

## تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار (Cucumber mosaic virus) في محتوى البرولين وبيروكسيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) في بعض هجن الفليفلة (*Capsicum annum L.*) في محافظة اللاذقية، سورية

حلا العجوريه<sup>1</sup>، عماد داود اسماعيل<sup>1</sup>، بديع سمرة<sup>2</sup> وفهد صهيوني<sup>3</sup>

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية، البريد الإلكتروني: hlaalajouria1986@gmail.com

(2) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية؛ (3) كلية الزراعة الثانية في دير الزور، جامعة حلب، سورية

### الملخص

العجوريه، حلا، عماد داود اسماعيل، بديع سمرة وفهد صهيوني. 2021. تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار (Cucumber mosaic virus) في محتوى البرولين وبيروكسيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) في بعض هجن الفليفلة (*Capsicum annum L.*) في محافظة اللاذقية، سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 39(1): 39-46.

أجريت التجربة الحقلية في قرية المتركية في محافظة اللاذقية، خلال الموسم الزراعي 2020/2019، بهدف معرفة تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار *Cucumber mosaic virus* (CMV) في محتوى البرولين وبيروكسيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) لأربعة هجن من نباتات الفليفلة (Harek F1، Amani F1، Taline F1، Marvilo F1) في ثلاثة مواعيد (15، 30 و 45 يوماً) بعد الإعداء بفيروس موزايك الخيار. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثماني معاملات وأربعة تكرارات لكل معاملة. أظهرت النتائج أن الإصابة بفيروس موزايك الخيار قد أثرت في محتوى البرولين وبيروكسيد الهيدروجين بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس وكان التأثير الأكبر للإصابة بالفيروس بعد 30 يوماً من الإعداء حيث ارتفعت قيم البرولين والماء الأوكسجيني في هجن الفليفلة المعدة بالفيروس بفروق معنوية كبيرة بالمقارنة مع نباتات الشاهد، أما بعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس فقد انخفض تأثير الإصابة الفيروسية مع تقدم النبات بالعمر. **كلمات مفتاحية:** الفليفلة، فيروس موزايك الخيار، البرولين، بيروكسيد الهيدروجين.

### المقدمة

الظروف البيئية الملائمة لانتشارها، لذلك كانت الوقاية من الفيروسات وأمراضها هدفاً رئيساً للعاملين في مجال أمراض النبات الفيروسية (الحمادي وآخرون، 2008).

يعد فيروس موزايك الخيار من مسببات الأمراض التي يصعب السيطرة عليها رغم كل المحاولات العملية المنفذة لإبقائها تحت السيطرة أو للتقليل من الخسائر الناتجة عنها (Soleimani et al., 2011)، خاصة من خلال مكافحة نواقل الفيروس الحشرية (المن) بالمبيدات الكيميائية، وهي تنقل الفيروس بالطريقة غير المثابرة، وبالتالي يمكن أن تكتسب الفيروس خلال فترة قصيرة من التغذية على النباتات المصابة، ومن ثم تنقله إلى النباتات السليمة بسرعة قبل أن يؤثر المبيد فيها (Zehnder et al., 2001).

أشارت العديد من الدراسات إلى زيادة معنوية في محتوى البرولين تحت الإجهادات البيئية (Berber & Önlü, 2012) Pazarlar (et al., 2013). كما وتزيد العدوى الفيروسية من نشاط البيروكسيداز الذي يستخدم بيروكسيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) كمادة أولية لربط جدار الخلية فترفع بذلك قساوته وكثافته (Montalbini et al., 1995).

