

## دور بعض الأحماض العضوية في مقاومة نبات الحمص لحافرة أوراق الحمص (*Liriomyza cicerina* Rondani)

لينا علي<sup>1</sup>، عبد الناصر تريسي<sup>1</sup>، نوال كعكه<sup>1</sup>، خالد الشمعة<sup>2</sup> ومصطفى البوحسيني<sup>2</sup>

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية، البريد الإلكتروني: lina.7755@gmail.com

(2) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، الرباط، المغرب.

### الملخص

علي، لينا، عبد الناصر تريسي، نوال كعكه، خالد الشمعة ومصطفى البوحسيني. 2020. دور بعض الأحماض العضوية في مقاومة نبات الحمص لحافرة أوراق الحمص (*Liriomyza cicerina* Rondani). مجلة وقاية النبات العربية، 38(2): 115-121.

تعد حافرة أوراق الحمص *Liriomyza cicerina* Rondani (Diptera: Agromyzidae)، من الآفات المهمة التي تصيب محصول الحمص في غرب آسيا وشمال أفريقيا وجنوب أوروبا. تعد مقاومة النبات العائل من أكثر أساليب إدارة الآفات الزراعية فاعلية، لذلك هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مدى قابلية بعض طرز الحمص الوراثية للإصابة بحافرة الأوراق *Liriomyza cicerina*، وكذلك اختبار بصمة الطرز المدروسة باستخدام تقنية HPLC. نفذت التجارب في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة إيكاردا، حلب، سورية. زُرعت ثمانية مدخلات بعروتين شتوية وربيعية خلال موسمي 2011 و2012. تراوحت شدة الإصابة بين 2.7 إلى 8.25 حسب مقياس مدرج من 0 إلى 9. سُجلت أقل شدة إصابة على المدخل ILC 5901 في موسمي 2011 و2012. أظهرت تحاليل HPLC أن المركبات الرئيسية التي تفرزها أوراق الحمص هي حمضي الأوكزاليك والماليك، غير أن كمياتها متغيرة تبعاً للطرز الوراثي. سُجلت أعلى كمية من حمض الأوكزاليك في الطرازين الوراثيين المقاومين ILC5901 وFLIP 2005-3، في حين تباينت كميات حمض الماليك بشكل كبير تبعاً للطرز الوراثي ولموعد الزراعة، ولم ترتبط كميته بمقاومة الطرز الوراثية لحافرة الأوراق. يمكن أن يسهم تقصي الأحماض العضوية، وخاصة حمض الأوكزاليك في الطرز الوراثية باستخدام التحليل الكروماتوغرافي HPLC في تعريف الطرز الوراثية المقاومة لحافرة أوراق الحمص.

كلمات مفتاحية: حافرة أوراق الحمص، *Liriomyza cicerina*، الحمص، الكروماتوغرافيا السائل عالية الأداء.

### المقدمة

أكثر من 30% من المحصول في سورية وبعض الدول الأخرى (Cikman et al., 2008؛ El-Bouhssini et al., 2008). ترتكز إدارة حافرة أوراق الحمص بشكل رئيس على استخدام المبيدات الحشرية. ولكن لسوء الحظ، لهذه الطريقة العديد من الآثار الجانبية السلبية، كماكمانية تطوير المقاومة للمبيدات المستخدمة، والتلوث الغذائي والبيئي إذا لم يتم استخدام هذه المنتجات بشكل صحيح (Karaağaç, 2012)، لذلك كان من الضروري البحث عن طرائق إدارة بديلة ومستدامة للحد من هذه المخاطر (Mahdnesin et al., 2009). تعد مقاومة النباتات العائل من أكثر طرائق إدارة الآفات فعالية واستدامة وأقلها تكلفة إضافة لكونها آمنة بيئياً (El-Bouhssini et al., 2008؛ Sharma et al., 2006). سُجلت مستويات مقاومة لحافرة أوراق الحمص قابلة للتطبيق عند بعض الطرز الوراثية للحمص (خوجة وآخرون، 2012)، حيث تظهر الطرز الوراثية المقاومة مستوى أقل من ضرر الأوراق مقارنة بالأصناف القابلة للإصابة. سُجلت علاقة ارتباط وثيقة بين مفرزات نباتات الحمص من الأحماض العضوية والتي يشكل الحامضين الأوكزاليك والماليك مكوناتها الرئيسية

يعد الحمص (*Cicer arietinum* L.) من المحاصيل الغذائية البقولية المهمة في الشرق الأوسط ودول البحر المتوسط والهند وإثيوبيا (Cikman & Civelek, 2006؛ Dipak et al., 2000). يُزرع الحمص على مساحة 14.6 مليون هكتار حول العالم، وإنتاج سنوي يقدر بحدود 14.8 مليون طن في عام 2017 (FAO, 2019). حافظ الحمص على موقعه بين محاصيل البقول الغذائية حيث يحتل المرتبة الثانية من حيث المساحة المزروعة (15.3%) والثالثة من حيث الإنتاج (14.6%) بعد الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) والبالزاء (*Pisum sativum* L.) (Knights et al., 2007). تسهم عدة عوامل في خفض إنتاجية الحمص، وتتصدر العوامل الأحيائية واللاأحيائية محددات عدم استقرار وثبات الغلة. وتعد الآفات الزراعية من أهم العوامل الحيوية التي تحد من إنتاج الحمص، وتتصدر حافرة أوراق الحمص (*Liriomyza cicerina* Rondani) هذه الآفات حيث تسبب فقدان

