تأثير بعض مستويات موجات الميكروويف في الأدوار المختلفة لحشرة عثة التين *Ephestia cautella* (Walk)(Lepidoptera: Pyralidae) في التمر المخزون

The effect of microwave on different stages of fig moth, *Ephestia cautella* (Walk) Lepidoptera:Pyralidae (in stored date)

فلاح حنش نهر محمد زيدان خلف حسين فاضل الربيعي
وزارة العلوم والتكنولوجيا
Falah H. Naher Mohammed Z. Khalaf Hussain F. Alrubeai
Ministry of Science and Technology

الملخص

عرضت بيوض ويرقات وعذارى وبالغات حشرة عث التمور *Ephestia cautella* الى ثلاث مستويات 600،800،1000واط من الأشعة الميكروووية وبزمن تعرض: 20،18،16،14،12،10،8،6، صفر ثانية لكل مستوى. أشارت النتائج الى أن للأشعة الميكروويفية مقدرة عالية على قتل مختلف أدوار الحشرة وأن هذا التأثير يزداد بزيادة مستوى القوة ومدة التعريض. حيث بلغ نسبة قتل البيض 100% عند 600 و 800 واط ولمدة 14 ثانية وبنفس النسبة عند 1000 واط ولمدة اقل من 12 ثانية، وبفروق معنوية عن معاملة المقارنة التي بلغ معدل نسبة القتل فيها10%. بلغت اعلى نسبة قتل لليرقات 90%عند 600 واط و67.96 % عند 800 واط ولمدة 10 ثانية و 100 % عند مستوى 1000 واط ولمدة 18 ثانية. بلغت نسبة قتل العذارى للذكور والاناث 100% عند 800 واط ولمدة تعرض 20 و 18 ثانية على التوالي. تراوح وقت القتل لـ 50 و95% 5.1-9.9 و 15.7 - 34.2 ثانية عند 600 - 1000 واط في البيض و 3.0 -7.5 و 9.0 - 50.0 في اليرقات و 3.2 - 4.8 و 7.9 - 39.1 في العذارى. اما معاملة البالغات فقد وجد ان جميع المعاملات قد اثرت معنويا في معدلات اعمار وبزوغ الذكور والاناث، حيث لم تتعدى اعمار الذكور والاناث البازغة عن 267.4 و 267. 5 يوم على التوالي عند 600 واط ولمدة تعرض 6 ثانية. اما بزوغ البالغات فقد توقف عند استخدام 800 واط ومدة 16 ثانية في العذارى الذكور ومدة 14 ثانية في العذارى الاناث. توضح نتائج هذه الدراسة اهمية اجراء دراسات اخرى لتقييم مدى كفاءة تقانة الموجات الميكروووية في مكافحة حشرة عثة التين في التمور مخزنيا كبديل لمادة بروميد المثيل.

كلمات مفتاحية: موجات الميكروويف، موجات دقيقة، عثة التمور، *Ephestia cautella*

Abstract

Eggs, larvae, pupa and adults of date moth *Ephestia cautella* were exposed to three levels of microwave power 600, 800 and 1000 W at different exposure time (0,6,8,10,12,14,16,18,20 and 20 second). The results showed that microwave had high ability to kill different stages of fig moth. The effect increased by increasing of microwaves power and exposure time. The percentage of egg mortality was %100 at 600 and 800 W, and exposure time. Similarly, egg mortality was also increased at 1000 W in less than 12 sec. The highest motility of larvae was %90 at 600 W and %96.67 at 800 W, when the exposure time was 10 sec., while, the mortality was %100 at 1000 W and 18 sec. male and female pupal mortality rates was %100 at 800 W, when the exposure times were 20 and 18 sec., respectively. The ranges of lethal time of %50 and %95 (LT_{50} , LT_{95}) at 600-1000 W were 501-9.9 and 15.7 – 34.2 , 3.0-7.5 and 9.0-50.0and 3.2-4.8 and 7.9-39.1 for egg , larvae and pupae, respectively. However, the results showed that all adult treatments significantly affected age average and emergence of adult male and female. The age of emerged males and females did not exceeded 4.267 and 5.267 days respectively, at 600 W and 6 sec. exposure. While, adult emergence stopped at 800 W and 14 and 16 sec. for male and female pupae respectively. The results of this investigation indicated the affectivity of using microwaves technique and further research efforts is needed before the feasibility microwave technique can be evaluated as alternative in stored dates chemical method using Methyl Bromide.