تعد الفليفلة من محاصيل الخضار في الزراعة الحقلية في القطر العربي السوري ذات القيمة الغذائية العالية، ولها استخدامات طبية وغذائية عديدة، وتستخدم في إنتاج الزيوت العطرية والصبغات الملونة (Govindarajan & Salzer, 1985). تعد الفليفلة ثالث أهم محاصيل الفصيلة الباذنجانية بعد كل من البندورة/الطماطم والبطاطا/البطاطس في سورية، وقد تطورت زراعتها خلال السنوات الأخيرة تطوراً كبيراً في بلدان حوض البحر المتوسط، ومنها سورية حيث بلغت المساحة المزروعة من الفليفلة لعام 2017 على مستوى القطر العربي السوري 4600 هكتاراً وبلغ الإنتاج الإجمالي للزراعة 52300 طناً والغلة 11400 كغ/هـ (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2017). تصاب محاصيل الفصيلة الباذنجانية بالعديد من الأمراض ومنها الأمراض الفيروسية التي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة على المحاصيل مع توافر

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير العدوى بفيروس موزايك الخيار في محتوى البرولين وبيروكسيد الهيدروجين في أوراق بعض هجن الفليفلة المصابة بالفيروس.

## مواد البحث وطرائقه

### المادة النباتية

استخدمت بذور أربعة هجن من الفليفلة هي:

1- الهجين Taline F1 وهو من هجن الفليفلة الحريفة يتميز بنمو خضري غزير، أوراقه صغيرة نسبياً، ثماره عبارة عن قرون رفيعة متطاولة، من إنتاج شركة ميرو سيدز-هولندا، يتميز بنسبة إنبات 75% ونقاوة 98%، وبذوره معقمة بالثيرام.

2- الهجين Amani F1 وهو من هجن الفليفلة غير الحريفة يتميز بنمو خضري غزير، أوراقه عريضة نسبياً، ثماره كبيرة عريضة، المنشأ هولندا، يتميز بنسبة إنبات 93% ونقاوة 98%، وبذوره معقمة بالثيرام الهجين Harek F1 وهو من هجن الفليفلة الحريفة يتميز بنمو خضري غزير، أوراقه صغيرة نسبياً، ثماره عبارة عن قرون رفيعة متطاولة، من إنتاج شركة سيمنس فيجيتل سيدس-امريكا، يتميز بنسبة إنبات 75% ونقاوة 98%، وبذوره معقمة بالثيرام.

3- الهجين Marvilo F1 وهو من هجن الفليفلة غير الحريفة يتميز بنمو خضري غزير، أوراقه عريضة نسبياً، ثماره كبيرة عريضة، من إنتاج شركة اتش ام كلوز- تايلاند، نسبة إنبات 75% ونقاوة 98%، وبذوره معقمة بالثيرام

### مكان وزمان تنفيذ البحث

نفذ البحث في الموسم الزراعي 2020/2019 في قرية المتركية الواقعة في السهل الساحلي الجنوبي لمحافظة اللاذقية على بعد 15 كم جنوب شرق محافظة اللاذقية، على ارتفاع حوالي 50 م عن سطح البحر، في حقل مفتوح مساحته 1000 م<sup>2</sup> وتربته رملية طينية.

### إنتاج الشتول وإعداد الأرض للزراعة

زرعت بذور هجن الفليفلة الأربعة في صواني فلينية مملوءة بالتورب الزراعي. غطيت صواني الإنبات بالشباك الناعمة لمنع دخول الحشرات. وبعد الإنبات قدمت للبادرات عمليات الخدمة الزراعية اللازمة. وبعد حوالي ثلاثة أسابيع نقلت البادرات إلى أكياس زراعية من البولي إيثيلين لونها أسود أبعادها 10×10 سم وعندما وصلت الشتول لمرحلة الورقة الحقيقية الرابعة والخامسة تم نقلها إلى الأرض الدائمة.

تمت عمليات تحضير التربة للزراعة بحراثة خريفية أساسية أضيفت معها الأسمدة العضوية بمعدل 3 كغ/م<sup>2</sup> وإضافة الأسمدة المعدنية بطيئة التحلل (سوبر فوسفات وسلفات البوتاسيوم بمعدل 50 غ/م<sup>2</sup> و60 غ/م<sup>2</sup>، على التوالي). تم تحريك التربة قبل الزراعة بحراثة سطحية بواسطة الكالتيفاتور مع إضافة جزء من السماد الأزوتي (اليوريا تركيز الأزوت فيه %46 N بمعدل 15 غ/م<sup>2</sup>) ثم تم تخطيط الأرض للزراعة بخطوط بعرض 60 سم وأبعاد الزراعة بين النباتات 40 سم في الخط الواحد وترك فاصل بين المكررات 60 سم لمنع تلامس النباتات بين المعاملات المختلفة. كما تركت أيضاً مسافة فاصلة بين نباتات كل هجين 140 سم، وزرع نطاق حماية من الفليفلة حول نباتات التجربة بطول 4 م (15 نبات من كل جهة).

