The effect of high temperatures on the survival rate of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) under laboratory conditions.

Dr.Nabil Abo Kaf*
Tofek Boudi**

(Received 9 / 10 / 2024. Accepted 22 / 12 /2024)

□ ABSTRACT □

This research was conducted in the plant quarantine laboratory in the port of Latakia to study the effect of high temperatures on the survival rate of the red flour beetle *T.castaneum* under laboratory conditions Due to the high rate of beetle infestation among agricultural consignments imported and exported through the port of Latakia, the same applies to food stores as well. The results showed that the survival rate recorded its highest value at a temperature of 40°C and an exposure period of 15 minutes, amounting to 0.98. ±0.141, while 0.82±0.386 was recorded at an exposure period of 120 minutes at the same temperature. While a value of 0.78±0.416 was recorded at a temperature of 45°C and an exposure period of 15 minutes, and a value of 0.68±0.469 was recorded at a temperature of 120 minutes at the same temperature.

At a temperature of 50°C, the survival rate recorded a value of 0.74±0.441 with an exposure period of 15 minutes, which decreased to 0.50±0.503 with an exposure period of 120 minutes, while the survival rate recorded a value of 0.30±0.461 at a temperature of 55°C and an exposure duration of 15 minutes, recording a value of 0 with an exposure duration of 120 minutes. 120 minutes at 60°C for different exposure times.

Keywords: Red flour beetle, survival rate, plant quarantine, Latakia, Syria.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University,Lattakia,Syria. Nabil.abokaf@tishreen.edu.sy**

** **PhD student, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia ,Syria. tofek.boudi@tishreen.edu.sy**

تأثير درجات الحرارة المرتفعة على معدل الحياتية لخنفساء الطحين الحمراء *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera:Tenebrionidae) ضمن الظروف المختبرية.

د. نبيل أبو كف*

توفيق بودي**

(تاريخ الإيداع 9 / 10 / 2024. قبل للنشر في 22 / 12 / 2024)

□ ملخّص □

أجري هذا البحث في مخبر الحجر الصحي النباتي في مرفأ اللاذقية لدراسة تأثير درجات الحرارة المرتفعة على معدل حياتية خنفساء الطحين الحمراء *T.castaneum* ضمن الظروف المختبرية نظراً لارتفاع نسبة الإصابة بالخنفساء ضمن الإرساليات الزراعية الواردة والصادرة عبر مرفأ اللاذقية وكذلك الامر بالنسبة لمخازن المواد الغذائية أيضاً. حيث بينت النتائج أن معدل الحياتية سجل أعلى قيمة له عند درجة حرارة 40 C° ومدة تعريض 15 دقيقة بلغت 0.98±0.141 فيما سجل 0.82±0.386 عند مدة تعريض 120 دقيقة لدى نفس درجة الحرارة. فيما سجل 0.78±0.416 عند درجة حرارة 45°C ومدة تعريض 15 دقيقة، وقيمة 0.68±0.469 عنده مدة تعريض 120 دقيقة ضمن درجة الحرارة ذاتها.

عند درجة الحرارة 50C° سجل معدل الحياتية قيمة 0.74±0.441 عنده مدة تعريض 15 دقيقة انخفضت إلى 0.50±0.503 عند فترة تعريض 120 دقيقة، فيما سجل معدل الحياتية 0.30±0.461 عند درجة حرارة 55C° ومدة تعريض 15 دقيقة ليسجل قيمة 0 عند مدة تعريض 120 دقيقة وعند الدرجة 60C° لدى مدد التعريض المختلفة.

