تقييم كفاءة غاز الأوزون في مكافحة الأطوار الحياتية لعثّة التين *Ephestia cautella* التي تصيب التمر الزهدي أثناء التخزين

ثريا عبد العباس مالك السعدي* وفريال بهجت هرمز

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. *البريد الإلكتروني للباحث المراسل: thurayaalsaadi05@gmail.com

الملخص

السعدي، ثريا عبد العباس مالك وفريال بهجت هرمز. 2022. تقييم كفاءة غاز الأوزون في مكافحة الأطوار الحياتية لعثّة التين *Ephestia cautella* التي تصيب التمر الزهدي أثناء التخزين. مجلة وقاية النبات العربية، 40(3): 240–246. https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.240246

هدفت الدراسة إلى تقييم كفاءة غاز الأوزون في السيطرة على الأطوار الحياتية المختلفة (البيض، اليرقات، العذارى، البالغات) لحشرة عثّة التين *Ephestia cautella* (Pyralidae: Lepidoptera) التي تصيب التمر في المخزن. تمّ اختبار أربع فترات تعريض للغاز، وهي: 30، 60، 90 و120 دقيقة. ازدادت نسبة القتل في مراحل الحياة المختبرة بازدياد فترة التعريض، وبلغت في الحشرات الكاملة 100% عند تعرضها لفترة 120 دقيقة، في حين بلغت في العذارى 66.66%. كما بلغت نسبة القتل في اليرقات 100% عند تعرضها للغاز لفترة 120 دقيقة وبعد فترة خمسة أيام من التعريض. كما أظهرت الدراسة أن تعريض البيض لغاز الأوزون لفترة 120 دقيقة أدى إلى تثبيط نسبة فقس البيض والتي بلغت37.47%، في حين كان أقلّ معدل لنسبة تثبيط فقس البيض 16.66% بعد تعرضه للغاز لفترة 30 دقيقة. أوضحت نتائج الدراسة أن الحشرة الكاملة هي أكثر الأطوار تأثراً بغاز الأوزون، وتلتها اليرقات في حين كانت العذارى والبيض الأقل تأثراً عند المعاملة بغاز الأوزون.

كلمات مفتاحية: عثّة التين، *Ephestia cautella*، تمر صنف الزهدي، غاز الأوزون.

المقدمة

تعدّ نخلة التمر (*Phoenix dactylifera* L.) والتي تعود إلى العائلة النخيلية palmaceae من الأشجار الاقتصادية المزروعة في منطقة الشرق الأوسط ولا سيما الجزيرة العربية لما لها من قيمة اقتصادية وغذائية عالية، تصاب النخلة وثمارها بالعديد من الآفات الحشرية، وتعدّ حشرة عثّة التين *Ephestia cautella* (Pyralidae: Lepidoptera) من الحشرات الاقتصادية المهمة التي تصيب التمر، إنّ نسبة إصابة التمر بعد قرابة أسبوعين من الجني تبلغ 4% ولكنّها ترتفع إلى حوالي 40% بعد مرور ستة أشهر من الخزن (اسماعيل، 2014؛ عبد الحسين، 1985). إن مكافحة الحشرات التي تصيب التمور بصورة فعالة عملية ليست بالسهلة، ولا تتحقق إلاّ باتخاذ سلسة من الاجراءات الفعالة والتشاركية ما بين أصحاب المزارع المنتجة وأصحاب مصانع ووحدات تعبئة وتغليف التمور (الياسري، 2014).

يرى المختصّون ضرورة وضع استراتيجيات جديدة لتطوير بدائل آمنة للمبيدات الحشرية، ومنها مبيدات التبخير التقليدية، للحماية من الإصابة بالآفات الحشرية في المخازن، نظراً لما تسببه من مخاطر للبيئة، وبخاصةٍ بروميد المثيل، فضلاً عن زيادة مقاومة حشرات المخازن لهذه المبيدات. ولأهمية حشرة عثّة التين، وللخسائر الكبيرة التي تسببها الحشرات بشكل عام للمواد الغذائية المخزونة وبهدف إيجاد طرائق ووسائل للحدّ من نشاطها، استُخدم غاز الأوزون لمعرفة تأثيره في مكافحتها. وجد أن للأوزون دوراً قيّماً وفعالاً في الحدّ من ضرر آفات المواد المخزونة، كما ثبتت ملاءمة غاز الأوزون لمكافحة حشرات المخازن كونه لا يترك أيّ أثرٍ سمّي ويمكن استخدامه في جميع المخازن، كما أن فترة بقاءه قصيرة، ويمكن توليده بسرعة. أعطت المعاملة بالأوزون بمفرده معدل قتل 100% لبالغات الحشرة *Ephestia kuehniella* (Isikber *et al*., 2007)؛ واستُخدم غاز الأوزون في التقليل أو القضاء على جميع أطوار حشرة عثة الطحين الهندية *Plodia interpunctella* وخنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephillus surinamensis* عند تعريض التمور المصابة بها إلى التراكيز 600، 1200، 2000 و 4000 جزء بالمليون ولمدة 1 و2 ساعة (Niakousari *et al*., 2010).