### تصميم التجربة

تمت زراعة نباتات التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة حيث شملت التجربة 8 معاملات (معاملتان لكل هجين) وبأربعة مكررات لكل معاملة ويتكون المكرر من 8 نباتات وكانت معاملات التجربة كما يلي:

- المعاملة الأولى: نباتات فليفلة من الهجين الحريف Taline F1 بدون إعداء بالفيروس (شاهد للهجين الحريف Taline F1).
- المعاملة الثانية: نباتات فليفلة من هجين غير الحريف Amani F1 بدون إعداء بالفيروس (شاهد للهجين غير الحريف Amani F1).
- المعاملة الثالثة: نباتات فليفلة من هجين حريف Harek F1 بدون إعداء بالفيروس (شاهد للهجين الحريف Harek F1).
- المعاملة الرابعة: نباتات فليفلة من هجين غير حريف Marvilo F1 بدون إعداء بالفيروس (شاهد للهجين غير الحريف Marvilo F1).
- المعاملة الخامسة: نباتات فليفلة من الهجين الحريف Taline F1 مع إعداء بالفيروس.
- المعاملة السادسة: نباتات فليفلة من هجين غير الحريف Amani F1 مع إعداء بالفيروس
- المعاملة السابعة: نباتات فليفلة من هجين حريف Harek F1 مع إعداء بالفيروس.
- المعاملة الثامنة: نباتات فليفلة من هجين غير حريف Marvilo F1 مع إعداء بالفيروس.

### عمليات الخدمة

قدمت لنباتات التجربة عمليات الخدمة الزراعية اللازمة من ري وعزيق وتعشيب وإضافة الجزء المتبقي من الأسمدة الأزوتية كتسميد إضافي مع ماء الري السطحي على دفعتين بمعدل 15 غ/م<sup>2</sup> بعد العزيق الأول،

بعد شهر من إضافة الدفعة الإضافية الأولى. كما تمت حماية النباتات من الآفات المختلفة بالرش الوقائي بالمبيدات المناسبة للوقاية من الأمراض الفطرية وبخاصة البياض الزغبي والبياض الدقيقي واللفحة المبكرة والمتأخرة والحشرات (المن، الذبابة البيضاء والعناكب).

#### العزلة الفيروسية المستخدمة في الدراسة وإجراء العدوى

استخدمت في هذه الدراسة عزلة لفيروس موزاييك الخيار Cucumber mosaic virus (CMV)، جنس *Cucumovirus*، عائلة *Bromoviridae* والجنس من مختبر الأمراض البكتيرية والفيروسية في كلية الزراعة محفوظة على نباتات البندورة/الطماطم. حضر اللقاح الفيروسي بهرس الأوراق المصابة بفيروس موزاييك الخيار بالماء المقطر بواقع 1 غ/5 مل في جفنة بورسلان. وتم تغطية قطعة شاش طبية نظيفة في اللقاح الفيروسي وأجريت العدوى الميكانيكية على الأوراق العلوية للنباتات بعد 20 يوماً من زراعتها في الأرض الدائمة بعد تعفيرها بمادة مخرشه (كربيد السيليكون).

