The Application Of Microwaves Ray To Controlling The Adults Of Some Stored Grain Insects

استخدام الأشعة المايكروية في مكافحة أنواع من بالغات بعض حشرات المخازن

د. عماد قاسم العبادي د. نبيل مصطفى الملاح د. هيثم محي الدين
جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات / قسم وقاية النبات
Semad82@yahoo.com

الملخص

أثبتت نتائج الدراسة باستخدام الأشعة المايكروية في مكافحة بالغات ثاقبة الحبوب الصغرى وخنفساء الحبوب المنشارية وخنفساء الطحين المتشابهة أن للأشعة تأثيراً كبيراً في قتل بالغات الأنواع الثلاثة من الحشرات المخزنية إذ كان لمستوى الطاقة 200 و 400 و 600 و800 واط اثر كبير في تصاعد نسب قتل بالغات ثاقبة الحبوب الصغرى اذ بلغت 28.33 ، 60 ، 75.83 ، 83.33 % على التوالي فيما كانت لخنفساء الحبوب المنشارية 1.67 ، 46.67 ، 88.33 ، 81.67 % على التوالي ولخنفساء الطحين المتشابهة بلغت 10.84 ، 35.83 ، 79.17 ، 94.17 % على التوالي ، اما لمدد التعريض 15 و 30 و 45 و 60 ثانية كان لها أثرها الواضح في زيادة نسب قتل البالغات إذ بلغت لثاقبة الحبوب الصغرى 33.33 ، 65 ، 70 ، 79.17 % على التوالي ولخنفساء الحبوب المنشارية 35 ، 47.5 ، 65.83 ، 70 % على التوالي ولخنفساء الطحين المتشابهة بلغت 37.5 ، 47.5 ، 70 ، 65 % على التوالي ، فيما اثبتت نتائج الدراسة ان مستوى الطاقة 600 واط تحت مدة تعريض 45 ثانية كانت كافية لقتل بالغات الانواع الثلاث للحشرات المدروسة بنسبة 100% .

ABSTRACT

The results of the application of microwaves ray to controlling the adults of Lesser grain borer , Saw-toothed grain beetle and Confused flour beetle ,revealed that the microwaves ray produced a superior killing to the adults of the three species and as Increasing the energy levied from 200 , 400 , 600 , 800 Watt . Increased the mortality percentage and reached 28.33 , 60 , 75.83 and 81.67% respectively for the Lesser grain borer and 1.67 , 46.07 , 88.33 and 81.67% for Saw-toothed grain beetle respectively and for Confused flour beetle reached 10.84 , 35.83 , 79.17 and 94.17% respectively . The effect of exposure periods (15 , 30 , 45 , 60) Sec. showed a clear effect in increasing the mortality percentage in insect adults and reached 33.33 , 65 , 70 and 79.17% for Lesser grain borer and 35 , 47.5 , 65.83 and 70% for Saw-toothed grain beetle and 37.5 , 47.5 , 70 and 65% for Confused flour beetle respectively .

The result also exhibited that the energy levied of 600 Watt with an exposure period for 45 Sec. produce a 100% mortality to the adults of the three species .

المقدمــة

تصاب الحبوب المخزونة بالعديد من الافات الحشرية وتعد ثاقبة الحبوب الصغرى *Rhizopertha dominica* وخنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephilus surinamensis* وخنفساء الطحين المتشابهة *Tribolium confusum* من افات الحبوب المخزونة الاكثر شيوعا وانتشارا ، وان اهميتها تأتي من تغذيها على العديد من المواد الغذائية الجافة المخزونة وذلك يتيح لها الانتقال من عائل لأخر خلال عمليات الخزن ، وان الفقد في الحاصل من الحبوب والناتج عن اصابتها بالحشرات بلغت 10% في شمال امريكا و30% في افريقيا وأسيا (1) وان الخسائر في الحبوب والناجمة عن مهاجمة هذه الحشرات خلال فترة الخزن قدرت بحوالي 5-10% او حوالي 1.4-2.8 بليون دولار عام 2006 في الولايات المتحدة الامريكية(2). ان تأثير هذه الحشرات لايقتصر على الفقد في كميات الحبوب المخزونة ولكن يؤثر وبشكل فعال في نوعية هذه الحبوب وتلويثها بمخلفات الحشرات وجلود انسلاخها (3) فضلا عن تلوثها بالسموم الفطرية Mycotoxins ومتبقيات المبيدات (4).