Key words: microwaves, fig moth, *Ephestia cautella*

المقدمة

يعد التمر من أقدم وأهم المحاصيل الغذائية المنتجة في العراق. تصاب النخلة وثمارها بالعديد من الآفات الحشرية وتعد حشرة عثة التين *Ephestia cautella* (Walk.) من اهم الآفات الحشرية التي تصيب التمور في البساتين والمخازن [2،1] مسببة مشاكل مادية جسيمة لتجارةالتمور، حيث تؤدي نسب الاصابة المرتفعة بهذه الحشرة الى رفض الشحنة أو خصم نسبة كبيرة من ثمنها التسويقي، علما ان معدل نسبة التمور المصابة بعد الجني مباشرة تصل الى 4% تقريبا وترتفع بعد ستة اشهر في المخزن الى حوالي 42%، اذا لم تكافح بصورة فعالة [3] تكافح حشرات التمور المخزونة عادة بالمبيدات الكيميائية التقليدية ومن اكثر المستحضرات استخداما هو غاز بروميد المثيل، الا ان الاستخدام الواسع والعشوائي لهذه المبيدات في مكافحة حشرات التمور المخزونة ادى الى ظهور مقاومة الحشرات ضدها فضلا عن أثرها السلبي في البيئة وطبقة الاوزون خصوصا تبعا للهيئة العلمية لمنظمة حماية البيئة للأمم المتحدة UNEP [4] لذلك تقرر تجميد استخدامه وانتاجه في 2002 وخفض استخدام هذا الغاز 20% بصورة تدريجية حتى عام 2005 في البلدان المتقدمة على ان يحضر انتاجه

وتداوله بحلول عام 2015 في البلدان النامية [5]. أن من بين التقنيات المقترحة كبديل عن مادة بروميد المثيل، هي تقنية الموجات الميكروية والترددات الراديوية كطريقة معالجة حرارية للسيطرة على الآفات الحشرية التي تصيب المنتجات الزراعية اثناء الخزن [6،7] والموجات الميكروية تحديدا، هي موجات كهرومغناطيسية تتراوح بين 300 ميكاهيرتز– 300 كيكاهيرتز وبطول موجي 0,001 – 1 مايكرون, وتقدر سرعتها بقدر سرعة الضوء 3×10^8م/ثا وتقع بين الموجات الراديوية والاشعة تحت الحمراء [8] ان مبدأ عمل هذه التقنية يستند على رفع درجة حرارة الوسط المعرض لفترة قصيرة جدا[9]. ومن ميزاتها عدم ترك متبقيات وعدم تمكن الحشرات من تطوير مقاومة ضدها [10،11] الا ان من المشاكل التي تواجه استخدام الموجات الميكروية في مكافحة الحشرات هي انخفاض القابلية على الاختراق وان سمك المادة المعرضة والمحتوى الرطوبي له تاثير في فاعليتها [12]، درس Mullin [13] تأثير هذه التقنية على ثلاث انواع من حشرات المخازن *Carcyra cephalonica* و*Callosobruchus chinenesis* و*Phyopertha dominica* وبتردد 12– 18 كيكاهيرتز وبزمن تعرض 2،5،10 ثانية فوجدوا أن نسبة القتل تزداد كلما ازدادت شدة وزمن التعرض ،واستخدمت الموجات الميكروية بشدة 2450 ميكاهيرتز لمكافحة حشرات*T.castaneum* و *ryptolestes ferrugineus* و*Sitophilus granaries* في الحنطة والشعير [14]. يهدف هذا البحث لدراسة تأثير الموجات الميكروية في الادوار المختلفة لحشرة عثة التين *E.cautella*على التمور وتحديد الوقت المناسب للحصول على اعلى نسبة قتل بهدف استخدامها في مخازن التمور كبديل عن التبخير بغاز بروميد المثيل لغرض الحصول على مقاومة افضل.