#### القرارات المأخوذة

تمت الدراسة على 64 نباتاً من كل هجين (32 شاهد، 32 معدي بالفيروس) وتم حساب كل من البرولين وبيروكسيد الهيدروجين كما يلي:

- البرولين: تم تحليل محتوى الأوراق من البرولين وفقاً لدراسة سابقة (Bates et al., 1973). تم سحق عينة 100 مغ من أوراق كل من هجن نباتات الفليفلة الشاهد والمعدة بالفيروس في 5 مل من المحلول المائي لحمض سلفوساليسيليك (3%). أخذ 2 مل من المستخلص ووضع في أنبوب زجاجي وأضيف له 2 مل من محلول النينهيدرين المنشط للتفاعل (1.25 غ من النينهيدرين + 30 مل حمض خل مركز + 20 مل حمض أورثوفوسفوريك) و 2 مل من حمض الخل الثلجي، وتم المزج مع الرج جيداً على رجاج مغناطيسي. وضعت الأنابيب بعد ذلك في حمام مائي ساخن 100 °س لمدة ساعة فيظهر لون أحمر بني متفاوت، وبعد التبريد على الماء المتلج تم وضع 4 مل من التولوين (Toluene) على كل عينة ثم رجت جيداً بواسطة محرك دائري (Vortex mixer). تم قياس الامتصاص الضوئي على طول موجة 520 نانومتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) ومن ثم تقدير نسبة البرولين في العينات بالاعتماد على منحى قياسي للبرولين النقي.

- بيروكسيد الهيدروجين: تم تحليل محتوى الأوراق من بيروكسيد الهيدروجين وفقاً لدراسة سابقة (Velikova et al., 2000). تم

سحق 100 مغ من الأوراق النباتية الطازجة من جميع مكررات هجن الفليفلة الشاهد والمعدة بالفيروس بإضافة 2 مل من حمض الخل ثلاثي الكلور Trichloro acetic acid (TCA) تركيز 0.1%، ثم وضعت العينات في جهاز الطرد المركزي على سرعة 12000 دورة بالدقيقة لمدة 15 دقيقة وحرارة 4 °س، تم وضع 1 مل من الرشاحة السائلة لكل أنبوب في أنابيب زجاجية مع 0.5 مل من محلول منظم فوسفات البوتاسيوم المتعادل  $(\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4)$  بتركيز 10 ميلي مول، حموضته 7.0 (pH=7.0) و 1 مل من يوديد البوتاسيوم النظامي (KI). تم تحضير عينات الشاهد بإضافة الماء بدلاً من يوديد البوتاسيوم ووضع الأنابيب على رجاج لرج المزيج ثم تم قياس الامتصاص الضوئي عند طول موجة 390 نانومتراً باستخدام جهاز المطياف الضوئي. تم تقدير تركيز بيروكسيد الهيدروجين باستخدام المنحنى القياسي لتركيز بيروكسيد الهيدروجين.

#### التحليل الإحصائي

تم إجراء تحليل التباين للبيانات باستخدام البرنامج R statistical software باستخدام الاختبار ANOVA مع Tukey، وعرضت النتائج بشكل متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري ( $\text{means} \pm \text{SE}$ ) والفروقات ذات معنوية عند مستوى احتمال 5%.

#### النتائج والمناقشة

##### إنتاج البرولين

لوحظ بعد 15 يوماً من إعداد نباتات الفليفلة بفيروس موزاييك الخيار (جدول 1) زيادة بفروق معنوية ( $P=0.05$ ) في محتوى البرولين لهجيني الفليفلة Harek F1، Tline F1، و 3.19 و 2.56 ميكروغرام/غرام، على التوالي) وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهما (2.54 و 2.00 ميكروغرام/غرام، على التوالي) ولم يلاحظ وجود فرق معنوي ( $P=0.05$ ) في الهجينين Amani F1 و Marvilo F1 (3.01 و 3.14 ميكروغرام/غرام، على التوالي) بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهما (2.83 و 3.03 ميكروغرام/غرام، على التوالي).

أما بعد 30 يوماً من الإعداد بالفيروس فقد زاد محتوى البرولين في جميع هجن نباتات الفليفلة المعدة بالفيروس Amani، Taline F1، Harek F1، و Marvilo F1 (2.80، 2.31، 3.00 و 3.00 ميكروغرام/غرام، على التوالي) بفروق معنوية كبيرة ( $P=0.05$ ) بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهم (1.64، 1.71، 2.09 و 2.37 ميكروغرام/غرام، على التوالي) (جدول 1).