لحافرة الأوراق (خوجة وآخرون، 2012)، إضافة للطرزين ILC3805 و ILC5309 متوسطي المقاومة، كما استخدم الطراز ILC3397 كشاهد قابل للإصابة وذلك لدراسة الآلية الكيميائية الحيوية لمقاومة هذه المدخلات لحافرة أوراق الحمص. زُرعت طرز الحمص في عروتين شتوية وربيعية خلال موسمي النمو 2011/2010 و 2012/2011 في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة، المحطة الرئيسية، تل حديا، سورية. صُممت التجربة بالقطاعات كاملة العشوائية وبأربعة مكررات. تألفت كل قطعة من 4 صفوف بطول 3 أمتار لكل منها، وبفاصل 45 سم بين الصفوف و 10 سم ضمن الصف. زرعت قطع الشاهد ضمن أقفاص حقلية مساحتها (9×6×2 م). تم اختيار 10 نباتات بشكل عشوائي بعد شهر من الزراعة، وحُسب إجمالي عدد الأوراق وعدد الأوراق المصابة. تم تقصي مقاومة طرز الحمص الوراثية للإصابة بحافرة أوراق الحمص تحت العدوى الطبيعية في الحقل خلال العروتين الشتوية والربيعية. قُومت مقاومة الطرز الوراثية للإصابة بحافرة الأوراق من خلال مقياس مدرج من 1-9 وفقاً لما ورد من قبل Singh & Weigand (1994) وبعض التعديلات المضافة من قبل Toker *et al.* (2010) (جدول 1).

Yoshida؛ Rembold *et al.*, 1990؛ Rembold & Weigner, 1990) ومستوى تضرر أوراق الحمص جراء الإصابة بالآفات الحشرية (Sharma *et al.*, 2007). هدف هذا البحث إلى تقدير إفرازات حمض الأوكزاليك وحمض المالك في أوراق بعض الطرز الوراثية للحمص باستخدام الكروماتوجرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC) وإمكانية ربط محتواها بمدى مقاومة هذه الطرز لحافرة أوراق الحمص.

## مواد البحث وطرائقه

### غربلة الطرز الوراثية للحمص

أُختبرت ثمانية طرز وراثية من الحمص تم الحصول عليها من بنك الأصول الوراثية وبرنامج تربية الحمص التابعين للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، وهذه الطرز هي: 3-FLIP2005 (ILC5901×ILC3397)، LMR81 (ILC3805×ILC5309)، LMR133 (ILC5901×ILC3397)، LMR202 (ILC3805×ILC5309) والمدخل ILC5901 وجميعها طرز مقاومة

**جدول 1.** مقياس كمي لشدة إصابة الطرز الوراثية بحافرة أوراق الحمص مدرج من 1-9 وفقاً لما ورد من قبل Singh & Weigand (1994).

**Table 1.** A quantitative 1-9 scale for leaf miner infestation severity of chickpea genotypes according to Singh & Weigand (1994).

درجة الإصابة Severity scale	رد الفعل Reaction	أعراض الإصابة على النبات	Symptoms produced on the plant
1	منيع Very highly resistant	خال من الأعراض	Symptoms free
2	عالي المقاومة Highly resistant	بضعة أنفاق	Few mines observed
3	مقاوم Resistant	توجد بضعة أنفاق في أقل من 20% من المسطح الورقي، بدون تساقط للأوراق	Few mines in less than 20% of the leaflets surface, with no defoliation
4	متوسط المقاومة Moderately resistant	وجود أنفاق على 21-30% من المسطح الورقي، بدون تساقط للأوراق	Mines present in 21-30% of the leaflets surface, with no defoliation
5	وسطي Intermediate	وجود أنفاق على 31-40% من المسطح الورقي، وتساقط بعض الأوراق في النصف السفلي من النبات دون 10%	Mines present in 31-40% of the leaflets surface, with some defoliation in the lower half of plants (less than 10%)
6	متوسط القابلية للإصابة Moderately susceptible	وجود أنفاق عديدة على 41-50% من المسطح الورقي، وتساقط 10% من الأوراق السفلية	Many mines in 41-50% of the leaflets surface with defoliation of 10% of the lower leaflets
7	قابل للإصابة Susceptible	وجود أنفاق عديدة على 51-70% من المسطح الورقي، وتساقط 10-20% من الأوراق العلوية والسفلية	Many mines in 51-70% of the leaflets surface, with defoliation of 10 to 20% of the lower and upper leaflets
8	عالي القابلية للإصابة Highly susceptible	وجود أنفاق عديدة على 71-90% من المسطح الورقي، وتساقط 20-30% من الأوراق العلوية والسفلية	Many mines in 71-90% of the leaflets surface, with defoliation of 20 to 30% of the lower and upper leaflets
9	شديد القابلية للإصابة Very highly susceptible	أنفاق عديدة في كل المسطح الورقي تقريباً، وتساقط أكثر من 31% من الأوراق	Many mines in almost all of the leaflets surface (90%) and defoliation of higher than 31% of the leaflets