المواد وطرائق العمل

استخدم لأغراض التجارب الادوار المختلفة (بيض،يرقات،عذارى وبالغات) لحشرة عثة التين *E.cautella* من مستعمرة مختبرية مرباة على وسط غذائي اصطناعي (81% جريش حنطة و12% كليسرين و6% دبس التمر و1% خميرة)، تبعا للطريقة المذكورة في Ahmad[15]. استخدم لاغراض الحصول على الاشعة الميكروية جهاز ميكروويف نوعLGMH7947S وتردد 2450 ميكاهيرتز ذو خمسة مستويات من الطاقة الميكروية (200-1000 واط).عرضت الادوار المختلفة التالية: بيض عمر يومين مع الثمار، يرقات دور ثاني داخل الثمار بمعدل يرقة واحدة لكل ثمرة، عذارى ذكور او اناث بعمر يومين مع الثمار و حشرات بالغة ذكور او اناث حديثة البزوغ مع الثمار كل على انفراد ،تم استخدام تمر نوع زهدي ذات المحتوى الرطوبي 7.20 [16] وبمعدل خمس تمرات لكل مكرر، شملت التجربة استخدام عشرة نماذج من كل طور(بيضة، يرقة،عذراء، بالغة) وبواقع 4 مكررات لكل معاملة وعرضت النماذج الى ثلاث مستويات (600 و 800 و 1000 واط) من أشعة الميكروويف وبزمن تعرض صفر،6،8،10،12،14،16،18،20 ثانية لكل مستوى من مستويات الطاقة المستخدمة وبأربعة مكررات لكل مستوى من مستويات وزمن التعرض لطاقة الميكروويف المستخدمة في التجارب. صممت التجارب وفقا لتصميم كامل التعشية CRD وحللت النتائج باستخدام تحليل الفروقات المعنوية الاصغرLSD باستخدام البرنامجين SPSS و Gestate3. تم حساب معدلات نسبة قتل البيض واليرقات والعذارى الذكور والاناث فضلا عن معدلات اعمار الذكور والاناث البازغة وتم حساب الوقت اللازم لقتل 50% (LT50) و 95% LT95 من الافراد المعاملة تبعا لطريقة Finney [17].

النتائج والمناقشة

معاملة البيض

تشير النتائج في جدول (1) الى ارتفاع معدلات نسبة قتل البيض لحشرة عثة التين *E. Cautella* عند تعرضه مع التمور للموجات الميكروية تردد 2450 ميكاهرتز كلما ارتفع مستوى الطاقة وزمن التعرض المستخدمين، حيث وصلت نسبة القتل الى 100% عند الشدتين 600 و 800 واط وبزمن تعرض 14 ثانية و بزمن تعرض 12 ثانية عند 1000 واط ، مقارنة بنسبة قتل لم تزيد عن 10% في معاملة المقارنة. وتشير نتائج التحليل الاحصائي الى وجود فروقات معنوية كبيرة ما بين مستويات الشدة المستعملة وعند كافة مدد التعرض .تراوحت قيمته LT50 بين 5.1-9.9 ثانية وقيمة LT95بين 34.2 -7 . 15 للجرعة من 600- 1000 واط جدول (6)، في حين وجد Al-Azab [18] ان اقصى نسبة للقتل في بيض عثة التين في التمر كانت 90% عند تعريضها الى 2450 ميكاهيرتز من الموجات الميكروية ولمدة 20 ثانية كانت قيمة LT95 24.88 ثانية. وفي هذا الصدد بين mullin [12] ان نسبة البيض غير الفاقس تزداد كلما ازدادت قوة وزمن التعرض وان سمك المادة المعاملة يؤثر كذلك في نسبة فقس بيض الحشرة الموجود داخل المادة الغذائية المعاملة.