الكلمات المفتاحية: خنفساء الطحين الحمراء، معدل الحياتية، الحجر الصحي النباتي، اللاذقية، سورية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

*أستاذ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية nabil.abokaf@edu.sy

**طالب دكتوراه ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية tofek.boudi@edu.sy

مقدمة:

تصاب المواد المخزونة بالعديد من الآفات وخاصة الحشرية منها والتي تشكل تهديداً حقيقياً لقطاع النقل والتخزين، ومن أهم هذه الآفات الحشرية خنفساء الطحين الحمراء *Tribolium castaneum* (Herbst) التي وعلى الرغم من تصنيفها كحشرة مخازن ثانوية إلا أنها أصبحت تشكل خطراً كبيراً في مخازن وصوامع الحبوب والمواد الغذائية (Whalon,etal,2008). حيث أشارت منظمة الزراعة والغذاء العالمية (F A O) خلال عام 2022 إلى حدوث خسائر في صوامع الحبوب ومخازن المواد الغذائية على مستوى العالم بلغت 38 مليون طن.

في الوقت الراهن وفي معظم الدول الآسيوية يتم الاعتماد وبشكل رئيسي على المكافحة الكيميائية باستخدام الغازات السامة وعلى راسها غاز الفوسفين بالرغم من مخاطرها على البيئة وصحة الإنسان، ومع تفاقم مشكلة المقاومة لدى خنفساء الطحين الحمراء من جهة والأضرار الصحية لاستخدام الغازات السامة في عمليات المكافحة اتجهت الدراسات الحديثة إلى المكافحة النظيفة من خلال التحكم بالظروف والعوامل البيئية المحيطة بالحشرة وأهمها درجة حرارة الوسط المحيط (Badlah et al,2023). حيث درس Mahrof و آخرون (2005) خصوبة خنفساء الطحين الحمراء *T.castaneum* عند تعريض الذكور و الإناث لحرارة 50C° لمدة 30–60 دقيقة لتنخفض الخصوبة بنسبة 50–64%، هذه النتائج فتحت المجال واسعاً أمام الباحثين للتوسع في دراسة تأثير العوامل البيئية المحيطة بالحشرة كعامل أساسي في مكافحة هذه الآفات.

طرائق البحث و مواده:

التربية الحشرية:

جمعت العينات الحشرية لخنفساء الطحين الحمراء من عينات إرسالية دقيق قمح مصابة بالخنفساء من منشأ ومصدر جمهورية مصر العربية، حيث تم تربيتها ضمن عبوات بلاستيكية سعة 250 مل مع وضع شبك منخل على فوهة العبوة وتركت للتكاثر ضمن حاضنة JSCC–250 CP GmbH على حرارة 25±2 °C ورطوبة نسبية 75±5% في مخبر الحجر الصحي النباتي باللاذقية.

دراسة تأثير درجات الحرارة المرتفعة:

تم تحضير عشرة أزواج من الخنفساء (5ذكر،5أنثى) ووضعت ضمن طبق بتري يحوي ورقة ترشيح و 20 غرام دقيق قمح حيث تم تحضير 5 أطباق لكل درجة حرارة مدروسة ولكل مدة تعريض ضمن درجة الحرارة.

تم دراسة خمس درجات حرارة (40,45,50,55,60) C°ولكل درجة خمس فترات زمنية للتعريض (15,30,45,60,120) دقيقة بواقع 500 حشرة لكل درجة حرارة مدروسة باستخدام الحاضنة MeMet GmbH المزودة بمدخرة كهربائية.

بعد إجراء المعاملة وفق درجة الحرارة والمدة الزمنية المدروستين وضعت الأطباق ضمن الحاضنة على حرارة 25 ±2 C°ورطوبة نسبية 75±5 % لمدة 24 ساعة ثم أخذت القراءات لحساب نسبة الموت حيث تم التعرف على الأفراد الميتة من خلال انعدام الحركة (سكون تام) وتحول لون البالغات من البني المحمر إلى اللون الأسود (Fredrek,2016).