## جمع العينات وتقدير الأحماض العضوية

جمعت أوراق طرز الحمص عندما بلغت نسبة إصابة الشاهد بحدود 20 إلى 40% خلال العروتين الشتوية والربيعية بشكل منفصل. غمر 0.5 غ من أوراق كل طراز على حدة في 10 مل من الماء المقطر، ثم رجت لعدة دقائق، صُفيت من خلال قرص ترشيح 0.45 ميكرومتر، وتم حقن 20 ميكرو لتر من المستخلص في جهاز الكروماتوغرافيا السائل عالي الأداء HPLC (Narayanamma et al., 2013).

أجريت بصمة HPLC للأحماض العضوية في موسم 2011 في وحدة الأغنام في إيكاردا، باستخدام كاشف التوصيلية الكهربائية LC-10 Shimadzu مع مضختين Shimadzu CDD10A VP)، مع مضمختين ADvp باستخدام عمود حزمة SCR-102H (حزمة 8.0×300 مم). يتألف الطور المتحرك من 5 ميلي مولر من حمض P-Toluene sulfonic، معدل التدفق 0.8 مل دقيقة، وقت التشغيل 45 دقيقة لكل عينة. حجم العينة المحقونة 20 ميكرو لتر (Zhang et al., 2008). تم اختبار ثلاث عينات من كل طراز للحصول على التقدير الأمثل للأحماض العضوية القابلة للذوبان المفردة من الأوراق. واستخدمت عينات قياسية من الأحماض العضوية المعروفة (حمض الخليك، الفورميك، الستريك، الفوسفوريك، السوسينيك، المالك وحمض الأوكزاليك) لتحديد الأحماض المختلفة، حيث يتم حساب تركيز الأحماض عند طريق تحديد القمم المقابلة للأحماض العضوية القياسية المختلفة معروفة التركيز ومحقونة بالجهاز للحصول على المنحنى الطبيعي.

## التحليل الإحصائي

خللت البيانات باستخدام تحليل التباين (ANOVA)، وعلاقة بيرسون وتحليل المجموعات. تم تحويل البيانات باستخدام اللوغاريتم العشري  $\log_{10}(x+1)$  عند الحاجة قبل التحليل لتقليل عدم تجانس الفروق. ومع ذلك، فإن القيم المعروضة في النتائج غير محولة. ارتبطت كميات الأحماض المختلفة بنسب الإصابة للمدخلات المدروسة في هذا المجال، وتم تحديد ارتباطات مهمة باستخدام تحليل الارتباط الثنائي مقابل الصفر. وتمت مقارنة النتائج باستخدام اختبار Duncan للمقارنات المتعددة عند مستوى معنوية 5%، عند رصد ANOVA لفروق معنوية ( $P < 0.05$ ). لدراسة تشابه بصمة HPLC من حيث تركيز الأحماض العضوية كمتغيرات متعددة، استخدم تحليل المجموعات الهرمي باستخدام مصفوفة التشابه القائمة على المسافة الإقليدية من خلال UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean) كطريقة تجميع. أجريت جميع التحليلات الإحصائية باستخدام GenStat الإصدار 16 (Payne et al., 2013).

## النتائج

### اختبارات التقييم

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في شدة الإصابة بين الطرز الوراثية ( $F_{7,41} = 56.64, P < 0.001$ )، في موسمي 2011 و2012. أظهرت الطرز الوراثية ذات المستوى من شدة الإصابة تقريباً مع عدم وجود فروق معنوية خلال العروتين المدروستين (جدول 2). أظهر الطراز الوراثي ILC 5901 أدنى درجة من شدة الإصابة تراوحت بين 2.70 و2.75 في العروتين الشتوية والربيعية في موسمي 2011 و2012. كانت أعلى درجة من شدة الإصابة 7.25-8.25 و7.40-7.47 عند زراعة الطراز الوراثي القابل للإصابة ILC3397 خلال العروتين الشتوية والربيعية وفي موسمي 2011 و2012، على التوالي.

**جدول 2.** درجات مقاومة الطرز الوراثية للحمص لحافرة أوراق الحمص (بمقياس 1-9) في العروتين المدروستين في موسمي 2011 و2012. **Table 2.** The leaf miner resistance scores (on a scale of 1-9) of the screened chickpea genotypes at different planting dates in 2011 and 2012 growing seasons.