استخدمت وسائل مكافحة عديدة لافات المواد المخزونة ولكن التبخير بالغازات السامة والمعالجة بالمبيدات الكيميائية هو المعول عليه في المكافحة ، الا انه يؤخذ على هاتين الطريقتين انهما تتركان بقايا ضارة في المواد المعالجة وعلى البيئة اذ اثبتت الدراسات الحديثة الاضرار الصحية والبيئية لبروميد المثيل وخاصة على طبقة الاوزون ، مما دفع المجتمع الدولي الى تبني خطة لوقف انتاجه واستعماله في انحاء العالم بحلول عام 2005 ، اضافة الى امكانية ظهور صفة المقاومة عند الافات الحشرية للمبيدات الكيميائية والمبخرات (5 و 6). لهذا السبب كان من الضروري البحث عن طرق بديله لاستمرارها في السيطرة على الحشرات التي تصيب الحبوب المخزونة وقد اظهرت طريقة تعقيم الحبوب باستخدام المايكرويف فاعلية جيدة في حماية الحبوب وبمواصفات

تؤهلها لتكون الطريقة البديلة في هذا المجال (7). ان اساس عمل هذه الاجهزة في قتل الحشرات يستند الى اختلاف الخصائص الكهربائية للحبوب المخزونة والتي تعد فقيرة في توصيلها الكهربائي نسبيا مقارنة مع الحشرات التي التي يمكن ان تسخن بسرعة (لزيادة محتواها من الرطوبة) لتصل لدرجة الحرارة المميته (8 و 9 و 10 و 11) ، ففي دراسة لـ (7) أشار الى موت جميع البالغات المعرضة للاشعة المايكروية وللانواع الحشرية الثلاثة المستخدمة في الدراسة *T. castaneum* و *Cryptolestes ferrgenus* و *Sitophilus granaries* وباستخدام مستوى طاقة 500 واط ولمدة 28 ثانية في حين كان للاشعة المايكروية تأثير عكسي في نسبة انبات بذور الحنطة في حين لم يكن هناك أي تأثير معنوي للاشعة في نوعية بروتين الحبوب وبروتين الطحين .

لذلك فان الدراسة الحالية تهدف الى الحصول على طرق بديلة وامنة وسهلة الاستخدام لمكافحة ثاقبة الحبوب الصغرى *Rhizopertha dominica* وخنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephilus surinamensis* وخنفساء الطحين المتشابهة *Tribolium confusum* وذلك عن طريق تحديد مستوى الطاقة والفترة الزمنية اللازمة للاشعة المايكروية في قتل بالغات الحشرات المذكورة.

مواد وطرائق العمل

نفذت الدراسة في مختبر بحوث الحشرات / قسم وقاية النبات / كلية الزراعة والغابات خلال الفصل الدراسي الخريفي والربيعي لعام 2010-2011م .

1- تحضير مزارع الحشرات : تم تحضير مزارع الحشرات بتربية انواع الحشرات الثلاثة ثاقبة الحبوب الصغرى وخنفساء الحبوب المنشارية وخنفساء الطحين المتشابهة كل على حدا في اواني بلاستيكية حجم 5لتر تم اختيار الحبية كمادة غذائية مفضلة للانواع الحشرية الثلاثة لاغراض التربية بعد وضعها في فرن كهربائي على درجة حرارة 80 °م لمدة ساعتين ثم رطبت بكمية من الماء واضيف اليها كمية من ازواج الحشرات للانواع الثلاثة المدروسة وحفظت الاواني في الحاضنة تحت درجة حرارة 27 ± 1 ^{5}م ورطوبة نسبية 65% ± 5 وتركيت لحين خروج الجيل الجديد واخذت البالغات حديثة الخروج للتعريض للاشعة المايكروية .