بالفيروس زيادة محتوى البرولين في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد. أفاد (Palfi & Juhasz 1969) بأن تعرض الأنسجة النباتية للإجهاد يؤدي إلى سرعة تمثيل البرولين وتنشيط أكسدته ثم تراكمه داخل الأنسجة، وقد أشار Stewart (1983) أن تجمع البرولين يعتبر بمثابة طريقة للحد من التأثير الضار للأحماض الأمينية الأخرى الناتجة من هدم البروتين، وأن البرولين يتجمع نتيجة لعدم قدرة الخلايا النباتية على بناء البروتين. كما اقترح Barnett & Naylor (1966) أن البرولين يعمل كمركب تخزين للطاقة والنيتروجين سهل الاستعمال والذي يمكن الاستفادة منه بعد زوال الإجهاد. كما سُجل ارتفاع في محتويات البرولين في أوراق اليقطين المصابة بفيروس موزايك اصفرار الكوسا (Zucchini yellow mosaic virus) بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Radwan *et al.*, 2007). ولوحظ وجود كمية أعلى من محتويات البرولين في أوراق هجن متنوعة من نباتات الفليفلة 497 F1، Kumsal F1، Evgenekon F1 (*Capsicum annum* L.) المصابة بفيروس موزايك التبغ (Tobacco mosaic virus) بالمقارنة مع نباتات الشاهد في جميع الهجن (Pazarlar *et al.*, 2013). كما توافقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة أجراها Barakat & Torkey (2017) على نباتات الترمس (*Lupinus albus*) المعدة بفيروس موزايك اصفرار الفاصولياء (Bean yellow mosaic virus) بعد 1، 2 و 3 أسابيع من الإعداء حيث كان محتوى البرولين أعلى بكثير في النباتات المعدة بالمقارنة مع نباتات الشاهد، حيث بلغ المحتوى النسبي للبرولين في النباتات المعدة 320، 330 و 289%، على التوالي بالمقارنة مع نباتات الشاهد 117، 166 و 167%. وأظهرت نتائج دراسة سابقة (Shahrukh *et al.*, 2014) على نباتات الموز المصابة بفيروس تبوق قمة الموز (Banana bunchy top virus) زيادة محتوى البرولين في أوراق النباتات المصابة بالفيروس بفروق معنوية ( $P < 0.05$ ) بالمقارنة مع نباتات الشاهد.

#### إنتاج بيروكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ )

لوحظ بعد 15 يوماً من إعداء نباتات الفليفلة بفيروس موزايك الخيار (جدول 2) زيادة معنوية ( $P = 0.05$ ) في محتوى بيروكسيد الهيدروجين لهجن الفليفلة Taline F1، Harek F1، Marvilo F1 (140.14، 146.52 و 149.74 نانومول/غرام، على التوالي) وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهم (130.55، 139.95 و 143.02 نانومول/غرام، على التوالي) ولم يلاحظ وجود فرق معنوي ( $P = 0.05$ ) في الهجن Amani F1 (138 نانومول/غرام) بالمقارنة مع نبات الشاهد (136.53 نانومول/غرام).

وبعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس لوحظ انخفاض في تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار في محتوى البرولين حيث لم يلاحظ وجود فروق معنوية ( $P = 0.05$ ) في هجن نباتات الفليفلة Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 (2.32، 2.47 و 2.27 ميكروغرام/غرام، على التوالي) بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهم (2.2، 2.2 و 2.1 ميكروغرام/غرام، على التوالي) ولوحظ فرق معنوي ( $P = 0.05$ ) فقط في الهجن Taline F1 (3.12 ميكروغرام/غرام) بالمقارنة مع الشاهد (2.5 ميكروغرام/غرام) (جدول 1).