موسم 2012 2012 season		موسم 2011 2011 season		الطرز الوراثي Genotype
العروة الربيعية Spring sown	العروة الشتوية Winter sown	العروة الربيعية Spring sown	العروة الشتوية Winter sown	
3.00 a	3.00 ab	3.00 ab	3.00 ab	FLIP2005-3
3.47 b	3.40 b	3.50 b	3.50 b	LMR81
4.40 c	4.27 c	4.50 c	4.00 c	LMR133
5.20 d	4.27 c	5.50 d	5.00 d	LMR202
2.73 a	2.70 a	2.75 a	2.75 a	ILC5901
3.07 ab	3.00 ab	3.50 b	3.25 ab	ILC3805
4.93 d	4.87 d	5.75 d	5.25 d	ILC5309
7.47 e	7.40 e	8.25 e	7.25 e	ILC3397

القيم التي يتبعها ذات الحروف في العمود ذاته لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at  $P=0.05$ .

### بصمة HPLC لطرز الحمص الوراثية

كشفت نتائج التحليل الكروماتوغرافي عن ستة أحماض عضوية حُددت بناءً على قيم منحنيات زمن الاحتجاز (Rt) وزمن الحقن، حيث ظهرت هذه القمم في معظم طرز الحمص الوراثية المدروسة. من الأحماض الرئيسية التي أظهرها التحليل حمض الأوكزاليك (13 دقيقة)، وحمض الفوسفوريك (15.8 دقيقة)، وحمض الستريك (16 دقيقة)، وحمض المالك (17.6 دقيقة)، وحمض السكسونيك (18.4 دقيقة) وحمض

المفرزة أقل بعشر مرات عند زراعة الطرازين الوراثيين ILC5901 و ILC3397 تحت الأقفاس. أظهر حمض الأوكزاليك ارتباطاً سلبياً وهاماً مع درجة شدة الإصابة بحافرة أوراق الحمص ( $r = -0.903$ ،  $P = 0.0021$ ) و ( $r = -0.927$ ،  $P = 0.0009$ ) في العروتين الشتوية والربيعية على التوالي، في حين أن الارتباطات لم تكن مهمة في حالة الأحماض العضوية الأخرى في موسم النمو 2011 (شكل 1). أظهر تحليل المجموعات الهرمي باستخدام مصفوفة التشابه القائمة على المسافة الإقليدية من خلال UPGMA بناءً على كمية الأحماض العضوية المفرزة توزع الطرز الوراثية المدروسة على أربع مجموعات بنسبة تشابه بلغت 85% (شكل 2). تألفت المجموعة الأولى من الطرز FLIP2005-3، LMR 81 (مقاومة) و LMR133، LMR202 (مقاومة متوسطة). تألفت المجموعة الثانية من الطراز الوراثي المقاوم ILC5901، بينما توضع الطراز الوراثي متوسط المقاومة ILC3805 بشكل منفرد في المجموعة الرابعة. توضع الطراز الوراثي القابل للإصابة ILC3397 والطراز متوسط القابلية للإصابة ILC5309 في المجموعة الثالثة. أظهر اختبار البصمة الوراثية باستخدام HPLC للأحماض العضوية المجموعة من سطح أوراق الطرز الوراثية تباين بين الطرز الوراثية المقاومة والقابلة للإصابة، حيث أُدرجت في مجموعات منفصلة.

الفورميك (24 دقيقة). أظهرت النتائج فروقاً معنوية في كمية حمض الأوكزاليك المفرزة من الطرز الوراثية المختلفة وبشكل معنوي في العروة الشتوية ( $F_{9,27} = 3.00$ ،  $P = 0.013$ ) وفي العروة الربيعية ( $P < 0.001$ )،  $F_{9,27} = 7.85$ ). سُجلت أعلى كمية من حمض الأوكزاليك عند الطراز الوراثي ILC 5901 حيث بلغت 23.16 و 22.65 ميكروغرام/غرام، في حين كانت أقل كمية في الطراز الوراثي القابل للإصابة ILC3397 حيث بلغت 15.38 و 15.12 ميكروغرام/غرام، في العروتين الشتوية والربيعية على التوالي. كانت كمية حمض الفوسفوريك أقل من 200 ميكروغرام/غرام عند كل من الطرز FLIP2005-3، LMR81 و LMR133 في حين بلغت 434 و 588 ميكروغرام/غرام في الطراز القابل للإصابة ILC3397 في العروتين الشتوية والربيعية، على التوالي، مع عدم وجود فروق معنوية مقارنة بالطراز الوراثي المقاوم ILC5901. كانت كميات حمض الستريك عالية في الطرز الوراثية ILC3805، ILC5309 و ILC3397، في حين تراوحت كميات حمض الماليك بين 165 ميكروغرام/غرام عند الطراز FLIP2005-3 في العروة الشتوية و 528 ميكروغرام/غرام عند الطراز ILC3805 في العروة الربيعية. كما لم تسجل فروق ذات دلالة إحصائية بين الطرز الوراثية في حالة حامض الساكسونيك وحمض الفورميك في مواعدي الزراعة (جدول 3). أظهرت النتائج أن كمية الأحماض العضوية المفرزة من أوراق الطرز الوراثية لم تتأثر بالإصابة الحشرية باستثناء حمض الفوسفوريك حيث كانت كميته