2- دراسة تعريض الاشعة المايكروية لبالغات بعض حشرات المخازن : تمت الدراسة باخذ 10 بالغات حديثة الخروج للانواع الحشرية الثلاثة قيد الدراسة ووضعت في اواني بلاستيكية 6×6×3سم والحاوية على 5غم من المادة الغذائية (الحبية) وبعد حساب نسبة الرطوبة للمادة الغذائية المستخدمة قبل وبعد التعريض باستخدام جهاز قياس المحتوى الرطوبي للحبوب (HOH-EXPRESS HE 50) .

عرضت العينات للاشعة المايكروية بجهاز المايكرويف (Cookworks) وبأربعة مستويات طاقة (200 و 400 و 600 و 800 واط) تم تحديدها من لوحة السيطرة المثبة على الجهاز ولمدد تعريض زمنية مختلفة (15 و 30 و 45 و 60 ثانية) ضبطت في شاشة التوقيت الموجدة بالجهاز وبمعدل ثلاث مكررات مع معاملة المقارنة التي تركت بدون تعريض . حسبت نسبة القتل بعد 24 ساعة وصححت بأستخدام معادلة Abbott المذكورة في (12) ، كذلك تم قياس درجات الحرارة عند كل مستوى ومدة تعريض من مستويات الطاقة ومدد التعريض الاربعة بأستخدام بيكر مملوء بالماء وعرض تحت مستويات الطاقة ومدد التعريض ومن ثم تم قياس درجة حرارة الماء بمحرار زئبقي زجاجي مدرج (جدول ، 1).

حللت النتائج احصائيا باستخدام التصميم العشوائي الكامل واختبرت معنوية الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار دنكن اعتمادا على حزمة SAS الاحصائية وحسبت قيم الارتباط ومعادلات الانحدار للعلاقة بين نسب القتل ومدة التعريض (13) .

النتائج والمناقشة

1- تأثير الاشعة المايكروية في مكافحة بالغات ثاقبة الحبوب الصغرى *Rhizopertha dominica* :

يبين الجدول (2) أن الأشعة المايكروية عند مستوى الطاقة 200 و 400 و 600 و800 واط، كان لها أثر واضح في قتل بالفات ثاقبة الحبوب الصغرى تحت مدد تعريض 15 و 30 و 45 و 60 ثانية إذ يبين المتوسط العام لمستويات الطاقة وجود تناسب طردي بين مستويات الطاقة 200 و 400 و 600 و 800 واط وارتفاع نسب القتل إذ بلغت 28.33 و60 و 75.83 و 83.33% على التوالي ومن التحليل الإحصائي نلاحظ وجود فرق معنوي واضح بين مستويات الطاقة عند مستوى معنوي 5% كما نلاحظ أن المتوسط العام لمدد التعريض 15 و 30و 45 و 60 ثانية تتناسب طردياً مع ارتفاع نسب قتل بالغات ثاقبة الحبوب الصغرى إذ بلغت 33.33 و 65 و 70 و 69.17 % على التوالي ومن التحليل الإحصائي نلاحظ من الجدول (2) أنه هناك فرقاً معنوياً واضحاً في نسب قتل بالغات الحشرة تحت مدد التعريض المستخدمة في الدراسة. ومن التداخل بين مستوى الطاقة ومدد التعريض نلاحظ ان نسبة القتل عند مستوى طاقة 600 واط ولمدة تعريض 60 ثانية كذلك عند مستوى طاقة 800 واط ولمدة تعريض 30 ثانية كانت أعلى نسبة قتل وبلغت 100% لكلا المستويات من الطاقة وتفوقت معنوياً عن باقي المستويات ومدد التعريض فيما كانت نسبة القتل عند مستوى طاقة 200 واط وتحت مدة تعريض 15 ثانية أقل نسبة قتل وبلغت 10% . هذه النتائج تتفق مع ما جاء به (14) امكانية مكافحة ثاقبة الحبوب الصغرى باستخدام الاشعة المايكروية وبقدرة 200 كيلو واط وبتردد 28 كيكاهرتز.