أشار Abo El-Saad *et al.* (2011) إلى أن استخدام غاز الأوزون بتركيز 2.0 جزء بالمليون وبفترات تعريض 4، 8 و12 ساعة أعطى نسبة قتل لبالغات عثة التين *Ephestia cautella* بلغت 28%، 73% و83%، على التوالي. كما وجد Jian *et al.* (2013) أن تعريض الحشرات *Tribolium castaneum* و*Sitophillus oryzae* إلى غاز

https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.240246
© 2022 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

الأوزون بتركيز 50 جزء بالمليون لمدة 4 أيام يؤدي إلى هلاكها؛ وبين Keivanloo *et al.* (2014) أن زيادة تركيز غاز الأوزون ووقت التعريض يزيد من معدل القتل لجميع مراحل عثة الطحين الهندية *Plodia interpunctella*.

استخدم سابط وصبر (2015) الجمع بين غاز الأوزون مع الحرارة (35، 40 و45 °س) أو الحرارة منفردة في مكافحة يرقات خنفساء الحبوب المنشارية لحشرة *Trogoderma granarium*، وقد أعطت المعاملتان نسب قتل عالية وصلت إلى 100%. كما أن استخدام غازات صديقة للبيئة مثل غاز الأوزون ضدّ عثّة الخرّوب *Ectomyelois ceratoniae* أعطت نسبة قتل للبالغات بلغت 82±3% مقارنة بمعاملة المقارنة التي كانت 8±3% (Jemni *et al.*, 2015). لاحظ Zinhoum & El-Shafei (2019) عند استخدام ثلاثة تراكيز من غاز الأوزون 100، 300 و 500 جزء بالمليون وفي أوقات تعريض من 15 إلى 150 دقيقة ضدّ يرقات وعذارى حشرة عثة الطحين الهندية *Plodia interpunctela* بأنّ التركيز 500 جزء بالمليون في وقت تعريض 150 دقيقة أسفر عن نسبة قتل 100%.

مواد البحث وطرائقه

استخدم الجهاز المولد للأوزون المتحصل بطريقة التوليد الكهربائي (صنع شركة Laisen للأجهزة الإلكترونية صينية المنشأ) بطاقة ضخ 12 متر مكعب بواقع 400 مغ/ساعة للتجارب المختبرية. يعمل الجهاز من خلال ضخّ الهواء داخل الجهاز فيمرُّ عبر معالج تنقية مصنوع من الألمنيوم، ومنه يتكون تيار هوائي في عازل زجاجي بين قطبين كهربائيين متوازيين، ونتيجة للفولتية العالية للجهاز تتكسر جزيئة الأوكسجين (O_2) ويعاد تشكيل الذرات بشكل ثلاثي (O_3)، فيجري ضخّ تيار من غاز الأوزون المتولد عبر أنبوبة إخراج وصولاً إلى غرفة (حاوية) الاختبار بواسطة أنبوب مطاطي. يعمل الجهاز بعد تحديد الوقت الأقصى بـ 30 دقيقة لكل دفعة، ويعاد تكراره حسب الحاجة من خلال مؤقت الكتروني موجود في أعلى الجهاز (سابط وصبر، 2015). واستخدمت فترات التعريض 30، 60، 90 و120 دقيقة.