مما سبق نستنتج أن تأثير العدوى بفيروس موزايك الخيار في محتوى البرولين كان واضحاً بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس ولكن كان التأثير الأكبر للفيروس بعد 30 يوماً من العدوى، أما بعد 45 يوماً من الإعداء فقد انخفض تأثير الفيروس بشكل ملحوظ، وكانت قد أشارت العجوريه (2015) أنه كلما تقدم نبات الفليفلة بالمرحلة كلما انخفض تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار فيه.

توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما أشارت إليه دراسات سابقة. فقد سُجل ارتفاع ملحوظ في محتويات البرولين في أوراق سلالات الفليفلة L113، L57 والصنف Okal المصابة بفيروس موزايك الخيار، حيث كانت محتويات البرولين مرتفعة بشكل ملحوظ في أوراق الصنف Okal المصابة بالفيروس بالمقارنة مع نباتات الشاهد، وحدثت زيادة قليلة في محتويات البرولين في أوراق السلالة L113 المصابة بالفيروس بالمقارنة مع نباتات الشاهد، كذلك في السلالة L57 فقد لوحظ أيضاً زيادة طفيفة في محتوى البرولين في الأوراق المصابة بالمقارنة مع نباتات الشاهد. ترتبط هذه الاختلافات في زيادة البرولين في درجة مقاومة أصناف الفليفلة للإصابة بفيروس موزايك الخيار (Petrova *et al.*, 2012). إن تراكم البرولين هو الزيادة في مستوى البرولين الحر في النسيج ويعزى ذلك إلى الإجهاد، حيث أن تراكم البرولين يحدث في وجود شح بسيط نسبياً للماء وتعتمد الكمية التي تتراكم على حدة الإجهاد، حيث أن تراكم البرولين هو واحد من أكثر آليات المقاومة التي يقوم بها النبات بسبب الإجهاد (Lutts *et al.*, 1996). ويعد تراكم بعض المركبات العضوية وبخاصة الحمض الأميني البرولين (proline) من الظواهر المعروفة في بعض النباتات التي تتعرض للإجهاد (Rayapati & Stewart, 1991). عندما تتعرض النباتات للإجهاد الحيوي واللاحيوي تُراكم البرولين وعندما تتعرض النباتات لإجهادات أعلى فإنها تُراكم كميات عالية من البرولين في الأنسجة (Mansour, 2000؛ Mazid *et al.*, 2011). وأظهرت نتائج دراسة أخرى (Gholi-Tolouie *et al.*, 2018) تم فيها تقويم التغيرات في إنتاج البرولين في نباتات البندورة/الطماطم موزايك الخيار بعد 0، 1، 2، 4، 6، 8 و 15 يوماً من الإعداء

جدول 1. تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار في محتوى البرولين (ميكروغرام/غرام) في أوراق هجن الفليفلة.

Table 1. The effect of Cucumber mosaic virus infection on proline content (micro g/g) in pepper hybrid leaves.

محتوى البرولين (ميكروغرام/غرام أوراق) Proline content (microgram/g leaves)			
بعد 45 يوماً من الإعداء 45 days post virus inoculation	بعد 30 يوماً من الإعداء 30 days post virus inoculation	بعد 15 يوماً من الإعداء 15 days post virus inoculation	المعاملات (هجن الفليفلة) Treatments (Pepper hybrids)
2.50±0.267 b	1.64±0.029 d	2.54±0.031 b	Control (شاهد) Taline F1
2.20±0.184 b	1.71±0.020 c	2.83±0.174 ab	Control (شاهد) Amani F1
2.20±0.207 b	2.09±0.186 b	2.00±0.221 d	Control (شاهد) Harek F1
2.10±0.251 b	2.37±0.139 b	3.03±0.119 a	Control (شاهد) Marvilo F1
3.12±0.098 a	2.80±0.418 a	3.19±0.170 a	Taline F1+CMV
2.32±0.097 b	2.31±0.346 ab	3.01±0.237 a	Amani F1+CMV
2.47±0.134 b	3.00±0.320 a	2.56±0.128 c	Harek F1+CMV
2.27±0.087 b	3.00±0.272 a	3.14±0.287 a	Marvilo F1 + CMV

المتوسطات التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

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

جدول 2. تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار في محتوى بيروكسيد الهيدروجين (نانومول/غرام) لأوراق هجن نباتات الفليفلة.

