اختيار العائل لدى دبابير الحنطة المنشارية (Hymenoptera: Cephidae) في أصناف من الشعير والدور المحتمل لبعض الكيماويات الوسيطة في تفضيل وضع البيض

د. بشار الشيخ* د. ليلى الضحاك*

(الإيداع: 5 آذار 2024، القبول: 28 نيسان 2024)

الملخص:

تؤدي المعرفة بآليات وأسباب اختيار العائل المفضل من قبل دبابير الحنطة المنشارية إلى تطوير تقنيات إدارة متكاملة فعالة لهذه الآفة، تعتمد على المحصول الصائد أو المصائد الحاوية على مواد جاذبة لهذه الآفة، بهدف حماية المحصول المطلوب من الإصابة.

درسنا في تجربة حقلية تفضيل وضع البيض من قبل هذه الآفة على ثلاثة أصناف من الشعير (فرات1، فرات5، وعربي أسود)، كونه العائل الأكثر تفضيلاً، وقمنا بتحليل وتحديد المركبات النباتية المتطايرة من أوراق هذه الأصناف بواسطة تقنية GC–MS.

فضلت إناث دبابير الحنطة المنشارية إصابة نباتات الصنف (عربي أسود) بفروق معنوية بالمقارنة مع الصنفين (فرات1 وفرات5)، بالرغم من عدم وجود فروق معنوية بين هذه الأصناف في ارتفاع النبات في المراحل المبكرة، أو التطور الأبطأ لنباتاته في المراحل المتأخرة من حياة الشعير المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة المنشارية.

تميزت أوراق الصنف المفضل (عربي أسود) بالمقارنة مع الصنفين (فرات1، فرات5) باحتوائها على نسبة أعلى من المركب 6–methyl–5–hepten–2–one الجاذب لدبابير الحنطة المنشارية، وكذلك المركب العضوي النباتي المتطاير أحادي التربين Neral (citral)، وبالمقابل كان تركيز مركب الليناليول (Linalool) ومشتقاته (Cis–Linalool oxide) في أوراق هذا الصنف أقل من أوراق الصنفين (فرات1 وفرات5)، وهو المركب المعروف بتأثيره الطارد للحشرات نباتية التغذية.

الكلمات المفتاحية: دبابير الحنطة المنشارية، الشعير، التفضيل، المركبات العضوية المتطايرة

* قسم الإنتاج النباتي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حماه.

Host selection by wheat stem sawflies (Hymenoptera: Cephidae) in barley varieties and the possible role of some semiochemicals in favoring oviposition

Dr. Bashar Al–Sheikh* **Dr. Laila Al–Dahhak***

(Received: 5 March 2024, Accepted: 28 April 2024)

Abstract:

Knowledge of the mechanisms and reasons for choosing the preferred host by the wheat stem sawflies leads to the development of effective integrated management techniques for this pest, based on the captured crop or traps containing materials attracting this pest, with the aim of protecting the desired crop from infection.

In a field experiment, we studied the preference for laying eggs by this pest on three varieties of barley (Furat 1, Furat 5, and Arabi aswad), being the most preferred host, and we analyzed and identified volatile plant compounds from the leaves of these varieties using GC–MS technology.

wheat stem sawflies Female preferred to infect plants of the cultivar (Arabi aswad) with significant differences compared to the two cultivars (Furat 1 and Furat 5), although there were no significant differences between these cultivars in plant height in the early stages, or the slower development of its plants in the late stages of barley's life coinciding with Spread of wheat stem sawflies.

The leaves of the preferred variety (Arabi aswad) compared to the two varieties (Furat 1 and Furat 5) were distinguished by containing a higher percentage of the compound 6–methyl–5–hepten–2–one, which attracts wheat stem sawflies, as well as the volatile organic plant organic compound, the monoterpene Neral (citral). On the other hand, the concentration of Linalool and its derivatives (Cis–Linalool oxide) in the leaves of this variety was lower than in the leaves of the two varieties (Furat 1 and Furat 5), which is the compound known for its repellent effect on plant–feeding insects.

Keywords: wheat stem sawflies, barley, preference, volatile organic compounds

* Department of Plant Production, College of Agriculture, University of Hama

1- المقدمة:

تتسبب الإصابة بدبابير الحنطة المنشارية في سورية بخسائر اقتصادية على محصولي القمح والشعير تجاوزت عتبة الضرر الاقتصادي لهذه الآفة المحددة من قبل Holmes (1977) والمقدرة بوجود نسبة 10- 15% من النباتات المصابة من الموسم السابق؛ إذ حدد Miller وآخرون (1992) متوسط نسبة إصابة بهذه الآفة في حقول القمح والشعير القريبة من مدينة حلب بمعدل 20% خلال الأعوام 1986-1991. كما وجد غنوم (2004) أن متوسط نسبة الإصابة على القمح في منطقة صوران شمال مدينة حماه قد وصلت إلى 39%، وفي منطقة سراقب في محافظة إدلب إلى 46.5%. وتفضل هذه الآفة إصابة الشعير أولاً ثم القمح الطري فالقمح القاسي (Miller, 1992).

سجل في سورية أربعة أنواع من هذه الآفة؛ دبور الحنطة المنشاري اللبناني *Trachelus libanensis* Andra، دبور الحنطة المنشاري الكندي *Trachelus judaicus* Konow، دبور الحنطة المنشاري الأسود *Trachelus tabidus* F. ودبور الحنطة المنشاري الأوروبي *Cephus pygmaeus* L.. ويعد النوع الأخير أكثرها انتشاراً في سورية وخاصةً في المحافظات الشمالية كحلب وإدلب وحماه (Miller, 1987).

لم تحقق أساليب مكافحة هذه الآفة نتائج مرضية بشكلٍ كافٍ عالمياً؛ إذ إنَّ المكافحة الكيميائية باستعمال المبيدات الحشرية وحتى الجهازية منها غير فعالة ضد البيض واليرقات لوجودها ضمن سوق النباتات المصابة (Ozberk *et al.*, 2005)، أما المكافحة الكيميائية للبالغات فهي مكلفة وصعبة بسبب طول مدّة انبثاق البالغات في الحقول إضافةً إلى ضررها على الأعداء الحيوية للحشرة (Songbi *et al.*, 2005)، أما الأصناف المقاومة لهذه الحشرة التي تتميز بكونها مصمتة الساق وتتسبب بموت نسبة كبيرة من اليرقات، فهي ضعيفة الإنتاج ومحتواها من البروتين أقل مقارنةً مع الأصناف المجوفة الحساسة (Clarck *et al.*, 2002)، كما إن فعالية متطفلات الدبابير في ضبط مجتمعاتها تتأثر بالكثير من العوامل الحيوية وغير الحيوية، لذلك فإن إجراءات المكافحة الحيوية ما تزال محدودة النجاح (Shanower & Hoelmer., 2004)، وبناءً عليه كان لا بد من البحث عن أساليب أخرى لإدارة هذه الآفة وتخفيض أضرارها.

تستخدم الحشرات نباتية التغذية طرائق حسية متعددة لتحديد النباتات المضيفة المفضلة كالرؤية والشم والاستقبال الكيميائي والتذوق والمحفزات السمعية (George *et al.*, 2016). لذلك فإن فهم الآليات التي توجه اختيار العائل الأفضل من قبل الآفة؛ يعدُّ ضرورياً لتطوير تقنية إدارة فعالة مبنية على النبات الصائد أو تقنيات المصائد الجاذبة للآفة، يضاف إلى ذلك عوامل أخرى تعتمد الصنف المطلوب حمايته والصنف المزروع كنبات صائد (Buteler, 2008).