جدول: (1): تأثير شدة الموجات الميكروووية ومدة التعرض في معدل النسبة المئوية لقتل بيض حشرة *E.cautella*

شدة الموجة	مدة التعرض(ثانية)								معدل
(واط)	6	8	10	12	14	16	18	20	الشدة
	النسبة المئوية للقتل%								
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
600	43.3	70	83.3	83.3	100	96.7	96.7	100	84.2
800	76.7	90	93.3	93.3	100	100	100	100	94.2
1000	86.7	93.3	93.3	100	100	100	100	100	96.7
معدل الوقت	54.2	65.8	70	71.7	77.5	76.7	76.7	77.5	

اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمعدل الشدة 5.65
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمدة التعرض 7.99
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للتداخل 15.99

معاملة اليرقات

تشير النتائج في جدول (2) الى التأثير القاتل للموجات الميكروووية على يرقات حشرة *E. cautella*. حيث لوحظ انه كلما ارتفع مستوى الشدة وزمن التعرض المستخدم ارتفعت نسبة الموت والتي تراوحت ما بين 83.33 و 90.0% للثلاث شدد المستخدمة وعند اقل زمن تعرض والذي هو 6 ثانية، وارتفعت نسبيا لتتراوح بين93.33 و 100% عندما كان زمن التعرض 18 ثانية مقارنة بنسبة موت 20% في معاملة السيطرة. وكانت قيم LT_{50}للطور اليرقي تتراوح ما بين 3.0 - 7.5وقيم LT_{95}للطور نفسه تتراوح بين 9.0 - 50.0ثانية جدول (7) . وفي تجربة استخدمت فيها يرقات عثة التين كاملة النمو (الطور الاخير) وجد ان تعريضها الى 2450 ميكاهيرتز من الموجات الميكروووية ولمدة 20 ثانية تسبب في قتلها كليا وكما بين

Al-Azab [18] ان الاختلافات الطفيفة في تأثير القوى والزمن المستخدمين يمكن ان يعزيا الى تباين مكان وجود اليرقة داخل التمرة وهذا له علاقة بطبيعة اختراق الموجات الميكروية وتوزيع الحرارة في المواد المعاملة بالميكروويف وسمك المادة له تأثير في فاعلية هذه التقانة عند استخدامها في مكافحة حشرات الرز المخزونة حيث تصل الحرارة في الزوايا الى 96 و 44 س° قرب الوسط و 33 س°في الوسط [12،19،20].

جدول (2): تأثير شدة الموجات الميكروية ومدة التعرض في معدل النسبة المئوية لقتل يرقات حشرة *E.cautella*

شدة الموجة (واط)	مدة التعرض(ثانية)								معدل الشدة
	6	8	10	12	14	16	18	20	
	النسبة المئوية %للقتل								
0	20	19.5	20	20	20	20	20	20	19.94
600	83.33	86.67	90	90	90	93.33	96.37	96.67	88.75
800	76.67	90	90	93.33	93.33	96.67	93.33	96.67	91.25
1000	90	93.33	93.33	96.67	96.67	96.67	100	100	95.83
معدل الوقت	67.5	72.38	73.33	75	75	76.67	77.44	78.33	

اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمعدل الشدة 4.71
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمدة التعرض6.67
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للتداخل 13.34