2- تأثير الاشعة المايكروية في مكافحة بالغات خنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephilus surinaminsis* : يبين الجدول (3) أن الأشعة المايكروية عند مستويات الطاقة 200 و 400 و 600 و 800 واط ولفترات تعريض 15 و 30 و 45 و 60 ثانية أثر بشكل كبير في قتل بالفات خنفساء الحبوب المنشارية إذ يبين المتوسط العام لمستويات الطاقة أن نسب القتل تناسبت طردياً مع مستويات الطاقة المستعملة في الدراسة وبلغت 1.67 ، 46.67 ، 88.33 ، 81.67 % على التوالي ومن نتائج التحليل الإحصائي نلاحظ إن هناك فروقاً معنوية واضحة بين مستويات الطاقة 200 و 400 و 600 و 800 واط، فيما كان المتوسط العام لمدد التعريض له أثر واضح في نسب قتل بالفات الحشرة إذ تناسبت نسب القتل طردياً مع مدد التعريض 15 و 30 و 45 و60 ثانية وبلغت 35 ، 47.50 ، 65.83 ، 70% على التوالي. ونلاحظ من نتائج التحليل الإحصائي أن هناك فروقاً معنوية في نسب القتل بين مدد التعريض المستعملة في الدراسة، فيما يوضح الجدول (3) تأثير التداخل بين مستويات الطاقة ومدد التعريض أن أعلى نسبة قتل بلغت 100% وذلك عند مستوى طاقة 600 و 800 واط عند مدة تعريض 45 ثانية والتي اختلفت معنوياً عند باقي المعاملات ، في حين بلغت نسبة القتل صفر% عند مستوى طاقة 200 واط ولمدتي التعريض 45 و 60 ثانية . هذه النتائج اتفقت مع ما وجده (15) في ان تعريض بالغات خنفساء الحبوب المنشارية للاشعة المايكروية عند طاقة 2.5 كيلو واط ولمدة تعريض 56 ثانية كافية لقتل بالغات الحشرة جميعها.

3- تأثير الاشعة المايكروية في مكافحة بالغات خنفساء الطحين المتشابهة *Tribolium confusum* : ويوضح الجدول (4) أن الأشعة المايكروية كان لها أثر واضح في قتل بالغات خنفساء الطحين المتشابهة عند مستويات طاقة 200 و 400 و 600 و 800 واط ولمدد تعريض 15 و 30 و 45 و 60 ثانية إذ بين المتوسط العام لنسبة القتل عند مستويات الطاقة أن أعلى نسبة قتل كانت 94.17% عند مستوى طاقة 800 واط فيما كانت أقلها 10.84% عند مستوى طاقة 200 واط ومن نتائج التحليل الاحصائي يتبين ان هناك فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5% لمتوسطات النسب المئوية للقتل عند مستويات الطاقة المختلفة 200 و 400 و 600 و 800 واط حيث تدرجت متوسطات النسبة المئوية للقتل تصاعديا اذ بلغت 10.84 ، 35.83 ، 79.17 ، 94.17 % على التوالي . ويبين المتوسط العام لنسب القتل لمدد التعريض 15 و 30 و45 و 60 ثانية إن هناك تناسباً طردياً لها مع مدد التعريض وبلغت 37.5 ، 47.5 ، 70 ، 65 % على التوالي ومن نتائج التحليل الإحصائي يتبين أن هناك فروقاً معنوية واضحة بين المتوسط العام لنسب القتل مع مدد التعريض المستعملة في الدراسة، ومن دراسة التداخل بين مستويات الطاقة ومدد التعريض نجد من الجدول (4) ان تعريض بالغات الحشرة للمستوين من الطاقة 600 و 800 واط ولمدة 45 ثانية كان كافياً لاعطاء نسبة القتل 100% ، ويمكن تفسير النتائج الى ان نسبة القتل كانت عند مستوى طاقة 600 و 800 واط اعلى من المستويات الاخرى لان درجات الحرارة تحت هذه المستويات وصلت الى الدرجة الممية للحشرات المدروسة اذ تراوحت بين 26-64 $^{\circ}$م (جدول ، 1). هذه النتائج جاءت مطابقة لما اثبته (16) في ان تعريض بالغات خنفساء الطحين المتشابهة للاشعة المايكروية بتردد 2450 ميكاهيرتز ولمدة 40 ثانية اعطى نسبة قتل 100% .