تكون النباتات العائلة لدبور الحنطة المنشاري *Cephus cinctus* في شمال أمريكا وكندا قابلة للإصابة فقط في الفترة ما بين ما بعد استطالة الساق (تشكل عقدة واحدة على الأقل)، وحتى مرحلة قبل بدء امتلاء الحبوب؛ أي ما بين المرحلتين التطوريتين 31 و69 على مقياس Zadoks؛ إلا أن معظم البيوض يتم وضعها ما بين المرحلتين 32 (تشكل عقدتين على الساق) و49 (بداية رؤية سفا السنابل) (Buteler *et al.*, 2010)، إذ إن قصر مدّة انتشار بالغات الدبور في الحقول سنوياً والتي هي حوالي الشهر تقريباً، يتطلب تزامناً ما بين دورة حياته ومدّة تطور العائل الموسمية (Perez-Mendoza *et al.*, 2006)، وقد فضلت إناث الدبابير وضع بيضها في سوق نباتات صنف القمح الأطول (الأسرع نمواً) عندما كانت نباتات القمح فتية (المراحل الفينولوجية الأولى لنبات القمح القابلة للإصابة من قبل دبور الحنطة المنشاري (*Cephus cinctus*)، في حين اختارت الإناث سوق أصناف القمح الأبطأ تطوراً بالمقارنة مع سوق بقية الأصناف عندما كانت نباتات القمح في المراحل الفينولوجية المتأخرة القابلة للإصابة من قبل دبور الحنطة المنشاري *C. cinctus* (Buteler & Weaver., 2012)، لذلك فإن أصناف القمح ذات النمو الأبطأ تبقى فترات أطول في المراحل القابلة للإصابة من قبل دبور الحنطة، ومن ثم تكون أكثر جاذبيةً لوضع البيض من قبل الإناث بنسبة أكبر من الأصناف سريعة التطور خلال مدّة طيران الدبور (Buteler *et al.*, 2010)، بينما وجد آخرون تفضيلاً لبعض أصناف القمح لوضع

البيض بالرغم من عدم وجود فروق معنوية في ارتفاع النبات أو المراحل التطورية (Piesik *et al*., 2008؛ Weaver *et al*., 2009؛ Buteler & Weaver, 2012)، وهذا ما استوجب البحث عن أسباب أخرى للتفضيل واختيار العائل.

إن انجذاب الحشرات نباتية التغذية للكيماويات الوسيطة (Semiochemicals) المنتجة من النباتات العائلة معروفة في العديد من المزروعات، ولهذه الكيماويات دوراً أساسياً في عملية التفضيل (Bernays & Chapman., 1994)، وقد تم الإبلاغ حتى الآن عن أكثر من 1000 مركب عضوي منخفض الوزن الجزيئي تنبعث من النباتات، بما في ذلك الألكانات، الألكينات، الكحولات، الكيتونات، الألدهيدات، الإيثرات والإسترات والأحماض الكربوكسيلية (Dudareva *et al*. , 2004، Niinemets *et al*. , 2004). وقد تركز الاهتمام في الآونة الأخيرة على تحديد المركبات المتطايرة من نباتات المحاصيل و إمكانية استعمالها في إدارة الآفات الحشرية (Agelopoulos *et al*.,1999؛ Pickett *et al*., 1997, 2006؛ Cha *et al*. 2011).

تعد المركبات العضوية المتطايرة Volatile Organic Compounds (VOCs) بدائل واعدة للمبيدات الكيميائية في إدارة الآفات، وقد أظهرت دراسات مختلفة أن هذه المركبات تعدل (تثبط أو تحفز) نمو الميكروبات والنباتات (Elsherbiny *et al*., 2020)، وتحفز المقاومة الجهازية في النباتات ضد الضغوط الحيوية وغير الحيوية (Raza *et al*., 2016)، وتعمل كجاذبات أو طاردات للحشرات(Veselova *et al*., 2019). لهذه الأسباب، فإن تطوير تركيبات فعالة من المركبات العضوية المتطايرة لتطبيقها في مجال التكنولوجيا الحيوية يمكن أن يسهل ظهور استراتيجيات مستدامة في مكافحة الآفات وتحسين الإنتاجية (Sharifi and Ryu., 2018). تتميز هذه المركبات بأنها تلبي العديد من المتطلبات الحديثة لإدارة الآفات، مثل تخصصها وكونها آمنة بيئياً وسهلة التطبيق في النظم الزراعية المختلفة (Rizvi *et al*., 2021)، وقد طبقت على نطاق واسع في الحقول؛ من خلال استخدامها في المصائد الفيزيائية والكيميائية لجذب الآفات المستهدفة، مما يقلل الحاجة إلى التطبيقات الكيميائية التقليدية وتوفر إدارة فعالة للمكافحة(Wyckhuys *et al*., 2020).

أظهرت بعض الدراسات نتائج واعدة في إدارة دبابير الحنطة المنشارية باعتماد الكيماويات الوسيطة؛ على الرغم من الحاجة إلى أبحاث إضافية فيما يتعلق بالتطبيق الحقلي (Piesik *et al*., 2008؛ Weaver *et al*., 2009؛ Buteler & Weaver, 2012). فقد وجد Piesik وآخرون (2008) أن المركبات المتطايرة المنبعثة من نباتات القمح تزود إناث الدبابير بإشارات يمكن أن تساعد في تحديد السوق المناسبة لوضع البيض، وحدد عدة مركبات تنبعث من أوراق القمح، وتثير النشاط السلوكي لدبور الحنطة المنشاري *C. cinctus* مثل: (Z)-3-hexenyl acetate و(Z)-3-hexenol وكذلك التربيبن β–ocimene ومركب6-methyl-5-hepten-2-one، كما وجد Weaver وآخرون (2009) تفضيلاً واضحاً من قبل دبور الحنطة المنشاري *C. cinctus* لصنف القمح (Reeder) الذي يطلق كميات أكبر من المركب (Z)-3-hexenyl acetate بالمقارنة مع صنف القمح (Conan) بالرغم من عدم وجود فروق معنوية بينهما في ارتفاع النبات أو المراحل التطورية؛ وذلك في تجارب أجريت في كل من البيوت الزجاجية والظروف الحقلية، وتوقعت دراسة أخرى دوراً للمركب β–ocimene المنبعث من أوراق القمح في تفضيل صنف القمح الشتوي (Norstar) لدبور الحنطة المنشاري *C. cinctus* بالمقارنة مع الصنفين Neeley و Rampart (Buteler & Weaver., 2012).

وجد الشيخ (2015) في دراسة لأسباب تفضيل دبابير الحنطة المنشارية في سورية لبعض أصناف القمح عندما لم يسجل فروقاً معنوية في ارتفاع النبات أو المرحلة التطورية بين الصنف المفضل وبقية أصناف التجربة؛ أن المركب الرئيس الموجود في الزيت المستخلص من أوراق صنف القمح الطري المفضل (shuha 17) هو المركب Isopropyl palmitate، كما وجد أن تركيز المركب 11-Tricosene هو الأعلى في الزيت المستخلص من أوراق صنف القمح القاسي المفضل(Ammar-5) بالمقارنة مع بقية الأصناف.

أما في الشعير فقد تسببت بعض أصناف الشعير مجوفة الساق بموت عدد كبير من يرقات الدبابير في أعمارها الأولى

دونما اكتشاف لأسباب هذا الموت (Varella *et al.*, 2018؛ Achhami *et al.* 2020)، وقد وجد Buddhi وآخرون (2021) في أمريكا تأثيراً للمركبات المتطايرة في اختيار صنف الشعير المفضل لوضع البيض، إذ فضلت إناث دبور الحنطة المنشاري *C. cinctus* وضع بيضها في الصنف الذي يطلق كميات أكبر من المركب (Z)–3–hexenyl acetate مع عدم وجود فروق معنوية في ارتفاع النبات أو المرحلة التطورية بين الأصناف المختبرة، وبالعكس أطلق الصنف المقاوم كميات أكبر من مركب linalool.