معاملة العذارى

اشارت النتائج المبينة في جدول (3 ، 4) الى ان الموجات الميكروية اثرت سلبا في نسب بقاء العذارى الذكور والاناث وبالتالي في اعداد البالغات البازغة ، كما ازدادت نسبة التشوهات في البالغات الناتجة عن عذارى معرضة للموجات الدقيقة وكلما ارتفعت القوة المستخدمه وازداد زمن التعرض. ارتفعت نسبة العذارى الذكور الميتة من 20% في معاملة السيطرة الى 53.3% في 600 واط وازدادت النسبة عند 800 واط لتصل الى 93.3% عند 1000 واط، في زمن تعرض 6 ثانية، وتصل الى 100% بعد 20 ثانية عند 800 واط وبعد 18 ثانية عند 1000 واط جدول (3). ويشير الجدول LT_{50} 7 , LT_{95}للعذارى الذكور تراوحت بين 5.9 – 4.7 وبين 30.6 ثانية على التوالي . اما في العذارى الاناث جدول (4) فقد تراوحت نسب الموت ما بين 73.3 - 93.3 % للشدد 600-1000 واط ومدة تعرض 6 ثانية، وتصل الى 100% قتل عند 18 ثانية للشدتين 800 و 1000 واط. ويشير جدول (7) الى ان LT_{50} و LT_{95}للعذارى الاناث تراوحت بين 4.8- 3.2 وبين 39.1-7.9 ثانية على التوالي. في حين اشارت دراسة اولية لتأثير اشعة المايكروويف في حشرة سوسة القمح بأن نسبة قتل العذارى تزداد طرديا مع زيادة فترة التعرض [21] الا ان نسب قتل عذارى عثة التين (لم يتم تحديد الجنس) تتصاعد بمرور الوقت حيث تصل الى 98% بعد مرور 20 ثانية وكان LT_{50}وLT_{95}هو 7 و 18 ثانية على التوالي.

جدول (3): تأثير شدة الموجات الميكروية ومدة التعرض في معدل النسبة المئوية لقتل العذارى الذكور لحشرة*E. cautella*.

شدة الموجة (واط)	مدة التعرض (ثانية)								معدل الشدة
	6	8	10	12	14	16	18	20	
	النسبة المئوية %للقتل								
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
600	53.3	50	63.3	73.3	76.7	73.3	80	93.3	70.4
800	80	83.3	93.3	90	93.3	93.3	96.7	100	91.3
1000	93.3	96.7	95	96.4	96	100	100	100	97.7
معدل الوقت	61.65	62.5	67.9	69.92	71.5	71.65	74.17	78.38	

اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمعدل الشدة 8.20
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمدة التعرض 11.60
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للتداخل 23.20

جدول(4): تأثير شدة الموجات الميكروية ومدة التعرض في معدل النسبة المئوية لقتل العذارى الاناث لحشرة*E. cautella*.

شدة الموجة (واط)	مدة التعرض (ثانية)								معدل الشدة
	6	8	10	12	14	16	18	20	
	النسبة المئوية% للقتل								
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
600	73.3	73.3	80	86.2	93.3	94.3	95.3	96.4	86.51
800	93.3	93.7	95.3	96.7	96.4	96.7	100	100	96.96
1000	93.3	96.3	96.7	96.8	96.7	96.7	100	100	97.07
معدل الوقت	67.47	68.32	70.5	72.42	74. 42	76.32	76.6		

اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمعدل الشدة 5.98
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمدة التعرض 8.46
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للتداخل 16.92

وتشير النتائج التي تم الحصول عليها من ان الكثير من البالغات الذكور والاناث البازغة كانت مشوهة وتموت بعد يوم او يومين من البزوغ. كما لوحظ ان العذارى الاناث قد تأثرت بالموجات الميكروية بصورة اعلى نسبيا من العذارى الذكور وقد يعزى ذلك الى عوامل فسلجية لها علاقة بطبيعة تأثير الطاقة الميكروية في المحتويات السائلة للجسم والاجسام الدهنية التي عموما تكون اكثر في الاناث من الذكور [22].

معاملة البالغات

أشارت النتائج في جدول (5،6) الى أن الطاقة الميكروية كان لها تاثيركبير في معدلات اعمار البالغات، حيث قصرت معدل اعمار الذكور

من 15.2 يوم في الحالة الطبيعية (السيطرة) الى 86.1يوم للحشرات المعاملة بشدة 1000 واط ولمدة 6 ثانية، ولوحظ موت جميع البالغات الذكور عند التعرض لشدتين 800 و 1000 واط ولمدة 16 ثانية جدول (5). اما معدل اعمار الاناث فقد انخفضت من 17.6يوم في معاملة السيطرة الى 1.333 يوم عند المعاملة بشدة 1000 واط ولمدة 6 ثانية، كما ان جميع البالغات الاناث قد ماتت عند المعاملة بشدة 800 و 1000 واط ولمدة تعرض 14 ثانية جدول (6).