ويوضح الجدول (5) قيم الارتباط ومعادلات الانحدار للعلاقة بين نسب القتل ومدة التعريض بالاشعة المايكروية عند مستويات الطاقة (200 و 400 و 600 و 800 واط) اذ كانت اعلى نسبة تأثير للاشعة في بالغات ثاقبة الحبوب الصغرى عند مستوى طاقة 600 واط والتي بلغت 94 فيما كانت اعلى قيمة للارتباط في خنفساء الحبوب المنشارية عند مستوى طاقة 400 واط والتي بلغت 88.4 فيما كانت اعلى نسبة تأثير للاشعة المايكروية في خنفساء الدقيق المتشابهة عند مستوى طاقة 600 واط اذ بلغت 91.3 .

وربما يعود الاختلاف النسبي في النسب المئوية للقتل بين الانواع الحشرية الثلاثة التي اجريت عليها الاختبارات الى اختلاف احجامها وهذا ما اشار اليه (17) حيث لاحظا وجود نسبة موت اعلى في الانواع الحشرية الاكبر حجماً مثل دودة جريش الذرة مقارنة مع خنفساء الدقيق الصدئية الحمراء والذي يعود الى اختلاف كمية الاشعة المايكروية الممتصة . وقد تتفق النتائج ايضاً مع ما ذكره (18) من ان درجات الحرارة الممية والمطلوبة لقتل الحشرات تختلف بأختلاف الانواع الحشرية.

المصادر :

1- Hill, D.S. Pests of Stored Products and Their Control. (1990). Boca Raton, FL: CRC Press.

2- USDA. Integrated Managemet of Insect Pests in Stored Grain and in Processed Grain .
Products.http://www.ars.usda.gov/research/projects.htm?ACCN_NO=409465andshowpars=trueandfy=(2006).(24/1/2008.

3- Edwards, J.P, J.E. Short and L. Abraham. Large-scale evaluation of the insect juvenile hormone analogue fenoxycarb as a long-term protectant of stored wheat. Journal of Stored Products Research. (1991). 27(1):31-39.

4- Muir, W.E. Production and marketing of cereal grain and oilseed crops. In Grain Preservation Biosystems, ed. W.E. Muir, 1-9. Winnipeg, MB: (2001). Department of Biosystems Engineering, University of Manitoba.

5- منصور ، محمد. مكافحة حشرات الحبوب المخزونة ومنتجاتها باستخدام الاشعة المؤينة. نشرة الذرة والتنمية ، بغداد . (1997). 9(4):31-35.

6- Vail, P. Crop. Res. Lab. Fresno, California, USA. (2000) . 13-17 November.