وجد ALSheikh وآخرون (2020) في منطقة صوران الواقعة شمال مدينة حماه أن دبابير الحنطة المنشارية فضلت إصابة صنف الشعير (عربي أسود) في تجربة أجريت في الظروف الحقلية ضمت تسعة أصناف أخرى من الشعير معتمدة للزراعة من قبل مؤسسة إكثار البذار بمحافظة حماه، بالرغم من عدم وجود فروق معنوية بين هذا الصنف وباقي الأصناف من ناحية ارتفاع النبات الأعلى في المرحلة المبكرة من انتشار دبابير الحنطة المنشارية، أو من ناحية كونه الأقل تطوراً في المرحلة المتأخرة من انتشار الدبابير في الحقول.

2– هدف البحث:

نظراً للأهمية الاقتصادية الكبيرة لدبابير الحنطة المنشارية لما تسببه من خسائر سنوية مهمة على محصولي القمح والشعير في سورية، وبما أن محصول الشعير من المحاصيل المزروعة بمساحات واسعة في محافظة حماه، وبسبب عدم وجود طريقة فعالة لمكافحة هذه الآفة أو تخفيف أضرارها، لذلك فإن فهم آلية اختيار الصنف العائل أمراً بالغ الأهمية لتطوير تقنية مناسبة لإدارة هذه الآفة.

3– المواد وطرائق البحث:

موقع البحث: أجري البحث في منطقة صوران على بعد 20 كم شمال مدينة حماه، خط طول 36.74 شرقاً وخط عرض 35.29 شمالاً، الارتفاع التقريبي عن سطح البحر 350 م، خلال الموسم الزراعي 2022 – 2023. وذلك على طرف حقل مزروع في موسم الدراسة بمحصول غير نجيلي (عدس)، وخلال الموسم الفائت (موسم 2021 – 2022) بالشعير بحيث يتوفر مصدر الإصابة دبابير الحنطة المنشارية (أعقاب تحتوي على يرقات الدبابير في مرحلة البيات الصيفي الشتوي).

مواد البحث:

– حبوب شعير من ثلاثة أصناف (فرات 1، فرات 5، عربي أسود)، مصدرها مركز البحوث الزراعية العلمية بحماه (الجدول 1). اختيرت من تجربة غربلة أصناف شعير سابقة للإصابة بدبابير الحنطة المنشارية (Al sheikh *et al.*, 2020)، صنفان منها مقاومان للإصابة (فرات 1، فرات 5)، و صنف حساس (عربي أسود)، ولا يوجد بين الأصناف الثلاثة فروق معنوية في الصفات المورفولوجية والفينولوجية المفضلة من قبل الدبابير.

الجدول رقم (1.): أصناف الشعير المستخدمة

الصنف	المصدر	منطقة الاستقرار	معدل الهطول المطري (ملم)	الإنتاجية (كغ/ هـ)
فرات1	سورية	الثانية	250– 350	2212
فرات 5	سورية	الثالثة	250	2030
عربي أسود	سورية	الثالثة	250	1760

دبابير الحنطة المنشارية: يوجد في منطقة صوران أربعة أنواع: ثلاثة منها تتبع الجنس *Trachellus* وتتميز بأن لون جسم بالغاتها أسود، والنوع الرابع هو دبور الحنطة المنشاري الأوروبي *Cephus pygmaeus* وهو النوع السائد وتتميز بالغاته

بلون جسمها الأسود عدا حواف الفخذ والساق والرسغ، وحواف الحلقات البطنية الثالثة والخامسة فهي صفراء (Miller, 1991).

طرائق البحث:

1- جهزت التجربة للزراعة بتاريخ 15 تشرين الثاني 2022، وذلك بإجراء حراثة بمحراث رجل البطة في طرف الحقل، تم تصميم التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع خمسة مكررات، بحيث يتألف كل مكرر من أربعة خطوط، طول كل خط منها 1 متر، وبفاصل 25 سنتيمتر بين كل خطين، وبفواصل 2 م بين كل مكررين.

2- زرعت حبوب الشعير وفق معدل بذار الشعير نفسه المستخدم في المنطقة (20 كغ/ دونم)، وذلك بمعدل 20 غرام من حبوب الشعير في كل 1 متر مربع (5 غ في كل خط).

3- أجريت الخدمات الزراعية الخاصة بهذا المحصول وأهمها إزالة الأعشاب النامية في التجربة يدوياً.

4- حدد موعد بدء انبثاق دبابير الحنطة المنشارية وتطور أعدادها في منطقة البحث باستخدام شبكة جمع الحشرات؛ وذلك بإجراء 20 ضربة عشوائية في محيط حقل قمح مجاور لحقل التجربة كل أسبوع بدءاً من منتصف شهر آذار وحتى بداية شهر أيار وذلك بهدف تحديد ذروة انتشارها في منطقة البحث في موسم الدراسة.

5- درست الخصائص النباتية للأصناف المختبرة المؤثرة في نسبة إصابة دبابير الحنطة المنشارية وهي:

5-1- ارتفاع النبات: أخذت 10 نباتات من كل صنف خلال فترة انتشار دبابير الحنطة المنشارية في الحقول بشكل طبيعي (شهر نيسان) كل 3 أيام، وتم قياس ارتفاع النبات وذلك بحساب متوسط قياس أطوال النباتات العشر؛ من خلال قياس ارتفاع النبات من سطح التربة إلى قمة الورقة الأكثر ارتفاعاً حتى انبثاق السنابل؛ ومن سطح التربة حتى قمة السنبلة بعد انبثاق السنابل.

5-2- المرحلة التطورية: تم تحديد المرحلة التطورية لكل لصنف في كل قراءة وفقاً لمقياس Zadoks وآخرون (1974).

6- استخلصت الزيوت العطرية من أوراق أصناف الشعير المدروسة وحددت في قسم الزراعة، هيئة الطاقة الذرية السورية بدمشق، وذلك وفق الآتي:

6-1- استخلاص الزيوت العطرية: جمع عدد من الأوراق الحديثة من كل صنف بتاريخ 7 نيسان 2023 بما يتزامن مع ذروة انتشار دبابير الحنطة المنشارية في موسم الدراسة، وكذلك المراحل الفينولوجية المناسبة للإصابة من قبل الدبابير، إذ كان الصنفان فرات 1 وفرات 5 في المرحلة 45 على سلم زادوكس (مرحلة البطان) والصنف عربي أسود في المرحلة 49 (السنيبلة الأولى مرئية) (Buddhi *et al.*, 2021). جففت هذه الأوراق بالهواء الساخن، ثم سحقت العينات على شكل بودرة ناعمة.

استخلص الزيت العطري من الأوراق بواسطة جهاز الجرف ببخار الماء Steam distillation باستخدام 50 غ من أوراق كل صنف من أصناف الشعير المدروسة لمدة أربع ساعات. حيث استخلصت الخلاصة الناتجة في نهاية عملية الجرف باستخدام قمع الفصل باستخدام ثنائي كلور الميتان dichloromethane، وتم تركيز الخلاصة بواسطة المبخر الدوار تحت التفريغ في درجة حرارة الغرفة. تم تخزين الخلاصة على درجة حرارة 4 مئوية لإجراء التحاليل اللازمة عليها.