تقييم كفاءة غاز الأوزون على الأطوار المختلفة لعثّة التين مختبرياً

أجريت التجربة لمعرفة تأثير غاز الأوزون على أطوار عثّة التين، تمّ الحصول على عينات تمور مصابة من مخازن التمور في الشالجية، بغداد، كما تمّ الحصول على كاملات عثة التين من مختبر الحشرات في دائرة البحوث الزراعية التابعة لوزارة العلوم والتكنولوجيا. شُخّصت الحشرة في مركز بحوث متحف التاريخ الطبيعي في بغداد، وبهدف تهيئة مستعمرة نقية ودائمة لحشرة عثة التين، تمّ وضع 20 زوجاً من الحشرات البالغة أو الخارجة لتوها من طور العذراء في أواني بلاستيكية (23.5×10 سم) تحوي 250 غ من التمر صنف الزهدي. وضعت الأواني في الحاضنة عند حرارة 2±25 °س ورطوبة نسبية 5±60% وذلك للحصول على مستعمرة متكاملة يمكن استعمال أفرادها في التجارب المختبرية للأطوار المختلفة للحشرة بعمر واحد تقريباً، وكان عمر الحشرات الكاملة 1–2 يوم، والعذارى بعمر 1–2 يوم، ويرقات الطور الخامس، وضعت الأطوار المختلفة كلاً على حدة بواقع 20 فرداً وبثلاثة مكررات في عبوات زجاجية 8×12 سم تحوي على 100 غ من التمر الزهدي وغطيت بقطعة من القماش وأحكمت برباط مطاطي. نقلت أطوار الحشرة إلى غرفة التبخير المكونة من علبة بلاستيكية كبيرة بقياس 30×11×23 سم مزودة بفتحة متصلة بأنبوب مطاطي لدخول الغاز من الأسفل ويتم ربطه بجهاز توليد غاز الأوزون، ومن الجهة العُلوية المقابلة توجد فتحة مزودة بأنبوب مطاطي لخروج الغاز بعد وضع أطوار الحشرة معاً داخل غرفة التبخير، التي تمّ إحكام غلقها جيداً. عُرّضت المعاملات إلى غاز الأوزون بفترات زمنية مختلفة (30، 60، 90 و120 دقيقة)، وتركت معاملة المقارنة بدون معاملة (Keivanloo *et al.*, 2014)). نقلت الأطوار المعاملة والمقارنة إلى الحاضنة عند حرارة 2±25 °س ورطوبة نسبية 5± 60%، وتمّ حساب النسبة المئوية للقتل بعد 1، 2، 3، 4 و5 أيام من التعريض. تمّت مراقبة العذارى حتى بزوغ البالغات في معاملة المقارنة لحساب النسبة المئوية للقتل في العذارى، تمّ تصحيح نسب القتل حسب معادلة Schneider & Orell (شعبان والملاح، 1993) التالية:

$$\% \text{ للهلاك} = \frac{\% \text{ للموت في المعاملة} - \% \text{ للموت في المقارنة}}{100 - \% \text{ للموت في المقارنة}} \times 100$$

تقييم كفاءة معاملة غاز الأوزون على بيض عثّة التين ونسبة فقد الوزن بعد 60 يوم من الخزن

لمعرفة تأثير غاز الأوزون على بيض عثّة التين، وضعت 10 أزواج من البالغات حديثة العمر في زجاجة فانوس غُطِّيت فوهتها العليا بقماش من الململ مثبت بأحزمة مطاطية وكان وسط قماش الململ ثقب يسمح بإدخال قطعة قطن مشبعة بمحلول سكري تركيزه 10% كغذاء للكاملات. كما وضعت قطعة قماش أسفل قاعدة الزجاجة وثبتت بواسطة أحزمة مطاطية. سمح هذا القماش بنزول البيض الذي تضعه الإناث الملقحة إلى طبق بتري ارتفاع 1.5 سم وقطره 9 سم مثبت بقاعدة الفانوس، ويحتوي على ورق أسود رطب لمنع جفاف البيض. تمّت المتابعة وجمع البيض لاستخدامه في التجارب اللاحقة (عبد الله، 1996). وضعت 50 بيضة/مكرر بواقع ثلاث مكررات في قناني زجاجية (8×12 سم) تحوي على 100 غ من التمر الزهدي. ربطت العبوات من الأعلى بقماش من

التول مع الأحزمة المطاطية، ونقلت المعاملات إلى غرفة التبخير المذكورة سابقاً وعرِّضت إلى غاز الأوزون بفترات زمنية مختلفة (30، 60، 90 و 120 ساعة)، أما معاملة المقارنة فقد تركت بدون معاملة (Keivanloo *et al.*, 2014). وضعت المعاملات مع المقارنة في الحاضنة عند حرارة 25±2 °س ورطوبة نسبية 60±5%، وتمّت مراقبة البيض لحين الفقس، وحُسبت النسبة المئوية لموت البيض وجرى تصحيح نسب الموت. تركت العينات لمدة 60 يوماً لحساب النسبة المئوية لفقس البيض وعدد الحشرات الخارجة والنسبة المئوية للفقد في الوزن باعتماد المعادلة التالية (El-Lakwah *et al.*, 1996):

$$\text{النسبة المئوية للفقد في الوزن} = \frac{\text{وزن الثمار قبل التغذية – وزن الثمار بعد التغذية}}{\text{الوزن الكلي للثمار}} \times 100$$