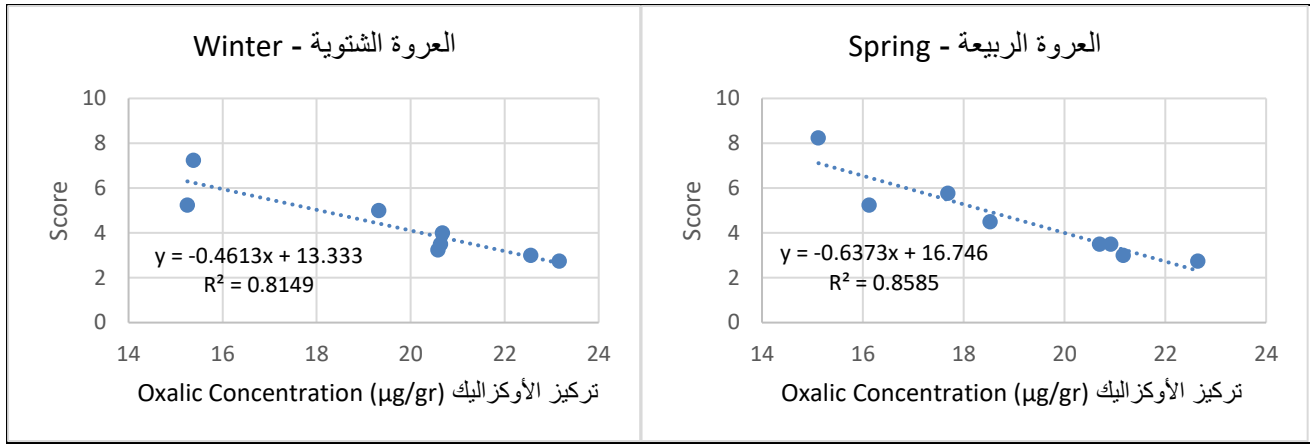
جدول 3. كميات الأحماض العضوية (ميكروغرام/غرام) في إفرازات ثمانية طرز وراثية من الحمص.

Table 3. Amounts ( $\mu\text{g/g}$ ) of organic acids in the exudates of eight chickpea genotypes.

		Retention time (minute)		زمن الاحتفاظ (دقيقة)								
		24	18.4	17.6	16	15.8	13					
		Fumaric acid ( $\mu\text{g/g}$ )	succinic acid ( $\mu\text{g/g}$ )	Malic acid ( $\mu\text{g/g}$ )	Citric acid ( $\mu\text{g/g}$ )	Phosphoric acid ( $\mu\text{g/g}$ )	Oxalic acid ( $\mu\text{g/g}$ )					
بيعي	شتوي	بيعي	شتوي	بيعي	شتوي	بيعي	شتوي	بيعي	شتوي	بيعي	شتوي	الطرز الوراثي
Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Genotype
0.00 a	0.00 a	136.1 a	121.0 ab	308.3 abc	141.56 a	635.6 abc	221.33 ab	45.6 a	6.94 ab	21.17 de	22.55 b	FLIP2005-3
0.00 a	0.00 a	185.2 abcd	163.6 bc	359.8 abc	253.68 ab	515.2 ab	556.19 bcd	16.9 a	6.94 ab	20.92 de	20.63 ab	LMR 81
1.24 a	0.00 a	149.5 ab	137.3 abc	322.6 abc	183.93 ab	559.2 ab	273.16 ab	145.6 ab	27.84 abcd	18.53 bcd	20.67 ab	LMR133
0.00 a	0.95 a	228.3 bcd	168.2 bc	371.8 abc	267.53 b	744.7 abc	615.6 bcd	216.7 b	33.67 abcd	17.69 abc	19.32 ab	LMR202
2.22 ab	0.00 a	170.0 abc	115.5 ab	393.8 abc	278.90 b	748.2 abc	362.92 abc	757.0 d	435.52 d	22.65 e	23.16 b	ILC5901
2.78 ab	0.00 a	244.7 cd	197.5 c	528.2 c	493.31 c	1031.8 bc	1431.19 d	95.4 ab	111.2 bcd	20.70 de	20.58 ab	ILC3805
0.00 a	4.92 a	264.4 d	138.8 abc	478.9 bc	284.10 b	1148.9 c	629.96 bcd	780.4 d	322.59 cd	16.13 ab	15.25 a	ILC5309
5.75 ab	2.71 a	229.7 bcd	134.3 abc	390 abc	234.50 ab	999.5 bc	586.49 bcd	595.8 c	308.03 cd	15.12 a	15.38 a	ILC3397
5.05 ab	0.00 a	233.5 bcd	86.5 a	283.2 ab	214.28 ab	339.3 a	128.12 a	173.1 ab	19.89 abc	19.94 cde	21.67 b	ILC5901-c
19.85 b	1.12 a	161.5 abc	87.3 a	184.2 a	627.06 c	248.9 a	985.28 cd	53.6 ab	5.03 a	16.33 ab	16.08 a	ILC3397-c

القيم التي يتبعها ذات الحروف في العمود ذاته لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