6-2- تحليل الزيوت العطرية: حللت الزيوت العطرية لأوراق أصناف الشعير المدروسة وحددت مكوناتها بواسطة جهاز الكروماتوغرافيا الغازية المقترن بجهاز مطياف الكتلة GC-MS (gas chromatograph - mass spectrometer) صنع شركة Agilent نموذج 6890، مزود بحاقن آلي (Split/Splitless) وكاشف لمطيافية الكتلة (MSD) نموذج 5975 C متصل بغاز الهليوم بوصفه طوراً حاملاً. ركب للجهاز عمود شعري (HP5-MS) صنع شركة Agilent طوله 30 م، قطره الداخلي 0.25 ملم، سماكة الفيلم (Phenyl 5%) 0.21 ميكرومتر.

تم إمرار الزيت العطري لكل صنف في جهاز GC لتحديد أهم المركبات العضوية العطرية المستخلصة منه وفق الآتي: حُقن 1 ميكرولتر من المحلول الناتج من كل عينة في الجهاز، تم جرف مكوناته بغاز الهليوم تدفق 1 مل/ دقيقة، وتم ضبط درجة حاقن النظام على 230 درجة مئوية، والبرنامج الحراري الآتي: ثبتت درجة حرارة العمود على 70 درجة مئوية لمدة ثلاث دقائق، ثم تم رفعها إلى درجة حرارة 300 درجة مئوية بمعدل 10 درجات مئوية/ دقيقة، ثم ثبتت على الدرجة 300 مئوية لمدة 10 دقائق، وتم ضبط جهاز مطيافية الكتلة وفق الشروط الآتية: طاقة الكترونات التشريد (70 ev)، حرارة مصدر الإلكترونات (230 درجة مئوية)، حرارة رباعي الأقطاب (150 درجة مئوية).

حددت نوعية المركبات العضوية العطرية بمقارنة أطياف كتلة كل منها بأطياف مرجعية؛ باستخدام برنامج تشغيل للحاسب مزود بمكتبة NIST (US National Institute of Standards and Technology).

7– تُركت النباتات تحت الظروف الحقلية حتى نهاية شهر أيار (ما قبل الحصاد)، حُسب متوسط نسبة إصابة كل صنف من الأصناف المدروسة في المكررات الخمس وفق المعادلة:

$$\text{النسبة المئوية للإصابة} = \frac{\text{عدد النباتات المقطوعة من قبل اليرقات}}{\text{العدد الكلي للنباتات}} \times 100$$

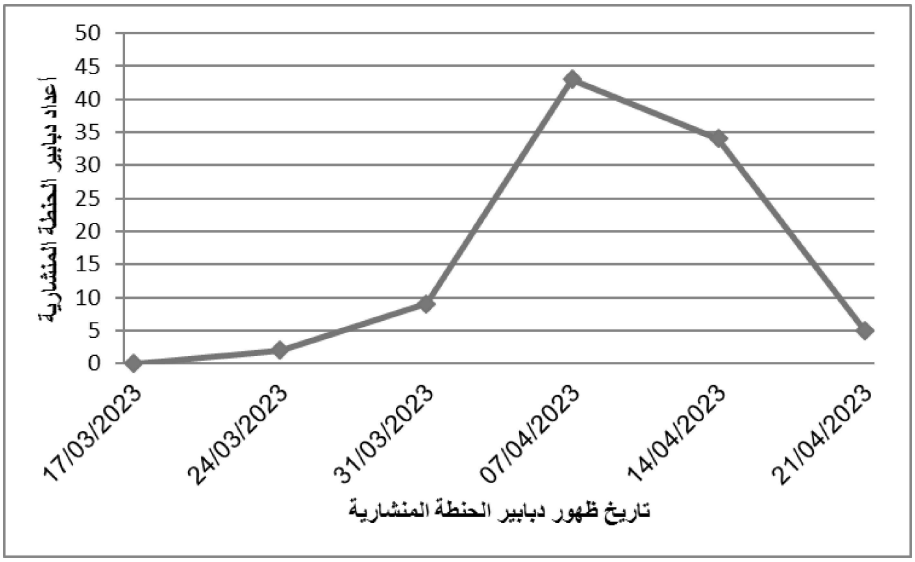
8– التحليل الإحصائي:

حُللت النتائج باستخدام برنامج (SAS 9)، وتم مقارنة المتوسطات باستخدام اختبار (Fisher's Least Significant Difference) (LSD) عند احتمال 5%، عندما يكشف ANOVA تأثيرات معنوية ($P < 0.05$).

4– النتائج:

4–1– تغير أعداد دبابير الحنطة المنشارية في منطقة صوران في موسم 2023:

بدأت دبابير الحنطة المنشارية في منطقة البحث بالظهور اعتباراً من تاريخ 24 آذار 2023 وكانت بأعداد قليلة (حشرتان/ 20 ضربة)، وقد وصلت أعداد الدبابير الملتقطة إلى ذروتها بتاريخ السابع من نيسان (43 دبور/ 20 ضربة)، ثم تناقصت أعدادها تدريجياً حتى تاريخ 21 نيسان حيث انتهى تواجد النوع السائد في المنطقة وهو النوع *C.pygmaeus* بينما تم تسجيل أعداد قليلة تابعة للجنس Trachellus (5 دبابير / 20 ضربة) حتى نهاية التجربة بتاريخ 21 نيسان 2023 (الشكل 1).



الشكل رقم (1.): تغير أعداد دبابير الحنطة المنشارية في منطقة صوران 2023

4–2– تأثير ارتفاع النبات والطور الفينولوجي في نسب إصابة أصناف الشعير المدروسة بدبابير الحنطة المنشارية في منطقة صوران في موسم 2023:

يبين الجدول 2. متوسطات ارتفاع نباتات أصناف الشعير المدروسة في المراحل المبكرة من حياة النبات المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة، والطور الفينولوجي للأصناف المدروسة في المراحل المتأخرة من حياة النبات المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة، بالإضافة إلى متوسطات النسب المئوية لإصابة الأصناف المختبرة بدبابير الحنطة في منطقة البحث.

فضلت إناث دبابير الحنطة المنشارية وضع بيضها في سوق الصنف (عربي أسود) مقارنةً بالصنفين (فرات1 وفرات 5)، إذ سَجل متوسط نسبة إصابة قدره 20.1% في الصنف (عربي أسود)، بينما كان متوسط نسبة الإصابة في الصنفين (فرات1 و فرات5) (3.4%، 2.2%) على التتالي (الجدول 2). بالرغم من عدم تميز الصنف (عربي أسود) بالخصائص المورفولوجية والفينولوجية المفضلة من قبل الدبابير، إذ لم يكن هنالك فروقاً معنوية بين متوسطات ارتفاع نباتات الأصناف المدروسة في المراحل المبكرة من حياة النبات المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة، وكان متوسط ارتفاع نباتات الصنف فرات 5 هو الأعلى بفروق معنوية مقارنةً مع الصنف (عربي أسود)، والصنف (فرات 1) بتاريخ 14–4–2023 المتزامن مع ذروة انتشار دبابير الحنطة المنشارية في منطقة الدراسة. كما كان تطور الصنف (عربي أسود) هو الأسرع بالمقارنة مع الصنفين فرات 1 وفرات 5 في المراحل الفينولوجية المتأخرة من عمر نباتات الشعير المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة المنشارية في منطقة الدراسة (الجدول 2)، حيث كانت نباتات الصنف (عربي أسود) بتاريخ 13 – 4 –2023 في المرحلة الفينولوجية 55 على سلم زادوكس (نصف السنبلة منبثقة)، بينما كانت نباتات الصنفين (فرات 1 وفرات 5) في المرحلة الفينولوجية 47 على سلم زادوكس (مرحلة البطان)، وبتاريخ 16 – 4–2023 وصلت نباتات الصنفين فرات 1 وفرات 5 لمرحلة نصف السنبلة مرئية، بينما وصلت نباتات الصنف عربي أسود للمرحلة 59 على سلم زادوكس (السنبلة كلها منبثقة).