جدول (5): تأثير شدة الموجات الكرويه ومدة التعرض في معدل عمر البالغات الذكور لحشرة*E.cautella*

شدة الموجة واط	مدة التعرض (ثانية)								معدل الشدة
	6	8	10	12	14	16	18	20	
	معدل عمر البالغات الذكور								
0	15.200	15.200	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
600	4.267	1.7	1.267	1.067	0.567	0.3	0.533	1	1.279
800	1.967	1.667	1.467	0.8	0.433	0	0	0	0.792
1000	1.867	2.433	1.933	0.267	0.1	0	0	0	0.825
معدل الوقت	5.825	5.25	4.967	4.217	4.075	3.875	3.933	4.05	

اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمعدل الشدة 0.30
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمدة التعرض 0.42
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للتداخل 0.85

جدول: (6) تأثير شدة الموجات الميكروية ومدة التعرض في معدل عمر البالغات الاناث لحشرة*E. cautella*

شدة الموجة (واط)	مدة التعرض (ثانية)								معدل الشدة
	6	8	10	12	14	16	18	20	
	معدل عمر البالغات الاناث								
0	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.7
600	5.267	3.333	3.233	1.367	0.6	0.2	0.067	0	1.758
800	2.933	2.667	1.667	0.5	0	0	0	0	0.971
1000	1.333	1.033	1.033	0.067	0	0	0	0	0.433
معدل الوقت	6.808	6.183	5 .908	4.908	4.575	4.475	4.442	4.425	

اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمعدل الشدة 0.36
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لمدة التعرض 0.51
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للتداخل 1.03

جدول(7): قيم الوقت (ثانية) اللازم لقتل50 و90% من الادوار المختلفة لحشرة *E.cautella*

الجرعة	LT_{50}	LT_{95}	حدود الثقة95%		X^2
			الدنيا	العليا	
دورالبيض					
600	9.9	34.2	8.4	11.3	3.8
800	8.0	28.2	6.3	9.3	2.8
1000	5.1	15.7	3.2	6.4	12.0
اليرقي الدور					
600	7.5	50.0	8.9	8.9	2.0
800	3.4	16.6	0.8	5.2	6.5
1000	3.0	9.0	0.4	4.7	5.8
العذراء / الذكور دور					
600	5.9	30.6	3.3	7.9	1.2
800	3.5	20.1	0.8	5.4	3.1
1000	4.7	8.9	0.9	6.1	3.0
طور العذراء / الاناث					
600	4.8	39.1	1.5	6.9	1.2
800	1.9	21.2	0.004	4.3	3.3
1000	3.2	7.9	0.3	4.8	3.0

ويلاحظ من النتائج ان البالغات الاناث احتاجت الى مستوى من الطاقة وزمن تعرض اكثر من البالغات الذكور للوصول الى نسبة قتل 100% وهذا يمكن ان يفسر استنادا الى طبيعة تأثير الطاقة الميكروية، وعلاقتها بالمحتوى المائي للجسم المعرض حيث المحتوى في الاناث اعلى من الذكور. وتتوافق هذه النتائج مع ما تم الحصول عليه عند معاملة بالغات ثلاثة انواع من الخنافس التي تصيب حبوب الحنطة والشعير والشوفان وقد بينت دراسة سابقة ان القتل بلغ 100% في البالغات عند 500 واط ومدة تعرض 28 ثانية [23] في حين ان نتائج Mullin [12] تشير الى ان قتل 100% في بالغات عثة التين يحصل بعد مدة تعرض 16 ثانية ويمكن القول ان نتائج هذه الدراسة لا تتطابق مع ما توصل اليه [12] حول حساسية الادوار حيث بينت نتائج هذه الدراسة في هذا البحث ان البيض كان اكثر الادوار حساسية

