتسجيلا لوزن العينات، وقياسا للحرارة والرطوبة النسبية ورطوبة المنتج وتركيز الأكسجين في كل نقطة، وتكرار أخذ العينات زمنيا وعلى سلع وهياكل تخزين مختلفة (أكوام، أكياس، صوامع)، مع حفظ عينات مرجعية للأنواع المعرفة.

**المراجع**

1. بدوي، علي إبراهيم، والدريهم، يوسف بن ناصر. (1991). *آفات الحبوب والمواد المخزونة وطرق مكافحتها*. جامعة الملك سعود، الرياض.
2. العزاوي، عبد الله فليح، وطاهر، مهدي محمد. (1983). *حشرات المخازن* (ط1). جامعة بغداد، العراق.
3. Adler, C., Athanassiou, C., Carvalho, M. O., Emekci, M., Gvozdenac, S., Hamel, D., Riudavets, J., Stejskal, V., Trdan, S., & Trematerra, P. (2022). Changes in the distribution and pest risk of stored product insects in Europe due to global warming: Need for pan-European pest monitoring and improved food-safety. *Journal of Stored Products Research, 97*, 101977.
4. Agrafioti, P., Lampiri, E., Kaloudis, E., Gourgouta, M., Vassilakos, T. N., Ioannidis, P. M., & Athanassiou, C. G. (2024). Spatio-temporal distribution of stored product insects in a feed mill in Greece. *Agronomy, 14*(12), 2812.
5. Anukiruthika, T., Jian, F., & Jayas, D. S. (2021). Movement and behavioral response of stored product insects under stored grain environments – A review. *Journal of Stored Products Research, 90*, 101752.
6. Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Palyvos, N. E., & Buchelos, C. Th. (2003). Three-dimensional distribution and sampling indices of insects and mites in horizontally-stored wheat. *Applied Entomology and Zoology, 38*(3), 413–426.
7. Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Palyvos, N. E., Sciarretta, A., & Trematerra, P. (2005). Spatiotemporal distribution of insects and mites in horizontally stored wheat. *Journal of Economic Entomology, 98*(3), 1058–1069.
8. Athanassiou, C. G., Phillips, T. W., & Wakil, W. (2019). Biology and control of the khapra beetle, *Trogoderma granarium*, a major quarantine threat to global food security. *Annual Review of Entomology, 64*, 131–148.

9. Athanassiou, C. G., Morrison, W. R., III, Stejskal, V., & Riudavets, J. (2025). Monitoring of stored product insects and decision support systems at the post-harvest stages of durable agricultural commodities: A review. *Entomologia Generalis, 45*(4), 991–1015.
10. Bharathi, V. S. K., Jian, F., & Jayas, D. S. (2023). Biology, ecology, and behavior of rusty grain beetle (*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)). *Insects, 14*(7), 590.
11. Gerken, A. R., & Campbell, J. F. (2022). Spatial and temporal variation in stored-product insect pest distributions and implications for pest management in processing and storage facilities. *Annals of the Entomological Society of America, 115*(3), 239–252.
12. Guru, P. N., Mridula, D., Dukare, A. S., Ghodki, B. M., Paschapur, A. U., Samal, I., Nikhil Raj, M., Padala, V. K., Rajashekhar, M., & Subbanna, A. R. N. S. (2022). A comprehensive review on advances in storage pest management: Current scenario and future prospects. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 6*, 993341.
13. Hagstrum, D. W., & Subramanyam, B. (2006). *Fundamentals of stored-product entomology*. AACC International.
14. Jian, F. (2019). Influences of stored product insect movements on integrated pest management decisions. *Insects, 10*(4), 100.
15. Kumar, D., & Kalita, P. (2017). Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods, 6*(1), 8.
16. Lampiri, E., Agrafioti, P., Kaloudis, E., Kateris, D., & Athanassiou, C. G. (2025). Diversity and seasonal dynamics of stored-product insects in a feed manufacturing facility in Greece. Insects, 16(12), 1209.
17. Magurran, A. E. (2021). Measuring biological diversity. *Current Biology, 31*(19), R1174–R1177.

18. Rees, D. (2004). *Insects of stored products*. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria, Australia. 192 pp.
19. Seabold, S., & Perktold, J. (2010). Statsmodels: Econometric and statistical modeling with Python. In *Proceedings of the 9th Python in Science Conference* (pp. 92–96).
20. Stathas, I. G., Sakellaridis, A. C., Papadelli, M., Kapolos, J., Papadimitriou, K., & Stathas, G. J. (2023). The effects of insect infestation on stored agricultural products and the quality of food. *Foods, 12*(10), 2046.
21. Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., … van Mulbregt, P. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods, 17*(3), 261–272.