جمعت البيانات ضمن جداول خاصة وتم حساب نسبة الموت من العلاقة:

نسبة الموت% = عدد الحشرات الميتة / عدد الحشرات الكلية × 100

التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS باستخدام طريقة ANOVA one way للحصول على جدول تحليل التباين واستخدام أقل فرق معنوي LSD لتحليل الفروقات المعنوية عند مستوى معنوية 1%

تم تنظيم النتائج ضمن جدول ومخططات باستخدام برنامج Excel و SPSS حيث تم حساب قيمة كل من F و Sig (مستوى الدلالة) من خلال تحليل التباين، كم تم حساب معادلة خط الانحدار بين معدل الحياتية و باختلاف مدة التعريض عند درجات الحرارة المدروسة من خلال:

$$Y=a+bx1+cx2$$

حيث :Yمعدل الحياتية X1 : درجة الحرارة المدروسة X2 : مدة التعريض a,b ثوابت

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج الدراسة قيم عالية لمعدل الحياتية بلغت 0.98±0.141 عند درجة حرارة 40C° ومدة تعريض 15 دقيقة بينما انخفضت إلى 0.82±0.386 عند مدة تعريض 120 دقيقة ضمن درجة الحرارة ذاتها، فيما سجل معدل الحياتية عند مدة تعريض (60−45−30) دقيقة (0.86±0.349,0.87±0.338,0.94±0.239) على التوالي (جدول،1).

وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين مدد التعريض عند درجة حرارة 40C° حيث كانت F=4.527 و Sig=0.001 الأمر الذي يشير إلى انخفاض معدل الحياتية مع زيادة مدة التعريض بالدقيقة. توافقت هذه النتائج بشكل كبير مع نتائج دراسة Sing and Parkash (2015) اللذان اختبرا تأثير درجة الحرارة 40C° على بالغات خنفساء الطحين الحمراء ضمن مدد تعريض مختلفة حيث سجل معدل الحياتية 0.95±0.312 عند مدة تعريض 15 دقيقة و 0.84±0.212 عند مدة تعريض 120 دقيقة ضمن الظروف المختبرية. يعود انخفاض معدل الحياتية مع زيادة مدة التعريض إلى أن الخنفساء تبدأ السوائل داخل أنسجة الجسم عند درجة حرارة 38C° وما فوق (Liu and Lu,2017).

عند درجة حرارة 45C° سجل معدل الحياتية انخفاضا حيث بلغ 0.78±0.416 عند مدة تعريض 15 دقيقة فيما سجل قيمة 0.68±0.469 عند مدة تعريض 120 دقيقة فيما سجل قيم (0.72±0.451,0.74±0.441,0.76±0.429) عند مدد تعريض (30,45,60) دقيقة على التوالي.

من خلال التحليل الإحصائي تبين عدم وجود فروقات معنوية بين قيم معدل الحياتية مع اختلاف مدة التعريض عند درجة الحرارة 45C° حيث كانت Sig=0.553 F=0.759 حيث أشار Dowd (1999) بأن بالغات الخنفساء تبدأ بالمقاومة التدريجية لارتفاع درجات الحرارة عند الدرجة (43−42) C°في محاولة منها للبقاء من خلال السكون التام وعدم الحركة للتقليل من الفاقد المائي ضمن أنسجة جسمها، كما أشار Daeunge (2016) إلى وجود مرحلة ثبات في معدل الحياتية لدى الخنفساء عند مستوى حراري ما بين (43−48) C°بعدها تبدأ البالغات بالموت.

بالنسبة لدرجة الحرارة 50C° فقد سجل معدل الحياتية قيمة 0.74±0.441 عند مدة تعريض 15 دقيقة فيما سجل أدنى قيمة له بلغت 0.50±0.503 عند مدة تعريض 120 دقيقة وسجل قيم (0.57±0.498,0.62±0.488,0.67±0.473) عند مدد تعريض (30,45,60) دقيقة على التوالي.

جاءت هذه النتائج متوافقة مع دراسة Mahroof وآخرون (2005) حيث سجل معدل الحياتية أقل قيمة له (0.51±0.311) عند تعريض بالغات الخنفساء لدرجة حرارة 50C° لمدة 120 دقيقة فيما سجل (0.70±0.411) عند مدة تعريض 10 دقيقة.

من خلال التحليل الإحصائي تبين وجود فروقات معنوية بين قيم معدل الحياتية عند درجة حرارة 50C° وباختلاف مدة التعريض حيث كانت Sig=0.006 , F=3.656 وهذا ما فسره Daeung وآخرون (2017) حين أشار إلى زيادة في نسب القتل لدى بالغات الخنفساء بعد درجة الحرارة 48C° وباختلاف مدة التعريض حيث ينخفض معدل الحياتية مع زيادة مدة التعريض.