بينما بين الباحث ان البالغات كانت اكثر حساسية للموجات الميكروووية من الادوار الاخرى للحشرة. ان هذا الاختلاف في النتائج ربما يعزى الى نوعية الغذاء ومحتواه من الرطوبة بالرغم من كون البحثين استخدما التمر اثناء المعاملة الا ان البحث الحالي استخدم نوع الزهدي من الدرجة الاولى(احد اكثر الانواع انتشارا في العراق) في حين ان بحث [12]استخدم نوع روزازي Ruzazi من منطقة الاحساء في السعودية، الذي ربما يكون ذا محتوى رطوبي اقل من نوع الزهدي المستخدم في هذا البحث. ان المحتوى الرطوبي العالي للمواد المعرضة للموجات الميكروية يؤدي الى توليد حرارة اعلى وبالتالي قتل اكثر في مدة زمنية محددة [24]. وفي هذا الصدد اشار Zouba [25] ان تسخين التمر ذو المحتوى الرطوبي المختلف ، نتيجة تعريضه للأشعة الميكروووية يحدث بطريقة غير متجانسة. اما عندما يكون التمر متجانس من ناحية المحتوى الرطوبي فأن التسخين يحدث بصورة متجانس، ان تأثير الموجات الميكروية في كل ادوار حشرة*E.cautella* يمكن تفسيره عبر المواصفات الفيزيائية للأشعة الميكروية التي تستند الى ان كل المواد تتكون من ذرات وجزيئات وبعض من هذه الجزيئات يكون متعادل كهربائيا الا انه ربما يكون ذو قطبين. وعند وجود حقل كهربائي فأن الجزيئات ذات القطبين تميل الى سلوك مشابه مغانط مجهرية وبالتالي تنتظم مع الحقل المغناطيسي. وعند تغير الحقل الكهربائي ملايين المرات كل ثانية (2450 مليون مرة كل ثانية) كما تفعل الموجات الميكروووية، فأن هذه المغانط الجزيئية لاتتمكن من مقابلة القوى العاملة على ابطائها، ان هذه المقاومة للحركة السريعة للجزيئات ذات القطبين تخلق احتكاكا ينتج عنه انتشار الحرارة في المادة المعرضة لاشعة الموجات الميكروويفية [26]. من خلال نتائج البحث الحالي يمكن الاستنتاج الى ان هناك امكانية لاستخدام تقنية الموجات الميكروويفية في مكافحة حشرات عث التمور *E.cautella* المخزونة بعد التأكد من عدم تأثير هذه الموجات في المكونات الغذائية للتمور وخاصة البروتينات والسكريات، وهذا ما سيتضمنه البحث اللاحق .