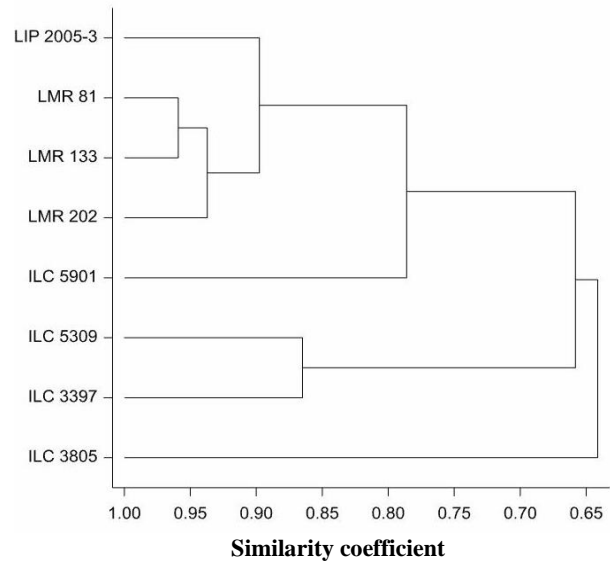
Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at  $P=0.05$ .



شكل 1. العلاقة بين كمية حمض الأوكزاليك وشدة الإصابة بحافرة أوراق الحمص في العروتين الشتوية والربيعية في موسم 2011. **Figure 1.** Correlation between the amount of oxalic acid and the infestation severity rating of leaf miner in winter and spring-sown chickpea during the 2011 growing season.

أوراق الحمص (Malhotra *et al.*, El-Bouhssini *et al.*, 2008) أعلى درجة إصابة على الطراز الوراثي ILC3397، في حين أن الطرز الوراثية الأخرى كانت متوسطة المقاومة أو متوسطة القابلية للإصابة. أظهر خوجة وآخرون (2012) أن إجمالي عدد البيض الذي وضعته أنثى حافرة أوراق الحمص كان أعلى بكثير على الطراز القابل للإصابة ILC3397، بينما كان معدل نفوق اليرقات مرتفعاً بنسبة 82% عند إصابة الطراز الوراثي المقاوم ILC5901.

تفرز أوراق الحمص من الشعيرات السطحية (Trichomes) قطرات غدية تتكون بشكل رئيس من الأحماض العضوية مثل الأوكزاليك، وحمض الستريك، وحمض المالك، وحمض السكسونيك (Toker *et al.*, 2004)، وتعد كمية إفرازات الأحماض على الأوراق مؤشراً مفيداً لتفريق الطرز الوراثية المقاومة نسبياً عن الطرز القابلة للإصابة، حيث كشفت الأبحاث عن وجود علاقة بين المفززات ومقاومة الآفات الحشرية والمرضية (Lateef, 1985). تتضح أوراق الحمص بعض الأحماض العضوية وبشكل رئيس حمضي الأوكزاليك والمالك وبكميات متغيرة حسب الطرز الوراثية المختلفة (Rembold *et al.*, 1990). أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أكبر كمية من حمض الأوكزاليك سُجلت في الطرازين الوراثيين المقاومين ILC5901 و FLIP 2005-3، وهذا يتفق مع الدراسة السابقة التي ذكرت أن مستويات الحموضة المنخفضة في مستخلصات أوراق الطرز الوراثية المختلفة كانت مرتبطة بقابليتها للإصابة بيرقات عثة قرون الحمص (*H. armigera*) (Srivastava & Srivastava, 1989). علاوة على ذلك، أظهر حمض الأوكزاليك ارتباطاً سلبياً وهاماً مع شدة الإصابة بحافرة أوراق الحمص، وهذا يتوافق مع ما أورده Narayanamma *et al.* (2013) أن حمض الأوكزاليك ارتبط سلباً



شكل 2. تحليل المجموعات الهرمي (بالاعتماد على UPGMA) يظهر مدى التشابه بين ثمانية طرز وراثية من الحمص استناداً إلى بصمة HPLC لمفززات الأوراق القابلة للاندخال في الماء.

**Figure 2.** Dendrogram (based on UPGMA) depicting similarity between eight chickpea genotypes based on HPLC fingerprints of the water-soluble leaf exudates.

## المناقشة

قُسمت الطرز الوراثية للحمص المدروسة إلى أربع مجموعات تبعاً لدرجة مقاومتها للإصابة بحافرة أوراق الحمص، حيث سُجلت أدنى شدة إصابة عند الطرازين الوراثيين ILC5901 و FLIP2005-3، وهذا يتوافق مع دراسة سابقة سُجلت هذه المُدخلات على أنها طرز وراثية مقاومة لحافرة

*H. armigera*. أشارت الدراسات الحالية إلى أنه بالإضافة إلى حمض المالك، فإن حامض الستريك وحمض الخليك وحمض السكسونيك وحمض الفوماريك تسهم بدور مهم في تحديد بصمة HPLC للطرز الوراثة المختلفة، غير أنه لم يسجل أي ارتباط بين هذه الأحماض ومقاومة الطرز الوراثة لحافرة أوراق الحمص. وبالنتيجة فإن تقصي كمية بعض الأحماض العضوية وبخاصة حمض الأوكزاليك باستخدام البصمة الوراثة بالكروماتوغرافية السائلة عالية الأداء، قد تسهم دوراً مهم في تحديد طرز الحمص الوراثة المقاومة لحافرة الأوراق.