عند درجة الحرارة 55C° سجل معدل الحياتية قيمة (0.30±0.461) عند مدة تعريض 15 دقيقة فيما سجل القيمة (0) عند مدة تعريض 120 دقيقة كما سجل القيم (0.21±0.409,0.11±0.314,0.05±0.219) عند مدة تعريض (30,45,60) دقيقة على التوالي. لوحظ تسجيل فروقات معنوية لقيم معدل الحياتية عند درجة الحرارة 55C° باختلاف مدة التعريض حيث كانت F=13.987,Sig=0.000 .

جاءت النتائج متوافقة مع دراسة Brijwani و آخرون (2012) حيث سجل معدل الحياتية 0.28±0.462 عند تعريض بالغات الخنفساء لدرجة حرارة 55C° لمدة 20 دقيقة ضمن صوامع الحبوب ومخازن الطحين.

عند درجة الحرارة 60C° سجل معدل الحياتية القيمة (0) باختلاف مدة التعريض وهذا يتوافق مع نتائج Daeung و آخرون (2017) ونتائج عيدان وآخرون (2008) اللذين أشاروا إلى تسجيل معدل الحياتية للقيمة (0) عند تعريض الخنفساء لدرجة حرارة 60C° مهما كانت مدة التعريض.

من خلال الشكل (1) تبين وجود فروقات معنوية بين معدل الحياتية ومدة التعريض عند درجة الحرارة 40C° حيث كانت Sig=0.000 وكانت معادلة خط الانحدار على الشكل الآتي: الحياتية = 0.971 + (0.001* مدة التعريض بالدقيقة)

عند درجة الحرارة 45C° بين الشكل (2) وجود فروق معنوية حيث كانت Sig=0.000 وكانت معادلة خط الانحدار على الشكل الآتي: الحياتية = 0.786 + (0.001* مدة التعريض بالدقيقة)

في حين بين الشكل (3) وجود فروق معنوية عند الدرجة 50C° حيث كانت Sig=0.000 وكانت معادلة خط الانحدار على الشكل الآتي: الحياتية = 0.736 + (0.002* مدة التعريض بالدقيقة)

من خلال الشكل (4) يتبين وجود فروق معنوية بين قيم معدل الحياتية ومدة التعريض حيث كانت Sig=0.000 وكانت معادلة خط الانحدار على الشكل الآتي: الحياتية = 0.277 + (0.003* مدة التعريض بالدقيقة)

جاءت هذه النتائج متوافقة مع دراسة Frederic (2016) الذي درس تأثير ارتفاع درجات الحرارة على خنفساء الطحين الحمراء ضمن الظروف المختبرية وعند مدد تعريض مختلفة.

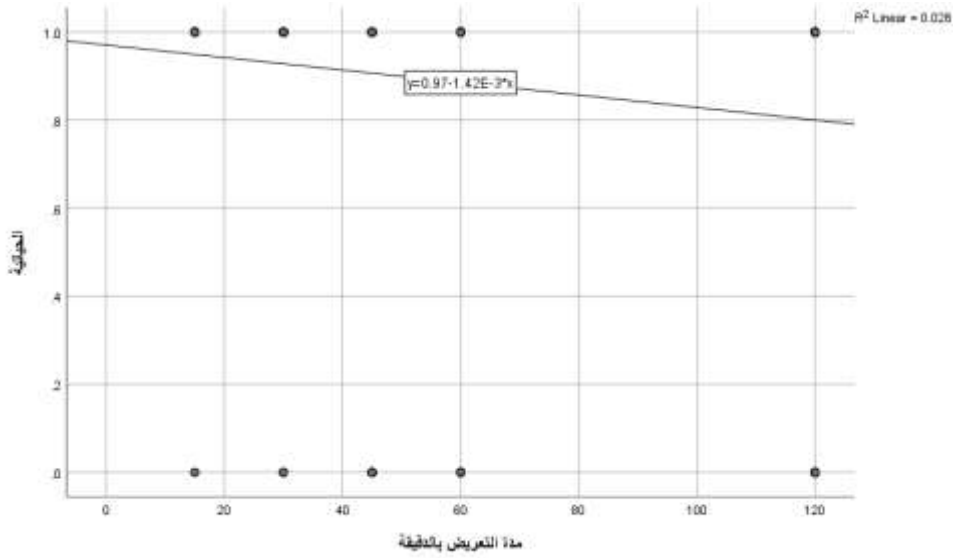
الاستنتاجات والتوصيات:

1- أهمية درجة حرارة الوسط المحيط بالخنفساء كعامل أساسي وهام في مكافحتها.

2-ضرورة ادراج درجة حرارة الوسط المحيط بالآفة ضمن برامج الإدارة المتكاملة لآفات المخازن الحشرية كبديل عن استخدام المبيدات الكيميائية والغازات السامة الضارة بالإنسان والبيئة والتي أصبحت شبه عديمة الفائدة نتيجة ظهور سلالات مقاومة لدى خنفساء الطحين الحمراء.

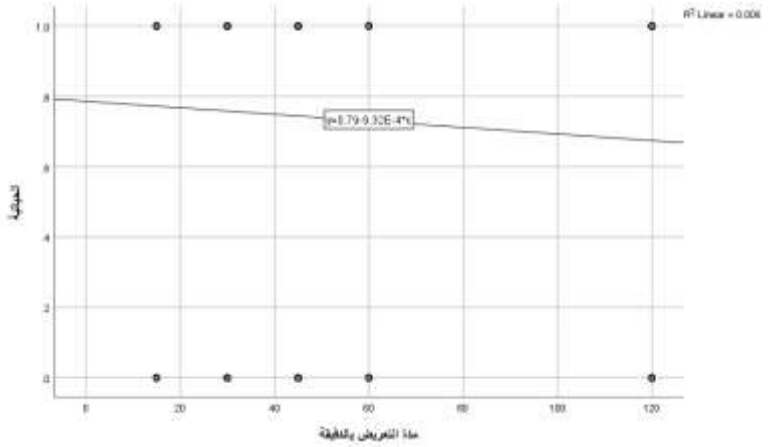
جدول (1) معدل الحياتية ± الخطأ القياسي لخنفساء الطحين الحمراء *T.castaneum* عند درجات الحرارة المرتفعة و مدد التعريض المدروسة.

LSD(5%)	SIG	F	60	55	50	45	40	درجة الحرارة C° / مدة التعرض Min
0.004	0.000	133.090	0	0.30±0.461	0.74±0.441	0.87±0.416	0.98±0.141	15
0.01	0.000	123.180	0	0.21±0.409	0.67±0.473	0.76±0.429	0.94±0.239	30
0.002	0.000	117.336	0	0.11±0.314	0.62±0.488	0.74±0.441	0.87±0.338	45
0.014	0.000	124.314	0	0.05±0.219	0.57±0.498	0.72±0.451	0.86±0.349	60
0.034	0.000	117.635	0	0	0.50±0.503	0.68±0.469	0.82±0.386	120
			-	13.987	3.656	0.759	4.527	F
			-	0.000	0.006	0.553	0.001	SIG
			0.01	0.004	0.03	0.01	0.002	LSD (5%)