الجدول رقم (2): متوسطات النسب المئوية لإصابة أصناف الشعير المدروسة بدبابير الحنطة المنشارية، ارتفاع النبات، مراحل التطور الفينولوجية في منطقة صوران في موسم 2023

الصنف	ارتفاع النبات (سم) في المراحل المبكرة من عمر نبات الشعير المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة المنشارية			المرحلة التطورية (سلم زادوكس) في المراحل المتأخرة من عمر نبات الشعير المتزامنة مع انتشار دبابير الحنطة المنشارية			متوسطات النسب المئوية للإصابة بدبابير الحنطة المنشارية
	7 نيسان	10 نيسان	13 نيسان	13 نيسان	16 نيسان	19 نيسان	
فرات 1	65.65 a	66.85 b	77.85 b	47	55	59	3.4 b
فرات 5	67.95 a	82.55 a	91.02 a	47	55	59	2.2 b
عربي أسود	72.30 a	78.92 a	82.52 b	55	59	59	20.1 a
LSD (5%)	8.28	8.48	7.90				0.0482
CV %	6.97	6.44	5.44				32.44

المتوسطات ضمن الأعمدة المتبوعة بأحرف مختلفة يوجد بينها فروق معنوية

(ANOVA followed by Fisher pairwise comparison: P<0.05), LSD least significant differences, CV coefficient of variance

4–4– نتائج تحليل الزيوت العطرية المستخلصة من أوراق الشعير المدروسة:

بينت نتائج تحليل عينات الزيوت العطرية المستخلصة من أصناف الشعير المدروسة وجود مجموعة من المركبات العضوية المتطايرة المشتركة فيما بينها، إذ تم تعريف 26 مركباً عضوياً مشتركاً تشتمل على ألدهيدات وكيتونات وكحولات والفيوران،

ويبين الجدول 3 أسماء هذه المركبات في أصناف الشعير الثلاث مع زمن الاحتفاظ لكل من في الجهاز، الوزن النوعي لكل منها، وتركيز كل منها في عينات الزيوت المختلفة، كما تم تعريف 9 مركبات عضوية مختلفة فيما بين الأصناف المدروسة، ويبين الجدول رقم 4 أسماء هذه المركبات مع زمن الاحتفاظ والوزن النوعي والتركيز لكل منها، وأظهرت النتائج اختلافاً فيما بين تركيز المركبات العضوية المتطايرة المشتركة فيما بين زيوت الأصناف الثلاث المدروسة (الشكل 2)، إذ كان تركيز بعض المركبات هو الأعلى في زيت الصنف (عربي أسود) الحساس لإصابة دبابير الحنطة المنشارية بالمقارنة مع الصنفين فرات1 وفرات5 المقاومين وهي: Butanal، ethyl acetate، 1–buten–3–one، Pentanal، 3–methyl–3–buten–2–one، benzyl alcohol، 1,8–cineole، Pyrazine، 2,3–octanedione، 6–methyl–5–hepten–2–one، 4–hydroxy–4–methyl–2–pentanone، phytol، linalool.

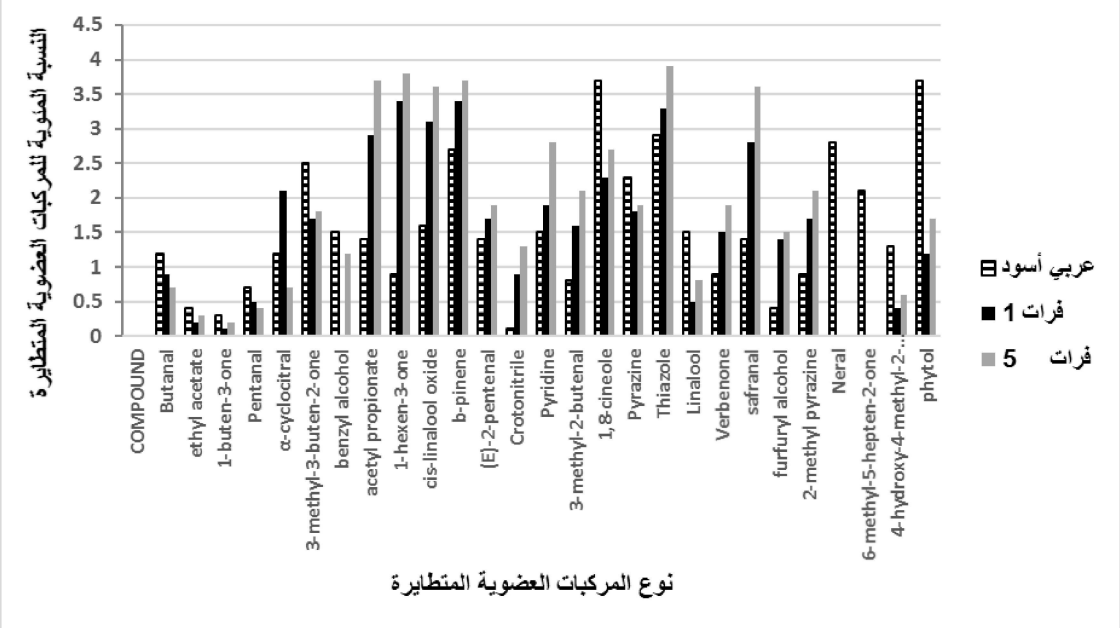
الجدول رقم (3): تركيز المركبات العضوية المشتركة في أوراق أصناف الشعير المدروسة (نسبة مئوية)، الوزن الجزيئي لكل مركب، و أوقات الاحتفاظ بها في جهاز الكروموتوغرافيا الغازية (دقيقة)