المصادر

1. عبد الحسين، علي. (1963). آفات النخيل والتمور وطرق مكافحتها في العراق. مطبعة الادارة المحلية، بغداد، ص190.
2. العزاوي، عبد الله, قدوري، ابراهيم والحيدري حيدر صالح. (1990). الحشرات الاقتصادية. دار الحكمة للطباعة والنشر، جامعة بغداد، ص652.
3. عبد الحسين، علي. (1985). آفات النخيل والتمور وطرق مكافحتها في العراق. مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة البصرة، العراق، ص 576.
4. Yadav, D.N., T. Anand, M. Sharma and R. K. Gupta. (2012). Microwave technology for disinfestations of cereals and pulses: Anove rview. Journal of Food Science and Technology <http://link.springer.com/article/10.1007/s13197-012-0912-8#>.
5. Besri, M. (2010). The Montreal Protocol and the Methyl Bromide Phase Out in the Dates Sector. Acta Hort. (ISHS). 882:535-543.
6. Tang, J., J. N., Ikdialo, S. Wang, J. D. Hansen and R.P. caralieri. (2000). High– temperature, short- time thermal quarantine methods. Postharvest Biology and Technology. 21: 129 –145.
7. Yadav, D.N., T. Anand, M. Sharma and R. K. Gupta. (2012). Microwave technology for disinfestations of cereals and pulses: An overview. Journal of Food Science and Technology.
8. Decareau , R. V. (1985). Microwave in the food processing industry. Natick, MA. Academic Press Inc.
9. Mullin, J. (1995). Microwave Processing. In new methods of food preservation, Ed. G. W. Gould, 112-134. Bioshopbriggs ,Glasgow . Blakie Academic and professional.
10. Wang, S., J. Tang. (2001). Radiofrequency and microwave alternative treatments for nuts insect control: A review. International Agricultural Engineering. 10 : 105 – 120.
11. Wang , S, J. Tang , R. P. Cavalderi and D. C. Davis. (2003). Differential heating of insect in dried nuts and fruits associated with frequency and microwave treatment. Transactions of the ASAE. 46 (4): 1175 – 1182.
12. Mullin, J. and J. Bows. (1993). Temperature measurements during microwave cooking. Food Additives Contamination: 10 (6): 663 – 672.
13. Bedi, S. S. and M. Singh. (1992). Microwaves for control of stored insects. National Academy Science Letters. 15(6): 195 – 197.
14. Vadivambal, R. (2009). Disinfestation of stored grain insects using Microwave energy. Ph. D Thesis for Doctor of philosophy, Univ. of Manitoba. pp. 213.
15. Ahmad, M. S. H., A.A. Hameed, A.A. Kadhum. (1986). Disinfestation commercially packed dates by combination treatments . Acta Alimin. 15(3):221- 226.
16. المنهل علاء جبار. (2007). تحضير مسحوق عصير التمر (الدبس) من تمور صنف الزهدي ودراسة صفاته النوعية. مجلة ابحاث البصرة (العلميات). 33(2) 30-36.
17. Finney, D. J. (1972) . Probit analysis. Cambridge Univ., Press, London, 3rdEd, pp 318.
18. Al-Azab, A.M. (2007). Alternative approaches to methyl bromide for controlling *Ephestia cautella* (walker) (Lepidoptera : Pyralidae). Master Degree Thesis, King Faisal University.129pp.
19. Gokoy, E.O, C. James and S.J. James. (1999). Non- uniformity of surface temperature after microwave heating of poultry meat. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy. 34(3): 149 – 160.
20. Fakhowri, M. O. and H. S. Ramaswany. (1993). Temperature uniformity of microwave heated foods as influenced by product type and composition. Food Research International. 26 (2):89 – 95.
21. زايد، يوسف موسى، المبروك عبد الحميد حسن ومحمد صالح عبدالرحيم. (2002). دراسة اولية لتاثير أشعة: الميكروويف في حشرة سوسة القمح مجلة وقاية النبات العربية. 20(1). (Coleoptera:Curculionidae(.granaries (L Sitophilus)
22. Tilton, E .W. and H .H .Verdell. (1982). An evaluation if pilot – plant microwave vacuum drying unit for stored inset control. Journal of the Georgia Entomological Society. 17(1):133-138.
23. Vadivambal, R., Jayas, D. S. and White, N. D. G. (2007). Wheat disinfestation using microwave energy. J.

Stored Prod. Res. 43 (4) : 330 – 514.
24. Locatelli, D. P. and S. Traversa. (1989). Microwaves in the control of rice infest ants. Ital. J. Food Sci. No. 2: 53-62
25. Zouba, A.; O. Khoualdia; A. Diaferia; V. Rosito; H. Bouabidi and B. Chermiti. (2009). Microwave treatment for postharvest control of the date moth Entomological Society. Tunisian J. Plant Prot. 4(2): 173-184.
26. Brygidyr, A. M. (1976). Characterization and drying of tomato paste foam utilizing hot air and microwave energy. Msc. thesis. Winnipeg , Manitoba: Department of food and science. University of Manitoba