7- Vadivambal, R., D.S. Jayas and N.D.G. White. Determination of mortality of lifestages of Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored barley using microwaves. Journal of Economic Entomology. (2007). 101(3):1011-1021.
8- Ikediala, J. N., J. Tang, L.G. Neven and S. R. Drake. Quarantine treatment of cherries using 915 MHz microwaves: Temperature mapping, codling moth mortality, and fruit quality. Postharvest Biology and Technology.(1999). 16(2): 127-137.
9- Wang, S., J. Tang, R.P. Cavalieri and D.C. Davis. Differential heating of insects in dried nuts and fruits associated with radio frequency and microwave treatments .Transactions of the ASAE(2003b) 46(4): 1175-1182.
10- Antic, A. and J.M. Hill. The double diffusivity heat transfer model for grain stores incorporating microwave heating. Applied Mathematical Modelling.(2003). 27(8): 629-647.
11-Wang, S. and J. Tang. Radio frequency and microwave alternative treatments for nut insect control. International Agricultural Engineering Journal (2001). 10: 105-120.
12- شعبان ، عواد ونزار مصطفى الملاح (1993) . المبيدات . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، 520 صفحة .
13- عنتر ، سالم حمادي .(2010) . التحليل الاحصائي في البحث العلمي وبرنامج SAS . دار ابن الاثير للطباعة والنشر . جامعة الموصل . 192 صفحة .
14- Halverson; S. L; T. W. Phillips;. Timothy. S, Bigelow; G. N. Mbata and M.E. Pay-ton . The control of various species of stored product insect, with EHF energy. Paper No. 986052, ASAE Ami. Inter. Meet., Orlando FL, (1998). July (12 - 15).
15- Nakakita; H; 0. Imura; H. Nabetani; A. Watanabe; S. Watanabe; and S. Chikubu. Application of electromagnetic waves for control of stored product insects I. Effects of microwaves-on susceptibilities of insects and quality of rice. J. Jap. Soci. Food Sci. Tech. (1989) 36: 267-273.
16-Casagrande . D. Can Microwave Radiation be Used to control panty pests. Download power point Version (36"by 48")(2001) , 7 pages . http // www. Planfornewpa.com .
17- Snayesteh, N and N. N. Barthakur. Mortality and behaviour of two stored product insect species during microwave irradiation. J. Stored Prod. Res. (1996). 32: 239 - 246.
18-Fields, P.G. The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. Journal of Stored Products Research (1992). 28(2): 89-118.

جدول (1) درجات الحرارة المقاسة تحت مستويات الطاقة ومدد التعريض المستخدمة في الدراسة

مستويات الطاقة واط	مدد التعريض / ثانية			
	15	30	45	60
	درجات الحرارة °م			
200	18	19	22	26
400	23	24	27	33
600	26	35	47	59
800	28	44	55	64

الجدول (2) تأثير الأشعة المايكروية في قتل بالغات ثاقبة الحبوب الصغرى *Rhizopertha dominica*

مستوى الطاقة واط	مدد التعريض / ثانية								المتوسط العام لمستويات الطاقة
	15		30		45		60		
	% نسبة القتل								
	المدى	المتوسط ± S.D	المدى	المتوسط ± S.D	المدى	المتوسط ± S.D	المدى	المتوسط ± S.D	
200	صفر – 30	17.32±10 ح	50-30	40± 10 وز	20-20	20± صفر ز ح	50-40	43.33 ± 5.77 وز	28.33 ج
400	70-20	40± 26.45 وز	60-50	53.33± 5.77 وز	90-60	73.33 ± 15.27 ب ج د	100-50	73.33± 25.16 ب ج د	60 ب
600	70-20	46.67 ± 25.13 هـ و	90-40	66.67 ± 26.42 ج د	100-80	90± 10 أ ب ج	100-60	100± صفر آ	75.83 أ
800	50-20	36.67 ± 15.27 وز	100-100	100± صفر آ	100-90	96.67± 5.77 آب	100-100	100± صفر آ	83.33 أ
المتوسط العام لفترات التعريض		33.33 ج		65 ب		70 أ ب		79.17 أ	

المتوسطات ذات الأحرف غير المتشابهة تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5 % .