Table 2. The effect of Cucumber mosaic virus infection on hydrogen peroxide content (nanomol/g) in pepper hybrid leaves.

بيروكسيد الهيدروجين نانومول/غرام Hydrogen peroxide (nanomol/g)			
بعد 45 يوماً من الإعداء 45 days post virus inoculation	بعد 30 يوماً من الإعداء 30 days post virus inoculation	بعد 15 يوماً من الإعداء 15 days post virus inoculation	المعاملات (هجن الفليفلة) Treatments (Pepper hybrids)
122.25±6.72 a	166.32±2.10 c	130.55±3.22 c	Control (شاهد) Taline F1
113.14±0.75 b	173.70±1.98 b	136.53±2.98 b	Control (شاهد) Amani F1
129.50±6.61 a	166.32±1.14 c	139.95±2.82 b	Control (شاهد) Harek F1
112.30±3.12 b	172.71±2.12 b	143.02±2.23 b	Control (شاهد) Marvilo F1
126.80±3.82 a	173.15±1.75 b	140.14±2.14 b	Taline F1+CMV
114.40±3.19 b	179.95±1.55 a	138.00±1.28 b	Amani F1+CMV
131.70±3.08 a	174.39±1.00 b	146.52±2.11 a	Harek F1+CMV
116.60±2.98 b	184.00±2.59 a	149.74±3.11 a	Marvilo F1 + CMV

المتوسطات التي يتبعها حروف متشابهة في العمود نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

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

وبعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس لوحظ انخفاض في تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار في محتوى بيروكسيد الهيدروجين حيث زاد محتوى بيروكسيد الهيدروجين زيادة غير معنوية (P=0.05) في جميع هجن نباتات الفليفلة المعاملة بالفيروس Taline F1، Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 (114.4، 126.8، 131.7 و 116.6 نانومول/غرام، على التوالي) بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهم (122.25، 113.14، 129.50 و 112.30 نانومول/غرام، على التوالي) (جدول 2).

أما بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس فقد زاد محتوى بيروكسيد الهيدروجين في جميع هجن نباتات الفليفلة المعاملة بالفيروس Taline F1، Amani F1، Harek F1، Marvilo F1 (173.15، 179.95، 174.39 و 184.00 نانومول/غرام، على التوالي) بفروق معنوية كبيرة (P=0.05) بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل منهم (166.32، 173.70، 166.32 و 172.71 نانومول/غرام، على التوالي) (جدول 2).



الشاهد (Kiralay et al., 2008). وأظهرت نتائج دراسة أخرى (Kiralay et al., 2002) زيادة مستوى بيروكسيد الهيدروجين في أوراق نباتات التبغ عند إصابتها بفيروس موزايك التبغ وذلك بسبب حدوث تماوت/نخر في أنسجة الأوراق المصابة بالمقارنة مع نباتات الشاهد. كما وسجلت تركيزات عالية من بيروكسيد الهيدروجين لوحظت في أوراق نباتات التبغ المعدة بفيروس موزايك التبغ (Doke & Ohashi, 1988). وفي دراسة أخرى (Xi et al., 2007) أجريت لمعرفة تأثير الإصابة المشتركة بين فيروس موزايك الخيار وفيروس النكرزة في التبغ (*Nicotiana tobacum necrosis virus*) في نبات التبغ (*Nicotiana benthamiana*) أظهرت بأن الإصابة المشتركة ينجم عنها زيادة أعلى في مستويات الميلونيل ديبالدهيد وبيروكسيد الهيدروجين وانخفاض أكبر في نشاط الكاتالاز بالمقارنة مع الإصابة المفردة. كما توافقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة أخرى (Madhusudhan et al., 2009) عن تأثير الإصابة بفيروس موزايك التبغ وفيروس موزايك البندورة/الطماطم (*Tomato mosaic virus*) في التغيرات في الأنزيمات المضادة للأكسدة في نباتات البندورة/الطماطم والفليلة الحلوة ونباتات التبغ (*Nicotiana glutinosa & Nicotiana tabacum cv. Xanthi*) حيث لوحظ زيادة في بيروكسيد الهيدروجين في جميع النباتات المدروسة نتيجة الإصابة الفيروسية. كما وسجل تراكم بيروكسيد الهيدروجين في نبات *Arabidopsis thaliana* المعدة بفيروس موزايك القرنبيط (*Cauliflower mosaic virus*) (Love et al., 2005). كما وانخفض نشاط الكاتالاز نتيجة إصابة نباتات التبغ بفيروس موزايك التبغ وهذا أدى بدوره إلى زيادة مستويات بيروكسيد الهيدروجين (Neuenschwander et al., 1995).