التحليل الاحصائي

تمّ تحليل البيانات وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRD) بعد أن صححت النسب المئوية للقتل باستخدام معادلة Schneider & Orell (شعبان والملاح، 1993)، وحلّلت النتائج باستخدام جدول تحليل التباين (Anova table)، واعتمد اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 0.05 لمقارنة متوسطات النتائج (الراوي وخلف الله، 1980) واستعمل البرنامج الاحصائي Genstat لهذا الغرض.

النتائج والمناقشة

بينت النتائج (جدول 1) وجود تأثير لمعاملة غاز الأوزون في كاملات عثة التين، والذي ازداد بازدياد فترة التعريض، وكانت أقل نسبة مئوية للقتل عند التعريض لمدة 30 دقيقة لغاز الأوزون والتي بلغت 13.33%، في حين بلغت النسبة المئوية للقتل 26.66% و43.33% في معاملة تعريض الحشرات إلى غاز الأوزون لمدة 60 و90 دقيقة، على التوالي؛ وبلغت نسبة القتل في الكاملات 100% عند فترة التعريض 120 دقيقة لغاز الأوزون، وذلك بعد يوم واحد من التعريض. كما لوحظ أنّ نسبة قتل الحشرات الكاملة زادت عند المعاملة بغاز الأوزون لمدة 90 دقيقة بعد يوم واحد من المعاملة وبلغت 43.33%، وكانت نسبة القتل 63.33% و80.00% و93.33 و100% في اليوم الثاني والثالث والرابع والخامس، على التوالي، بعد التعريض لغاز الأوزون.

بيّنت نتائج التحليل الاحصائي تفوق فترة التعريض 120 دقيقة بفروق معنوية، حيث بلغ معدل النسبة المئوية للقتل 100%، تلتها معاملة التعريض 90 دقيقة وبلغ معدل النسبة المئوية للقتل 75.99%، في حين كان أقلّ معدل للنسبة المئوية للقتل عند فترة التعريض 30 دقيقة والتي بلغت 19.99%. كما بينت النتائج تفوق نسبة قتل بالغات عثّة التين في اليومين الخامس والرابع بفروق عالية المعنوية، وسجلت نسب قتل 72.50% و64.16%، على التوالي، وكان أقلّ معدل لنسبة القتل في اليوم الأول من المعاملة حيث بلغ 45.83%.

قد يعود ذلك إلى أن عملية التبخير من الطرائق المهمة في القضاء على الآفات في المخازن، وذلك لأن مادة التبخير بحالتها الغازية تصل إلى خلايا الجسم عبر الجهاز التنفسي أو أنها تؤثر على أنزيمات الأكسدة مما يؤدي إلى موت الحشرة.

أشار Leesch (2003) إلى حساسية كاملات حشرة *P. interpunctella* لغاز الأوزون، وتلتها اليرقات ثم العذارى ثم البيض والذي كان الأكثر تحملاً لغاز الأوزون. كما وجد أن معاملة بالغات ويرقات حشرة عثّة التين بغاز الأوزون بالتركيز 2.0 جزء بالمليون أعطت نسبة قتل 83% و27%، على التوالي (Abo El-Saad *et al.*, 2011).

جدول 1. تأثير استخدام غاز الأوزون لفترات مختلفة في مكافحة كاملات حشرة عثة التين.

Table 1. The effect of different exposure times with ozone gas on the control of the fig moth *E. cautella* adult.

فترة التعرض للأوزون (دقيقة) Ozone exposure period (min)	النسبة المئوية للقتل المصححة بعد المعاملة بفترات مختلفة بالأيام Corrected mortality rate (%) after treatment in days					معدل نسبة القتل Mean mortality rate
	1	2	3	4	5	
30	13.33	16.66	16.66	23.33	30.00	19.99
60	26.66	26.66	30.00	40.00	60.00	36.66
90	43.33	63.33	80.00	93.33	100.00	75.99
120	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
معدل تأثير فترات التعريض Mean exposure period effect	45.83	51.66	56.66	64.16	72.50	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% لفترة التعرض للأوزون= 3.41؛ النسبة المئوية للقتل بعد فترات مختلفة من التعرض لغاز الأوزون= 3.4؛ التداخل بين فترة التعرض والنسبة المئوية للقتل بعد فترات مختلفة من التعرض=7.71