بمقدار تضرر الأوراق. أظهرت النتائج تباين محتوى حمض المالك بشكل كبير حسب الطراز الوراثي وكذلك حسب موعد الزراعة لكنه لم يرتبط بمقاومة حافرة أوراق الحمص. كذلك أشار Narayanamma *et al.* (2013) إلى أن حمض المالك لم يكن له تأثير في نمو يرقات حافرة قرون الحمص. في المقابل، وجد Bhagwat *et al.* (1995) أن الأصناف المقاومة لحافرة قرون الحمص تحتوي كميات أكبر من حمض المالك مقارنة بالطرز القابلة للإصابة. أيضاً، أشار Narayanamma *et al.* (2013) أن وجود محتوى عال من حمض المالك في مراحل الإزهار والنضج مرتبط بشكل سلبي مع شدة الإصابة بحافرة القرون

## Abstract

Ali, L., A.N. Trissi, N. Kaaki, K. El-Shamaa and M. El-Bouhssini. 2020. Role of organic acids in chickpea plant resistance to leaf miner, *Liriomyza cicerina* Rondani. Arab Journal of Plant Protection, 38(2): 115-121.

Leaf miner, *Liriomyza cicerina* Rondani (Diptera; Agromyzidae), is an important pest of chickpea in West Asia, North Africa and southern Europe. Host plant resistance is considered the most effective management tactic for insect pests. The aim of this study was to determine the susceptibility of some chickpea accessions to infestation by leaf miner, *Liriomyza cicerina* Rondani, and HPLC fingerprinting of chickpea genotypes. The experiments were conducted at the International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas ICARDA, Aleppo, Syria. Eight accessions were winter and spring-sown during the 2011 and 2012 seasons. Infestation severity ranged between 2.7 to 8.25 based on a 0-9 scale. The lowest severity, during the 2011 and 2012 season, was observed on the accession ILC 5901. The main chickpea exudates from leave, oxalic and malic acids were found in variable amounts of the genotypes studied, and the highest amount of oxalic acid was found in the resistant genotypes ILC5901 and FLIP 2005-3, whereas malic acid content significantly varied according to genotype and planting date, but was not associated with resistance to leaf miner. Monitoring the amounts of organic acids, especially oxalic acid, through HPLC can be used to select resistant chickpea genotypes to leaf miner.

**Keywords:** leafminer, *Liriomyza cicerina*, chickpea, HPLC.

**Corresponding author:** Lina Ali, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Aleppo, Syria, Email: lina.7755@gmail.com

## References

## المراجع

- El-Bouhssini, M., K. Mardini, R.S. Malhotra, A. Joubi and N. Kagka. 2008. Effects of planting date, varieties and insecticides on chickpea leaf miner (*Liriomyza cicerina* R.) infestation and the parasitoid *Opius monilicornis* F. Crop Protection, 27: 915-919. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.11.006>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2019. Crop production. Available at: <http://www.faostat.fao.org>
- Knights, E.J., N. Acikgoz, T. Warkentin, G. Bejiga, S.S. Yadav and J.S. Sandhu. 2007. Area, production and distribution. Pages 167-178. In: Chickpea Breeding and Management. S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen and B. Sharma (eds). CAB, Wallingford, UK. <https://doi.org/10.1017/S0014479708006212>
- Lateef, S.S. 1985. Gram pod borer (*Heliothis armigera*) (Hub.) resistance in chickpeas. Agriculture, Ecosystems and Environment Journal, 14: 95-102. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(85\)90087-8](https://doi.org/10.1016/0167-8809(85)90087-8)
- Mahdnesin, Z., M.H. Safaralizadah and Y. Ghosta. 2009. Study on the efficacy of Iranian isolates *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Metarhizum anisopliae* (Metsch.) Sorokin against *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Biological Science, 9: 170-174. <https://doi.org/10.3923/jbs.2009.170.174>
- خوجة، سها، مصطفى البوحسيني، راجندر مالهوترا، نوال كعكة ومحمد عبد الحي. 2012. أليات مقاومة بعض أصناف الحمص لحشرة حافرة أنفاق الأوراق (*Liriomyza cicerina* Rondani). مجلة وقاية النبات العربية، 30: 208-212.
- Bhagwat, V.R., S.K. Aherker, V.S. Satpute and H.S. Thakre. 1995. Screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for resistance to *Helicoverpa annigera* (Hb.) and its relationship with malic acid in leaf exudates. Journal of Entomological Research, 19: 249-253.
- Cikman, E. and H.S. Civelek. 2006. Population densities of *Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) (Diptera: Agromyzidae) on *Cicer arietinum* L. (Leguminosae: Papilionoidea) in different irrigated conditions. Türkiye Entomoloji Dernegi, 30: 3-10.
- Cikman, E., H.S. Civelek and P.G. Weintraub. 2008. The parasitoid complex of *Liriomyza cicerina* on chickpea (*Cicer arietinum*). Entomology, 36: 211-216. <https://doi.org/10.1007/BF02980765>
- Dipak, K.S., M. Tekeoglu, M. Rantnaparkhe, J.W. Kaiser and F.J. Muehlbauer. 2000. Identification and mapping of QTLs conferring resistance to *Ascochyta* blight in chickpea. Crop Science, 40: 1606-1612. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4061606x>