فرات 5				فرات 1				عربي أسود			
COMPOUND	RT	%	MW	COMPOUND	RT	%	MW	COMPOUND	RT	%	MW
Butanal	6.3	0.7	72.11	Butanal	6.3	0.9	72.11	Butanal	6.3	1.2	72.11
ethyl acetate	7.4	0.3	88.11	ethyl acetate	7.4	0.2	88.11	ethyl acetate	7.4	0.4	88.11
1-buten-3-one	7.9	0.2	70.13	1-buten-3-one	7.9	0.1	70.13	1-buten-3-one	7.9	0.3	70.13
Pentanal	8.5	0.4	86.134	Pentanal	8.5	0.5	86.134	Pentanal	8.5	0.7	86.134
α-cyclocitral	9.4	0.7	152.23	α-cyclocitral	10.7	2.1	84.12	α-cyclocitral	9.4	1.2	152.23
3-methyl-3-buten-2-one	10.7	1.8	84.12	3-methyl-3-buten-2-one	11.2	1.7	8-6.13	3-methyl-3-buten-2-one	10.7	2.5	84.12
benzyl alcohol	11.1	1.2	108.14	-	-	-	-	benzyl alcohol	11.8	1.5	108.14
acetyl propionate	12.4	3.7	116.11	acetyl propionate	12.4	2.9	116.115	acetyl propionate	12.4	1.4	116.115
1-hexen-3-one	13.7	3.8	98.14.	1-hexen-3-one	13.7	3.4	98.14.	1-hexen-3-one	13.7	0.9	98.14.
cis-linalool oxide	14.8	3.6	170.24	*cis*-linalool oxide	14.8	3.1	170.24	*cis*-linalool oxide	14.8	1.6	170.24
b-pinene	15.6	3.7	136.23	b-pinene	15.6	3.4	136.23	b-pinene	15.6	2.7	136.23
(E)-2-pentenal	16.3	1.9	84.11	(E)-2-pentenal	16.3	1.7	84.11	(E)-2-pentenal	16.3	1.4	84.11
Crotonitrile	17.9	1.3	67.09	crotonitrile	17.9	0.9	67.09	crotonitrile	17.9	0.1	67.09
Pyridine	18.7	2.8	79.1	Pyridine	18.7	1.9	79.1	Pyridine	18.7	1.5	79.1
3-methyl-2-butenal	19.3	2.1	84.12	3-methyl-2-butenal	19.3	1.6	84.12	3-methyl-2-butenal	19.3	0.8	84.12
1,8-cineole	20.1	2.7	154.24	1,8-cineole	20.1	2.3	154.24	1,8-cineole	20.1	3.7	154.24
Pyrazine	21.4	1.9	80.09	pyrazine	21.4	1.8	80.09	Pyrazine	21.4	2.3	80.09
Thiazole	23.5	3.9	85.13	Thiazole	23.5	3.3	85.13	Thiazole	23.5	2.9	85.13
Linalool	24.8	0.8	154.25	Linalool	24.8	0.5	154.25	Linalool	24.8	1.5	154.25
Verbenone	25.9	1.9	150.21	verbenone	25.9	1.5	150.21	verbenone	25.9	0.9	150.21
safranal	26.7	3.6	150.21	Safranal	26.7	2.8	150.21	Safranal	26.7	1.4	150.21
furfuryl alcohol	27.3	1.5	98.1	furfuryl alcohol	27.3	1.4	98.1	furfuryl alcohol	27.3	0.4	98.1
2-methyl pyrazine	28.1	2.1	94.11	2-methyl pyrazine	28.1	1.7	94.11	2-methyl pyrazine	28.1	0.9	94.11
4-penten-nitrile	29.4	0.7	81.12	4-penten-nitrile	29.4	0.8	81.12	4-penten-nitrile	29.4	1.1	81.12
Neral	30.9	----	152.24	Neral	30.9	---	152.24	Neral	30.9	2.8	152.24
1,2,4-trimethyl benzene	31.7	1.8	120.19	1,2,4-trimethyl benzene	31.7	2.1	120.19	1,2,4-trimethyl benzene	31.7	3.1	120.19
2,3-octanedione	32.5	-	142.19	2,3-octanedione	32.5	---	142.19	2,3-octanedione	32.5	1.4	142.19
6-methyl-5-hepten-2-one	33.9	-	126.20	6-methyl-5-hepten-2-one	33.9	-----	126.20	6-methyl-5-hepten-2-one	33.9	2.1	126.20
4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone	35.1	0.6	116.16	4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone	35.1	0.4	116.16	4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone	35.1	1.3	116.16
phytol	36.9	1.7	296.53	Phytol	36.9	1.2	296.53	Phytol	36.9	3.7	296.53

RT وقت الاحتفاظ في جهاز الكروموتوغرافيا الغازية (دقيقة)، MW الوزن الجزيئي لكل مركب

الجدول رقم (4): تركيز المركبات العضوية غير المشتركة في أوراق أصناف الشعير المدروسة (نسة مئوية)، مع الوزن الجزيئي، و أوقات الاحتفاظ بها في جهاز الكروموتوغرافيا الغازية (دقيقة)

عربي أسود				فرات 1				فرات 5			
COMPOUND	RT	%	MW	COMPOUND	RT	%	MW	COMPOUND	RT	%	MW
3–furaldehyde	9.1	0.9	96.08	benzaldehyde	15.9	2.4	106.12	Piperitone	11.7	1.4	152.23
Furfural	24.1	0.8	96.08	(E)–b–damascone	25.1	0.28	190.28	benzothiazole	12.9	0.4	135.18
α–cyclocitral	28.7	1.2	152.23	(E)–b–ionone	26.1	0.7	192.30				
5,6–epoxy–b–ionone	35.8	1.6	208.29								



الشكل رقم (2): النسب المئوية للمركبات العضوية المتطايرة الموجودة في زيوت أصناف الشعير المدروسة

بينما كان تركيز بقية المركبات المشتركة هو الأعلى في زيت الصنفين المقاومين فرات1 وفرات5 وهي: α–cyclocitral، acetyl propionate، hexen–3–one–1، cis–linalool oxide، b–pinene، (E)–2–pentenal، Crotonitrile، Pyridine، 3–methyl–2–butenal، Pyrazine، Thiazole، Verbenone، safranal، furfuryl alcohol، 2–methyl pyrazine. أما المركبات العضوية غير المشتركة فكانت مختلفة فيما بين الأصناف ويبين الجدول 4. أسماء هذه المركبات، تركيز كل منها، الوزن الجزيئي، وزمن الاحتفاظ بها في الجهاز.

5– المناقشة:

ترتبط النباتات والحشرات بعلاقة وثيقة، إذ تستخدم الحشرات نباتية التغذية طرائق حسية متعددة لتحديد النباتات المضيفة المفضلة كالرؤية والشم والاستقبال الكيميائي والتذوق والمحفزات السمعية (George *et al.*, 2016)، وتعمل المركبات العضوية المتطايرة من النبات(VOCs) ومنتجاتها المؤكسدة كمواد كيميائية مهمة في التفاعلات بين النبات والحشرات، وتستخدم الحشرات نباتية التغذية هذه الإشارات الكيميائية للتمييز بين النباتات المضيفة وغير المضيفة، وتحديد مواقع التغذية ووضع البيض المناسبة لها(Li *et al.*, 2016).

توافقت دراستنا الحالية مع نتائج Alsheikh وآخرون (2020) من ناحية عدم وجود تأثير للخصائص الرئيسة المذكورة مرجعياً في جذب دبابير الحنطة المنشارية إلى عوائلها وارتفاع نسبة الإصابة بها؛ وهي ارتفاع النبات الأعلى في المراحل

المبكرة من عمر النبات، والمرحلة الفينولوجية الأقل تطوراً في المراحل المتأخرة من عمر النبات المتزامنين مع انتشار دبابير الحنطة المنشارية، إذ كانت نسبة الإصابة هي الأعلى مع فروق معنوية في الصنف (عربي أسود)، مع أنه لم يكن متوسط ارتفاع نباتاته هو الأعلى في المراحل المبكرة من حياة الشعير في فترة انتشار دبابير الحنطة المنشارية، ولم يكن تطوره هو الأبطأ في المراحل المتأخرة من حياة الشعير في فترة انتشار دبابير الحنطة المنشارية، ولذلك كان البحث عن طرائق حسية أخرى تستخدمها إناث دبابير الحنطة المنشارية لتحديد مواقع وضع البيض الأنسب لها في أصناف الشعير.

بسبب عدم توفر جهاز لمراقبة عملية اختيار العائل الأنسب مخبرياً مثل Y–tube olfactometer، وذلك بإمرار تيار من الهواء فوق الأصناف المختبرة ومراقبة سلوك إناث دبابير الحنطة وانجذابها إلى الصنف المفضل، أجرينا تجربة حقلية فقط وتحليلاً للمركبات العضوية المتطايرة في الأصناف المحلية الثلاث المختبرة وتحديداً لها، وذلك لمقارنتها مع النتائج العالمية في هذا المجال، علماً أن الاختبار الحقلي يؤدي للنتيجة نفسها.

فيما يتعلق بالمركبات العضوية المتطايرة المشتركة فيما بين الأصناف الثلاث، تميز الصنف المفضل لإناث الدبابير (عربي أسود) بإطلاقه لمركب 6–methyl–5–hepten–2–one بتركيز نسبته 2.1% من عينة زيت هذا الصنف، بينما وجدت آثار قليلة جداً من هذه المركب في زيت الصنفين غير المفضلين (فرات1 وفرات5)، وقد وجد Piesik *et al.*, (2008) أن هذا المركب ينبعث من أوراق صنف قمح مفضل لدبور الحنطة المنشاري *C. cinctus* بتركيز أعلى بالمقارنة مع أصناف أخرى مرافقة له في التجربة، ويزود إناث الدبابير بإشارات يمكن أن تساعد في تحديد السوق المناسبة لوضع البيض، وبالتالي نعتقد بوجود دور لهذا المركب في عملية اختيار هذا الصنف.