LSD at P=0.05 for Exposure time to ozone= 3.41; Mortality rate after different periods from exposure to ozone= 3.40; Interaction between exposure time and mortality rate after different periods from exposure=7.71

أشار Darwish *et al.* (2015) بأن نسبة القتل تزداد بزيادة مدة التعريض لغاز الأوزون، وأن نسبة قتل يرقات حشرة عثّة التين كانت 10% عند فترة تعريض 0.5 ساعة، بينما بلغت 100% بعد فترة تعريض 4 ساعات وبعد 7 أيام من التعريض. كما وجد عند معاملة عينات الزبيب المصاب بيرقات الطور الخامس لحشرة *E. kuehniella* بغاز الأوزون وبالتراكيز (2، 3 و5 جزء في المليون) ولفترات مختلفة (15، 30، 45، 60، 90 دقيقة) بأنّ التركيز 5 جزء في المليون وبعد فترة 90 دقيقة أعطت نسبة قتل 100% (Moghaddam *et al*., 2016).

أشارت النتائج (جدول 2) أنّ أقلّ نسبة مئوية للقتل في العذارى عند فترة التعريض لغاز الأوزون لمدة 30 دقيقة بلغت 33.33%، في حين بلغت النسبة المئوية للقتل 43.33% و56.00%، على التوالي، بعد فترة تعريض لغاز الأوزون لفترة 60 و90 دقيقة، وبلغ أعلى معدل للنسبة المئوية للقتل في عذارى عثة التين 66.66% عند التعريض لمدة 120 دقيقة، وبفروق معنوية.

وجد Abo El-Saad *et al.* (2011) أن لغاز الأوزون تأثيرٌ تثبيطي أقلّ ضدّ طور العذراء، ويمكن أن يعزى هذا لانخفاض حساسية العذراء لغاز الأوزون، والذي ربّما يكون بسبب مرحلته الكامنة والتي تتميز بخصائص فسيولوجية مختلفة مقارنةً بالمراحل المتقدمة من دورة حياة الحشرة. وقد يعود سبب انخفاض معدل الوفيات بغاز الأوزون لكون الجهاز التنفسي للحشرات مؤلّفٌ من نظام متفرع للغاية يمتد في جميع أنحاء الجسم (Liu *et al*., 2007).

ازدادت النسبة المئوية لقتل يرقات عثّة التين بازدياد فترة التعريض لغاز الأوزون، وُسجّلت أقلّ نسبة مئوية لقتل اليرقات عند تعرضها لفترة 30 دقيقة والتي بلغت 16.66% في اليوم الأول من التعريض، ثم بدأت النسبة المئوية للقتل بالازدياد وبلغت 23.33% و30.00% عند تعرضها لـ 60 دقيقة و90 دقيقة، على التوالي (جدول 3). في حين بلغت النسبة المئوية لقتل اليرقات 46.06% بعد يوم واحد من التعريض لمدة 120 دقيقة. كما ازدادت نسبة القتل لليرقات بازدياد فترة ما بعد المعاملة بالأوزون، إذ وصلت النسبة المئوية للقتل في اليرقات عند تعريضها لفترة 90 دقيقة إلى 30.00%، 40.01%،50.00%، 63.33% و 80.00% بعد اليوم الأول والثاني والثالث والرابع والخامس، على التوالي، من المعاملة.

جدول 2. تأثير غاز الأوزون على عذارى حشرة عثّة التين.

Table 2. The effect of ozone gas on the fig moth *E. cautella* pupa.

فترة التعرض للأوزون (دقيقة) Exposure time to ozone (min)	% القتل المصححة Corrected mortality rate (%)
30	33.33
60	43.33
90	56.00
120	66.66
المعدل Mean	49.83
$LSD_{0.05}$	6.41

جدول 3. تأثير استخدام غاز الأوزون في يرقات عثة التين.

Table 3. The effect of using ozone gas on the control fig moth *E. cautella* larvae.