- Sharma, H.C., P.M. Bhagwat, G. Pampapathy, J.P. Sharma and T.J. Ridsdill-Smith.** 2006. Perennial wild relatives of chickpea as potential sources of resistance to *Helicoverpa armigera*. Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 131-138. <https://doi.org/10.1007/s10722-004-1951-4>
- Singh, K.B. and S. Weigand.** 1994. Identification of resistant sources in *Cicer* species to *Liriomyza cicerina*. Genetic Resources and Crop Evolution, 41: 75-79. <https://doi.org/10.1007/BF00053051>
- Singh, K.B. and S. Weigand.** 1996. Registration of three leafminer-resistant chickpea germplasm lines: ILC 3800, ILC 5901, and ILC 7738. Crop Science, 36: 472. <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600020053x>
- Srivastava, C.P. and R.P. Srivastava.** 1989. Screening for resistance to gram pod borer *Heliothis armigera* (Hubner), in chickpea *Cicer arietinum* L. genotypes and observation on its mechanism of resistance in India. Insect Science Application Journal, 10: 225-258. <https://doi.org/10.1017/S1742758400003477>
- Toker, C., F. Erler, Ö.F. Ceylan and H. Çanci.** 2010. Severity of leaf miner [*Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) (Diptera: Agromyzidae)] damage in relation to leaf type in chickpea. Türkiye Entomoloji Derneği and Dergisi, 34: 211-225.
- Toker, C., M. Karhan and S. Ulger.** 2004. Endogenous organic acid variations in different chickpeas. Acta Agriculturae Scandinavica Section B. Plant and Soil, 54: 42-44. <https://doi.org/10.1080/09064710310019720>
- Yoshida, M, S.E. Cowgill and J.A. Wightman.** 1995. Mechanism of Resistance to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Chickpea: Role of Oxalic Acid in Leaf Exudate as an Antibiotic Factor. Journal of Economic Entomology, 88: 1783-1786. <https://doi.org/10.1093/jee/88.6.1783>
- Zhang, H., F. Zhou, B. Ji, R. Nout, Q. Fang and Z. Yang.** 2008. Determination of organic acids evolution during apple cider fermentation using an improved HPLC analysis method. European Food Research and Technology, 227: 1183-1190. <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0835-9>
- Malhotra, R.S., M. El-Bouhssini and A. Joubi.** 2007. Registration of seven improved chickpea breeding lines resistant to leaf miner. Journal of Plant Registrations, 1: 145-146. <https://doi.org/10.3198/jpr2006.09.0573crg>
- Narayanamma, V.L., H.C. Sharma, P.M. Vijay, C.L.L. Gowda and M. Sriramulu.** 2013. Expression of resistance to the pod borer *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), in relation to high-performance liquid chromatography fingerprints of leaf exudates of chickpea. International Journal of Tropical Insect Science, 33: 276-282. <https://doi.org/10.1017/S1742758413000234>
- Payne, R.W., D.A. Murray, S.A. Harding, D.B. Baird and D.M. Soutar.** 2013. Introduction to GenStat for Windows (16<sup>th</sup> Edition) Introduction. VSN International, Hemel Hempstead.
- Rembold, H. and C. Weigner.** 1990. Chemical composition of chickpea, *Cicer arietinum*, exudate. Zeitschrift für Naturforschung, 45c: 922-923. <https://doi.org/10.1515/znc-1990-7-827>
- Rembold, H., S. Schroth, S. Lateef and Ch. Weigner.** 1990. Semiochemical and host-plant selection by *Helicoverpa armigera*: basic studies in the laboratory for the field. Pages 23-26. In: proceedings, First Consultative Group Meeting on the Host Selection Behaviour of *Helicoverpa armigera*, 5-7 March 1990, ICRISAT Centre India. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India.
- Karağaç, S.U.** 2012. Insecticide Resistance. Pages 469-478. In: Insecticides - Advances in Integrated Pest Management. Farzana Perveen (ed.). InTech Europe, Croatia. 708 p. <https://doi.org/10.5772/2447>
- Sharma, H.C., C.L.L. Gowda, P.C. Stevenson, T.J. Ridsdill-Smith, S.L. Clement, G.V. Ranga Rao, J. Romeis, M. Miles and M. El Bouhssini.** 2007. Host plant resistance and insect pest management in Chickpea. In: Chickpea breeding and management. S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen and B. Sharma (eds). CAB international. 638 p. <https://doi.org/10.1017/S0014479708006212>

Received: July 20, 2019; Accepted: March 6, 2020

تاريخ الاستلام: 2019/7/20؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2020/3/6