الجدول (3) تأثير الأشعة المايكروية في قتل بالغات خنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephilus surinaminsis*

مستوى الطاقة واط	مدد التعريض / ثانية								المتوسط العام لمستويات الطاقة
	15		30		45		60		
	% نسبة القتل								
	المدى	المعدل ± S.D	المدى	المعدل ± S.D	المدى	المعدل ± S.D	المدى	المعدل ± S.D	
200	صفر – 10	5.77 ± 3.33 هـ	صفر- 10	5.77 ±3.33 هـ	صفر - صفر	صفر± صفر هـ	صفر - صفر	صفر± صفر هـ	1.67 ج
400	30-10	11.54 ± 23.33 دهـ	30-100	11.54 ±16.67 دهـ	90-30	30.55 ± 63.33 ب ج	100-50	18.89 ±83.33 آب	46.67 ب
600	100-50	45.16 ±73.33 آب	100-70	15.27 ±83.33 آب	100-100	±100 صفر آ	100-90	5.77 ± 96.67 أ	88.33 أ
800	صفر- 70	36.05 ±40.00 ج د	90-80	5.77± 8667 آب	100-100	±100 صفر آ	100-100	±100 صفر آ	81.67 أ
المتوسط العام لفترات التعريض		35 ج		47.50 ب		65.83 أ		70 أ	

المتوسطات ذات الأحرف غير المتشابهة تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5 % .

الجدول (4) تأثير الأشعة المايكروية في قتل بالغات خنفساء الطحين المتشابهة *Tribolium confusum*

مستوى الطاقة واط	مدد التعريض / ثانية								المتوسط العام لمستوى الطاقة
	15		30		45		60		
	% نسبة القتل								
	المدى	المعدل ± S.D	المدى	المعدل ± S.D	المدى	المعدل ± S.D	المدى	المعدل ± S.D	
200	صفر- 20	11.54± 6.67 و	صفر- 30	10 ± 17.32 و	صفر-50	±20 26.45 هـ و	صفر- 10	5.77± 6.67 و	10.84 د
400	صفر- 40	20±20 هـ و	صفر- 30	±10 17.32 و	80-30	±60 26.45 ب ج د	100-20	41.63 ± 53.33 ج و	35.83 ج
600	60-20	20 ±40 د هـ	80-70	5.77 ± 76.67 اب ج	100-100	±100 صفر أ	100-100	±100 صفر آ	79.17 أ
800	90-70	11.54 ±83.33 آ ب	100-80	11.54 ±13.33 هـ	100-100	100 ± صفر أ	100-100	±100 صفر آ	94.17 أ
المتوسط العام لفترات التعريض	37.5 ب		47.5 ب		70 أ		65 أ		

المتوسطات ذات الأحرف غير المتشابهة تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5 % .

الجدول (5) قيم الارتباط ومعادلات الانحدار للعلاقة بين نسبة القتل لبعض حشرات المخازن وفترة التعريض بالاشعة المايكروبية عند مستويات طاقة ثابتة

النوع الحشري	مستوى الطاقة / واط	قيم الارتباط	معادلة الانحدار
ثاقبة الحبوب الصغرى *Rhizopertha dominica*	200	66.1	Y=3.40+0.640X
	400	88	Y=12.0+1.19 X
	600	94	Y=11.6+1.63 X
	800	76	Y=14.4+1.73X
خنفساء الحبوب المنشارية *Orzaephilus surinaminsis*	200	8.3	Y=1.80+0.0200X
	400	88.4	Y= 4.2 +1.37X
	600	72.10	Y= 26.6+1.46X
	800	87.3	Y= 13.2+1.73X
خنفساء الدقيق المتشابهة *Tribolium confusum*	200	33.3	Y=3.35+0.178X
	400	75.6	Y=0.6+0.973X
	600	91.3	Y=11.2+1.73X
	800	64.4	Y=31.8 +1.45X

Y : نسبة القتل

X : فترة التعريض