فترة التعرض للأوزون (دقيقة) Exposure time to ozone (min)	النسبة المئوية للقتل المصححة بعد فترات مختلفة من التعرض لغاز الأوزون (بالأيام) Corrected mortality rate after different periods from exposure to ozone in days					معدل نسبة القتل Average mortality rate
	1	2	3	4	5	
30	16.66	23.33	33.33	43.33	43.33	31.99
60	23.33	40.01	40.00	43.33	53.33	40.00
90	30.00	40.01	50.00	63.33	80.00	52.66
120	46.66	83.33	83.33	90.00	100.00	80.66
معدل تأثير فترة التعرض Average effect of exposure time	29.16	46.67	51.66	59.99	69.16	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% لفترة التعرض للأوزون= 4.03؛ النسبة المئوية للقتل بعد فترات مختلفة من التعرض لغاز الأوزون= 4.05؛ التداخل بين فترة التعرض والنسبة المئوية للقتل بعد فترات مختلفة من التعرض= 9.02.

LSD at P=0.05 for Exposure time to ozone= 4.03; Mortality rate after different periods from exposure to ozone= 4.05; Interaction between exposure time and mortality rate after different periods from exposure= 9.02.

بيّنت نتائج التحليل الاحصائي تفوق معاملة التعرض لغاز الأوزون لمدّة 120 دقيقة في النسبة المئوية لقتل يرقات عثّة التين والتي بلغت 80.66%، وتلتها مدّة التعرض 90 دقيقة ثم 60 دقيقة، حيث بلغ معدل نسبة القتل فيها 52.66% و 40.00%، على التوالي. في حين بلغ أقل معدلّ للنسبة المئوية للقتل في اليرقات عند التعرض للأوزون لمدة 30 دقيقة وكانت 31.99%. كما أظهرت النتائج تفوق معدل النسبة المئوية لقتل يرقات عثّة التين بعد مرور خمسة أيام من المعاملة وبلغت 69.16%، في حين سُجّل أقل معدل لقتل اليرقات بعد يوم واحد من التعرض للأوزون وكان 29.16%.

كذلك بينت النتائج أن للتداخل بين فترة التعريض وفترة ما بعد التعريض تأثيرٌ في زيادة نسبة القتل، حيث سجلت أعلى معدل للنسبة المئوية للقتل في اليوم الخامس بعد التعرض للأوزون لفترة 120 دقيقة وبلغت 100%، تلتها نسبة القتل (90%) في اليوم الرابع بعد التعريض لفترة 120 دقيقة أيضاً؛ في حين بلغت أقل نسبة قتل لليرقات 31.99% في اليوم الخامس بعد التعرض للأوزون لمدة 30 دقيقة.

لاحظ Osman (2019) أن يرقات حشرة *P. interpunctella* أكثر حساسية من دوري/طوري العذراء والبيضة، وأن غاز الأوزون قد تسبّب بنسبة قتل بلغت 100% لليرقات بعد فترة تعريض 150 و90 دقيقة وبتركيز 5000 جزء بالمليون.

بلغت أقل نسبة مئوية لتثبيط فقس بيض عثّة التين عند تعريضها 30 دقيقة لغاز الأوزون 3.80%، في حين بلغت نسبة تثبيط البيض عند فترة التعريض 60 و90 دقيقة 12.79% و22.19%، على التوالي (جدول 4). أما عند تعريضها لمدة 120 دقيقة لغاز الأوزون، فقد بلغت نسبة تثبيط البيض 37.47%، كما تبين أن نسبة الأفراد الناتجة عن بيض معامل بغاز الأوزون عند تعريضها لمدة 30 دقيقة قد بلغت 78.00%، في حين بلغت نسبة عدد الأفراد الناتجة من البيض المعامل بغاز الأوزون 64.66% و53.33% عند تعريضها لفترة 60 و 90 دقيقة، على التوالي، وبلغت أقلّ نسبة لعدد الأفراد الناتجة عن بيض معامل بغاز الأوزون 36.00%عند فترة التعريض 120 دقيقة.

بينت النتائج أن أدنى نسبة للفقد في التمر المصاب بعثّة التين كانت في التمور المعاملة بغاز الأوزون لمدة 120 دقيقة والتي بلغت 29.00% مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت فيها نسبة الفقد 59.33%. كما بين التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين فترتي التعريض 90 و60 دقيقة في نسبة الفقد للتمور والتي بلغت 36.00% و38.33%، على التوالي. وقد يعود السبب إلى أن غاز الأوزون ذو تأثير تثبيطي أقلّ ضدّ بيض وعذراء حشرة عثّة التين، كما يمكن أن يعزى هذا على الأرجح إلى الطبيعة الكيميائية لمشيم البيض والتي يمكن أن تمنع غاز الأوزون من المرور خلالها (Liu *et al*., 2007).