كذلك تميز زيت الصنف المفضل (عربي أسود) بوجود المركب العضوي النباتي المتطاير أحادي التربين Neral (citral) بتركيز قدره 2.8% في زيت هذا الصنف، بينما وجدت آثار قليلة جداً من هذا المركب في زيت الصنفين غير المفضلين (فرات1 وفرات5)، وقد وجد George وآخرون (2016) أن أحماض الخليك والفورميك مثيرة للغاية لقرون استشعار ذكور وإناث حشرة بسيلا الحمضيات الأسيوية *Diaphorina citri* Kuwayama، إذ يتواجد هذان المركبان في الجو المحيط ببساتين الحمضيات، وينشآن كناتج للتأكسد التلقائي للمواد النباتية المتطايرة الشائعة مثل ß–ocimene و citral (geranial and neral) التي تتأكسد تلقائياً في الهواء.

من ناحية أخرى كان تركيز المركب أحادي التربين الليناليول linalool في زيت الصنف (عربي أسود) أعلى من تركيزه في زيت الصنفين (فرات1 وفرات5) وكانت النسب المئوية لهذا المركب 1.5%، 0.5%، 0.8% على التتالي في عينات زيوت الأصناف الثلاث المختبرة، بالمقابل كان تركيز المركبcis–linalool oxide وهو أحد مشتقات مركب الليناليول هو الأعلى في زيت الصنفين (فرات1 وفرات5) بالمقارنة مع الصنف عربي أسود، إذ كانت النسب المئوية لهذا المركب في عينات زيوت هذه الأصناف 3.1%، 3.6%، 1.6% على التتالي. وبالتالي توافقت نتائجنا مع نتائج الكثير من الباحثين الذين وجدوا تأثيراً طارداً لمركب الليناليول بالنسبة للعديد من الحشرات إذ ذكر Zhang et al., (2023) أن التربينات ومنها مركب الليناليول هي من أهم المركبات العضوية المتطايرة النباتية، التي تتوسط التواصل بين النباتات والملقحات والحشرات نباتية التغذية، ويمكن لليناليول الذي تنتجه النباتات الدفاع ضد الآفات الحشرية ومسببات الأمراض، كما أن لهذا المركب تأثيراً طارداً للحشرات؛ إذ تضع إناث ذبابة الفاكهة *Ceratitis capitata* عددًا أقل من البيض على النباتات العائلة المعالجة بالليناليول، وقد تم اصطياد عدد أكبر من إناث الذبابة في مصائدها غير المعالجة بالليناليول (Papanastasiou *et al.*, 2020)، وكذلك ابتعدت إناث دبور الحنطة المنشاري C.*cinctus* عن صنف الشعير الذي أطلقت أوراقه نسبة أكبر من مركب الليناليول بالمقارنة مع أوراق الصنف المفضل (Buddhi *et al.*, 2021)، كما أظهرت دراسات سابقة أن زيادة إطلاق مركب الليناليول بواسطة التبغ المعدل وراثيًا أدى إلى انخفاض وضع البيض بواسطة فراشة دودة لوز القطن الأمريكية *Helicoverpa Armigera*، على الرغم من أنه لم يؤثر على نمو اليرقات(McCallum *et*

al., 2011)، وقد فضَّل من الدراق *Myzus persicae* التغذية على أوراق التبغ البرية بدلاً من التبغ المعدل وراثيًا الذي يحتوي على كمية أكبر من اللينالول (Huang *et al.*, 2018)، وأكدت تقارير متعددة أن اللينالول له نشاط طارد للبعوض (*Aedes albopictus* و*Aedes aegypti*) (Dekker *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2020)، كما وجد Fouad وآخرون (2021) تأثيراً طارداً لاثنين من أيزومرات اللينالول هما Linalool – (+)–(s) و Linalool – (R) – (–) لسوس الأرز ومن الفاصوليا السوداء. أما فيما يتعلق ببقية المركبات المشتركة بين الأصناف والمختلفة فلم نجد دراسات سابقة تشير إلى تأثيرها في الحشرات نباتية التغذية، وستكون موضوع لأبحاث لاحقة في هذا المجال.

6– الاستنتاجات:

– اختارت إناث دبابير الحنطة المنشارية صنف الشعير (عربي أسود) لوضع بيضها بوجود صنفين آخرين من الشعير (فرات1 وفرات5) بالرغم من عدم تميز نباتاته بكونها الأطول في المراحل المبكرة من حياتها المتزامنة مع انتشار الدبابير مقارنةً مع الصنفين المرافقين، أو بكونها الأبطأ تطوراً في المراحل المتأخرة من حياتها المتزامنة مع انتشار الدبابير، وهذا يؤكد وجود أسباب أخرى لسلوكياتها المتعلقة بالانجذاب إلى الصنف المفضل واختيار العائل الأنسب.

– أثرت المركبات العضوية المتطايرة من أصناف الشعير المختلفة في سلوك وضع البيض واختيار العائل المناسب لدى إناث دبابير الحنطة المنشارية. فقد اختارت الإناث الصنف (عربي أسود) الذي تطلق أوراقه كميات أكبر من مركب 6–methyl–5–hepten–2–one الجاذب لدبابير الحنطة المنشارية، وبالوقت نفسه تطلق كميات أقل من مركب اللينالول الطارد للحشرات ومنها دبابير الحنطة المنشارية.

– إمكانية وجود دور لنواتج أكسدة المركب العضوي النباتي المتطاير أحادي التربين Neral (citral) في جذب إناث الدبابير لنباتات الصنف المفضل (عربي أسود).

7– التوصيات:

– استخدام صنف الشعير (عربي أسود) كمحصول صائد في حقول الشعير الموبوءة بإصابة دبابير الحنطة المنشارية، وذلك بزراعته على محيطها، ثم استخدام نباتاته كعلف أخضر قبل الحصاد، وذلك لمنع تطور يرقات الدبابير وتعذرها في أعقاب النباتات تحت سطح التربة، وبقائها كمصدر للعدوى في المواسم اللاحقة.

– متابعة البحث بخصوص إمكانية استخدام مصائد حاوية على مركب 6–methyl–5–hepten–2–one الجاذب لدبابير الحنطة المنشارية. إذ إن نشر الكيماويات الوسيطة المستخدمة من قبل الحشرات نباتية التغذية لاختيار العائل هو أحد البدائل لاستخدام المبيدات الحشرية ذات الآثار السلبية المعروفة للبيئة والإنسان.

– إجراء أبحاث إضافية لتأكيد دور مركب Neral (citral) في جذب إناث دبابير الحنطة المنشارية، وإمكانية استخدامه في مصائد لهذه الحشرة.

8– المراجع :

1. الشيخ، بشار. 2015: آليات مقاومة بعض أصناف القمح لدبابير الحنطة المنشارية (Cephidae: Hymenoptera) في سورية. رسالة دكتوراة. كلية الهندسة الزراعية. جامعة البعث، 156 صفحة.
2. غنوم، محمد عزت. 2004: بيئية وحياتية دبابير الحنطة المنشارية وطفيلياتها في شمال سورية. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة حلب. 133 صفحة.
1. Agelopoulos , N., Birkett, M.A., Hick, A.J ,Hooper , A.M., Pickett, J.A., Pow, E.M. ,Smart , L.E., Smiley, D.W.M. , Wadhams, L.J. & Woodcock, C.M. 1999: Exploiting semiochemicals in insect control . Pesticide Science, 55 , 225 – 235.
2. Alsheikh, B., Aldahhak. L, and Saleh. M 2020: Evaluation of resistance of some

barley varieties to wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) in Hama Governorate. Journal of Aridland Agriculture, 2020, Vol 6, 13 – 17 http://updatepublishing.com/journal/index.php/jaa, doi: 10.25081/jaa.2020.v6.6429.