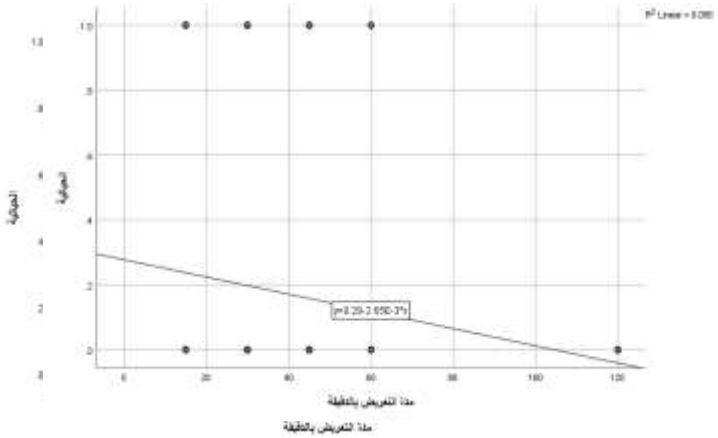


الشكل (1) معادلة خط الانحدار عند درجة حرارة 40C°

الشكل (2) معادلة خط الانحدار عند درجة الحرارة °45C



الشكل (3) معادلة خط الانحدار عند درجة الحرارة °50C



الشكل (4) معادلة خط الانحدار عند درجة حرارة

References:

عيدان،محمد فريح., محمد،عماد قاسم.,الملاح، نبيل مصطفى.(2007). استخدام درجات الحرارة المرتفعة و المنخفضة في مكافحة حشرتي خنفساء الطحين المتشابهة *Tribolioum confusum* DUV (Tenebrionidae:Coleoptera) وخنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephilus Surinamensis*(L) (Silvanidae:Coleoptera) .مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية، المجلد 5،العدد 3،جامعة الموصل،العراق،14-24.

Idan, Mohammed Fereih; Mohammed, Emad Qasem; Al-Mallah, Nabil Mustafa (2007). "Using High and Low Temperatures to Control the Confused Flour Beetle Tribolium confusum DUV (Tenebrionidae: Coleoptera) and the Sawtoothed Grain Beetle Oryzaephilus surinamensis (L) (Silvanidae: Coleoptera)." Journal of Basic Education Research, Volume 5, Issue 3, University of Mosul, Iraq, pp. 14-24.

Brijwani,M.,Subramanyam,B.,Flinn,P,W.,Langemeir,M,R.,Hartzer,M.,Hulasare,R.(2012). Susceptibility of *Tribolium castaneum* life stages exposed to elevated temperatures during heat treatments of apilot flour mill ifluence of sanitation,temperatures attained among mills floors and costs. Journal of Economic Entomology,105(2),709-717.

Bodlah,M,A.,Iqbal,J.,Ashiq,A.,Bodlah,I;Jiang,S.,Mudassir,M,A.,Rasheed,M.,Fareen,A,G. (2022).Insect behavioral restraint and adaptation strategies under heat stress.Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences,Vol(2),1-24.

Daeung,Y.(2016).Radio frequency (RF) assisted disinfestation of red flour beetle *Tribolium castaneum* in stored canola seeds (*Brassica napus* L.) .Department of chemical and Biological University of Saskatchewan,12(3),238-244.

Daeung,Y.,Shrestha,B.,Baik,O.(2017).Thermal death kinetics of adult red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) in canola seeds during radio frequency heating.International Journal of Food Properties,Vol(20),No12,3064-3075.

Dowdy,K,A.(1999).Mortality of red flour beetle *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae) exposed to high temperature and diatomaceous earth combinations.Journal of Stored Products Researsh,Vol(35),175-182.

Fredrek,J,L.(2016).Heat treatment of empty storage bins and grain processing facilities Factors influencing efficacy against adult of the red flour beetle,*Tribolium castaneum*(Herbst).Journal of Kansas state University,Manhatten.Vol(3),129-140.

Liu,J.,Lu,J.(2017).Influence of acclimation to sublethal temperature on heat tolerance of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera:Tenebrionidae) exposed to 50C°. National Natural Science Foundation of China,vol(16),13-26.

Mahroof,R.,Subramanyam,B.,Flinn,P.(2005). Reproductive performance of *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae) exposed the minimum heat temperature as pupae and adults.Journal Econ.Entomol,98(2),626-633.

Singh,SH.,Prakash,S.(2015): Effect of temperature and humidity on the culture of *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae) in the laboratory.International Journal of Scientific and Research publication,Vol(5),Issue70-81.

Whalon,M,C.,Motasanchez,D.,Hollingsworth,R,M.(2008).Global pesticides resistance in Arthropods.CABI,UK,169-188.