جدول 4. تأثير التعرض لغاز الأوزون على النسبة المئوية لتثبيط فقس بيض حشرة عثّة التين التي تصيب التمر، ونسبة عدد الحشرات الناتجة ونسبة الفقد في التمر.

Table 4. The effect of exposure to ozone gas on fig moth egg hatching inhibition rate, the number of emerging insects and yield loss in dates.

% الفقد في وزن التمر % Date yield loss		% عدد الافراد الخارجة % Number of emerging insects	% فقس البيض % Egg hatching rate	% تثبيط البيض % Inhibition of egg hatching	فترة التعرض بالدقائق Exposure time in minutes
بعد 60 يوم من الخزن 60 days after storage	قبل الخزن Before storage				
44.00	0	78.00	85.33	3.80	30
38.33	0	64.66	77.33	12.79	60
36.00	0	53.33	69.66	22.19	90
29.00	0	36.00	59.33	37.47	120
3.56	-	4.88	4.89	11.54	$LSD_{0.05}$

Abstract

Al-Saadi, Th.A.M. and F.B. Hermize. 2022. Assessment of Ozone Gas Efficiency on the Biological Aspects of the Fig Moth *Ephestia cautella* on Zahdi Date. Arab Journal of Plant Protection, 40(3): 240-246. https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.240246

This study aimed to assess the efficiency of ozone gas in controlling the different stages of the fig moth *Ephestia cautella* (Pyralidae: Lepidoptera) (eggs, larvae, pupa, adults) that infect dates in storage. Four gas exposure periods (30, 60, 90, 120 minutes) were evaluated and the mortality rate of the different insect stages increased with increase in the exposure time. The mortality rate of insect adults reached 100% after an exposure period of 120 minutes, whereas the mortality rate of insect pupa was 66.66%. The mortality rate of larvae reached 100% following an exposure period to ozone gas of 120 minutes and five days after exposure. The study also showed that exposure of eggs to 120 minutes of ozone gas led to an inhibition of egg hatching rate of 37.47%, whereas the lowest insect eggs inhibition rate following 30 minutes

exposure to ozone gas was 16.66%. The study also showed that the adults of *Ephestia cautella* were most affected when treated with ozone gas followed by larvae, whereas pupa and eggs were the least affected when treated with ozone gas.
Keywords: fig moth, *Ephestia cautella*, Zahdi date, ozone gas.

Affiliation of authors: *Thuraya Abdul Abaas Malik Al-Saadi* and Feryal Bahjat Hermize, Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Engineering, Baghdad University, Iraq. *Email of corresponding author: thurayaalsaadi05@gmail.com*

References

Abo El-Saad, M.M., H.A. Elshafie, A.M. Al-Ajlan and I.A. Bou-Khnow. 2011. Non–chemical alternative to methyl bromide against *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae): microwave and ozone. Agricultural Biology Journal of North America, 2(8): 1222–1231. https://doi.org/10.5251/abjna.2011.2.8.1222.1231

Darwish, Y.A., A.M. Ali, R.A. Mohamed and N.M. Khalil. 2015. Effect of extreme low and high temperature on the almond moth *Ephestia cautella* (walker) (Lepidoptera:Pyralidae). Journal of Phytopathology and Pest Management 29(1): 36-46.

El-Lakwah, F.A., A.A. Darwish and Z.A. Halawa. 1996. Toxic effect of plant extract and powder of some plant againstthe Cowpea beetle *Callosobruchus maculate.s* Annals of Agricultural Sciences (Moshtohor, Egypt), 34(4):1842-1859.

Isikber, A.A., S. Özteken, R. Ulusoy, S. Özsoy and A. Karie. 2007. Effectiveness of gaseous ozone alone and combination with low pressure or carbon dioxide against *Ephestia kuehniella* (Zell) (Lepidoptera: Pyralidae) at short exposure time. Integrated Protection of Stored Products, 30(2): 205-213. https://doi.org/10.16970/ted.76791

Jemni, M., M. Oton, M. Souza, M.H. Dhoubi, A. Ferchichi and F. Artes. 2015. Ozone gas greatly reduced the survival of carbo moth larvae in stored date Palm fruit. Journal of New science, 16(40): 567-573.