3. Clarke FR, Clarke JM, and Knox RE 2002: Inheritance of stem solidness in eight–durum wheat crosses. Canadian Journal of Plant scince 82: 661–664.
4. Dekker T, Ignell R, Ghebru M, Glinwood R, Hopkins R. 2011. Identification of mosquito repellent odours from *Ocimum forskolei*. *Parasit Vectors* 22: 183.
5. Dudareva , N., Pichersky, E. & Gershenzon, J . 2004: Biochemistry of plant volatiles . Plant Physiology , 135, 1893 – 1902 .
6. Elsherbiny, E.A.; Amin, B.H.; Aleem, B.; Kingsley, K.L.; Bennett, J.W. 2020: Trichoderma Volatile Organic Compounds as a Biofumigation Tool against Late Blight Pathogen *Phytophthora Infestans* in Postharvest Potato Tubers. J. Agric. Food Chem., 68, 8163–8171.
7. Fouad AH, de Souza Tavares W, Zanuncio J. C. 2021. Toxicity and repellent activity of monoterpene enantiomers to rice weevils (*Sitophilus oryzae*). Pest Managment Science 77: 3500–3507.
8. George, J., Robbins, P. S., Alessandro, R. T., Stelinski, L. L., and Lapointe, S. L. 2016. Formic and acetic acids in degradation products of plant volatiles elicit olfactory and behavioral responses from an insect vector. Chem. Senses 41, 325–338. doi: 10.1093/chemse/bjw005.
9. Gomes, A.; Queiroz, M.; Pereira, O. Mycofumigation for the Biological Control of Postharvest Diseases in Fruits and Vegetables: A Review. Austin J. Biotechnol. Bioeng. 2016, 2, 1–8.
10. Holmes, N. D. 1977: The effect of the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* Hymenoptera: (Cephidae), on the yield and quality of wheat. Canadian Entomologist 109: 1591–1598.
11. Huang XZ, Xiao YT, Köllner TG, Jing WX, Kou JF, Chen JY, Liu DF, Gu SH, Wu JX, Zhang YJ, Guo YY. 2018. The terpene synthase gene family in *Gossypium hirsutum* harbors a linalool synthase GhTPS12 implicated in direct defence responses against herbivores. Plant Cell Environment 41: 261–274.
12. Kim HK, Seo JW, Kim GH. 2020. Various effects of volatile constituents from *Magnolia kobus* flowers against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). Industrial Crops and Products 145: 112109.
13. Li, T., Blande, J. D., and Holopainen, J. K. 2016. Atmospheric transformation of plant volatiles disrupts host plant finding. Sci. Rep. 6:33851. doi: 10.1038/srep33851

14. McCallum, E., Cunningham, J. G., Lucker, J., Zalucki, M. P., De Voss, J. J., and Botella, J. R. 2011. Increased plant volatile production affects oviposition, but not larval development, in the moth *Helicoverpa Armigera*. J. Exp. Biol. 214, 3672–3677. doi: 10.1242/jeb.059923

15. Miller, R. H.; S. El Masri and K. Aljundi, 1992: Incidence of wheat stem sawfly and their natural enemies on wheat and barley in Northern Syria. Arab Journal of Plant Protection. 10(1):25–30.

16. Miller R. H., 1991: Insect pests of wheat and barley in West Asia and North Africa. Technical Bulletin 9. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria. pp. 136.

17. Miller, R. H., 1987: Insect pests of wheat and barley in West Asia and North Africa. Technical Manual No. 9 (Rev. 1), 209 p. ICARDA, Aleppo, Syria.

18. Niinemets , U., Loreto , F. & Reichstein, M , 2004: Physiological and physico–chemical controls on foliar volatile organic compound emissions. Trends in Plant Science, 9 , 180 – 186 .

19. Ozberk ,I., Atli , A., Yucel , A., Ozberk, F.& Coskun,Y . 2005: Wheat stem sawfly (*Cephus pygmaeus* L.) damage; impacts on grain yield, quality and marketing prices in Anatolia . Crop Protection, 24, 1054 –1060.

20. Papanastasiou SA, Ioannou CS, Papadopoulos NT. 2020. Oviposition–deterrent effect of linalool – a compound of citrus essential oils – On female Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Pest Managment Science 76: 3066–3077.

21. Raza, W.; Ling, N.; Yang, L.; Huang, Q.; Shen, Q. Response of Tomato Wilt Pathogen Ralstonia Solanacearum to the Volatile Organic Compounds Produced by a Biocontrol Strain Bacillus Amyloliquefaciens SQR–9. Sci. Rep. 2016, 6, 24856.

22. Rizvi, S.A.H.; George, J.; Reddy, G.V.P.; Zeng, X.; Guerrero, A. Latest developments in insect sex pheromone research and its application in agricultural pest management. Insects 2021, 12, 484.

23. Ruther, J. & Tolasch, T. 2004: Attraction of garden chafer, *Phyllopertha horticola* , to floral Japanese beetle lure. Journal of Applied Entomology , 128 , 158 – 160 .

24. Sharifi, R.; Ryu, C.M. Biogenic Volatile Compounds for Plant Disease Diagnosis and Health Improvement. Plant Pathol. J. 2018, 34, 459–469.

25. Shanower TG and Hoelmer KA. 2004: Biological control of the wheat stem sawflies: past and future. Journal of Agricultural and Urban Entomology 21: 197–221.

26. Songbi, Ch., Hoelmer, K.A., Hongyin, Ch., Aiping, L, and T.G. Shanower 2005: A

Review of wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) research in China. Journal of Agricultural and Urban Entomology Vol. 21, No. 4: 249– 256.

27. Tukey. JW. 1949. One degree of freedom for non–additivity. Biometrics, v.5, p.232–242.

28. van Rijn P.C.J., Kooijman J., Wäckers F.L.,2006: The impact of floral resources on hoverflies performance and cabbage aphid biological control In: Landscape Management for Functional Biodiversity. IOBC/WPRS Bulletin, 29: 149–152.

29. Veselova, M.A.; Plyuta, V.A.; Khmel, I.A. Volatile Compounds of Bacterial Origin: Structure, Biosynthesis, and Biological Activity. Microbiology 2019, 88, 261–274.

30. Wyckhuys, K.A.G.; Lu, Y.; Zhou,W.; Cock, M.J.W.; Naranjo, S.E.; Fereti, A.;Williams, F.E.; Furlong, M.J. Ecological pest control fortifies agricultural growth in Asia–Pacific economies. Nat. Ecol. Evol. 2020, 4, 1522–1530.

31. Zhang, L.; Su, Q.F.; Wang, L.S.; Lv, M.W.; Hou, Y.X.; Li, S.S. Linalool: A ubiquitous floral volatile mediating the communication between plants and insects. J. Syst. Evol. 2023, 61, 538–549.

32. Zadoks, J.C., T.T. Chang and C.F. Konsak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. Weed Research, 14: 415–421. https://doi.org/10.1111/j.1365–3180.1974.tb01084.x

33. Zu, P.; Zhang, D.Y.; Luo, Y.B. Chemical communication between plants and insects. J. Syst. Evol. 2023, 61, 441–444.