Jian, F., D.S. Jayas and N.D. White. 2013. Can ozone be a new control strategy for pests of stored grain. Agriculture Research, 2(1): 1-8. https://doi.org/10.1007/s40003-012-0046-2

Keivanloo, E., H.S. Namaghi and M.H. Khodaparast. 2014. Effect of low ozone concentration and short exposure time on the mortality of immature stage of Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Plant Protection Research, 54(3): 267-271. https://doi.org/10.2478/jppr-2014-0040

Leesch, J.G. 2003. The mortality of stored-product insects following exposure to gaseous ozone at high concentrations. Pages 827-831. In: Advances in Stored Product Protection, Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored-Product Protection. P.F. Credland, D.M. Armitage, C.H. Bell, P.M. Cogan & E. Highley (eds). York. CAB International, Oxon, UK. 1071 pp.

Liu, H.H., Y.C. Wu and H.L. Chen. 2007. Production of ozone and reactive oxygen species after welding. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 53: 513-518. https://doi.org/10.1007/s00244-007-0030-1

المراجع

اسماعيل، إياد يوسف الحاج. 2014. آفات المواد المخزونة. كلية التربية، جامعة الموصل، العراق. 399 صفحة.

*[**Ismail, A.Y. El-Haj.** 2014. Pests of storage products. Faculty of Education, Mosel University, Iraq. 399 pp. (In Arabic).]*

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز خلف الله. 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. دار الكتب والنشر. جامعة الموصل. 488 صفحة.

*[**Al-Rawi, K.M. and A. Khalafallah.** 1980. Design and analysis of agricultural experiments, Book and Publishing House, Mosul University, 488 pp. (In Arabic).*

سابط، فلاح عبود وسعدي حسين صبر.2015. تقييم كفاءة غاز الأوزون ودرجات الحرارة في مكافحة الاطوار المتحركة لخنفساء الحبوب الشعرية (الخابرا) *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermistidae) مختبريا. المجلة العراقية للعلوم، 56(3): 1904 -1910.

*[**Sabat, F.A. and S.H. Sabr**. 2015. Assess the efficiency of ozone gas and temperatures in combating the moving phases of the capillary grain beetle Trogoderma granarium (Coleoptera: Dermistidae) laboratory, Iraqi Journal of Science, 56(3): 1904-1910. (In Arabic).]*

شعبان، عواد ونزار مصطفى الملاح. 1993. المبيدات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. 520 صفحة.

*[Sh**aaban, A. and N.M. Al-Mallah**. 1993. Pesticides, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Mosul University. 520 pp. (In Arabic).]*

عبد الحسين، علي. 1985. النخيل والتمور وآفاتهما في العراق.كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق. 576 صفحة.

*[**Abdul Hussein, A**. 1985. Palms dates and their pests in Iraq. 576 pp. (In Arabic).]*

عبد الله، ليث محمود. 1996. تأثير التفريغ الهوائي مع درجات الحرارة العالية وغاز ثاني أوكسيد الكربون في بعض أنواع حشرات التمور المخزونة في العراق. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد. 143 صفحة.

*[**Abdullah, L.M.** 1996.The effect of air discharge with high temperatures and carbon dioxide gas in some types of dates insects stored in Iraq. Master's degree, Faculty of Agriculture, University of Baghdad. 143 pp. (In Arabic).]*

الياسري، جبار هاشم. 2014. آفات المخازن والآفات المنقولة مع الأرساليات النباتية في الحجر الزراعي. الحجر الزراعي. العراق. 133 صفحة.

*[**Al-Yasiri, J.H.** 2014. Store pests and pests transported with plant missions in quarantine, Agricultural stone, Iraq. 133 pp. (In Arabic).]*

Moghaddam, R.M., R. Sadeghi and M. Taghizade. 2016. Efficacy of ozone against *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae) and on the quality of raisin. Journal of the Entomological Society of Iran, 36(1): 49-59.

Niakousari, M., Z. Erjaa and Sh. Javadian. 2010. Fumigation characteristics of ozone in the postharvest treatment of Kabkab date *Phoenix dactylifera* (L.) against selected insect infestation. Journal of Food Protection,73(4): 763-770. https://doi.org/10.4315/0362-028X-73.4.763

Osman, M.A. 2009. Susceptibility of some stored products insects to gaseous ozone treatment under laboratory conditions. Bulletin of the Entomological Society of Egypt, 3(5): 157-170. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2011.04.003

Zinhoum, R.A. and W.K. El-Shafei. 2019. Control of one the vital stored dates insect *Plodia interpunctella* (Hubner) by using ozone gas. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, 11(3): 149-156. https://doi.org/10.21608/EAJBSF.2019.74450

تاريخ الاستلام: 2022/1/22؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/4/16

Received: January 22, 2022; Accepted: April 16, 2022