مما سبق نستنتج أن تأثير الإعداء بفيروس موزايك الخيار في محتوى بيروكسيد الهيدروجين كان واضحاً بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس ولكن كان التأثير الأكبر للفيروس بعد 30 يوماً من الإعداء، أما بعد 45 يوماً من الإعداء فقد انخفض تأثير الفيروس بشكل ملحوظ، وهذا يتوافق مع ما نشر سابقاً (العجوريه، 2015) إلى أنه كلما تقدم نبات الفليفة بالعمر كلما انخفض تأثير الإصابة بفيروس موزايك الخيار عليه.

توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما أشارت إليه دراسات سابقة. فقد زادت الإصابة الفيروسية عند دراسة الإجهادات التأكسدية في تفاعلات النبات مع الفيروس في نباتات الخيار (*Cucumis sativus*) ونباتات الكوسا (*Cucurbita pepo*) المصابة بفيروس موزايك الخيار وفيروس موزايك اصفرار الكوسا من أكسدة الحموض الدهنية غير المشبعة مؤدياً ذلك إلى ضرر الأغشية الخلوية. تعمل الجذور الحرة المتشكلة خلال أكسدة الدهون على أكسدة جزيئات الصبغات وهذا يفسر ظهور أعراض الاصفرار على النباتات المصابة، كذلك فإن أنزيمات البيروكسيداز إضافة إلى وظيفتها في كس الجذور الحرة فإنها تحفز تشكيل بيروكسيد الهيدروجين وهذا يساهم في الإجهاد التأكسدي في التفاعلات الجهازية للفيروسات النباتية، كذلك فإن الأكسدة المرتفعة لأنزيمات البيروكسيداز لهرمون إندول حمض الخل يكون مسؤولاً أيضاً عن انخفاض النمو والتشوهات في النباتات المصابة بالفيروس (Riedle-Bauer, 2000). كما سجل ارتفاعاً في محتويات بيروكسيد الهيدروجين في أوراق نبات التبغ (*Nicotiana tabacum cv. Xanthi*) المصاب بفيروس موزايك التبغ عند درجات الحرارة العالية (30 °س) كما وحدثت زيادة غير معنوية في بيروكسيد الهيدروجين في أوراق النباتات المصابة بالفيروس عند حرارة 20 °س بالمقارنة مع نباتات

## Abstract

Al-Ajouriyeh, H., I. Ismail, B. Samra and F. Sahyouni. 2021. Effect of Cucumber Mosaic Virus on Proline and Hydrogen Peroxide Content in Some Pepper Hybrids Grown in Lattakia Governorate, Syria. Arab Journal of Plant Protection, 39(1): 39-46.

A study was conducted at Al-Muturki village in Lattakia Governorate during 2019/2020 growing season to investigate the effect Cucumber mosaic virus (CMV) infection on the proline and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) content of four pepper hybrids (Taline F1, Amani F1, Harek F1 and Marvilo F1) at three periods post viral inoculation (15, 30 and 45 days). The experiment was carried out by using complete randomized block design with 8 treatments and 8 replicates per treatment. The results showed that the viral infection affected the proline and hydrogen peroxidase content 15 days after virus inoculation. The highest effect of the viral infection was at 30 days after virus inoculation, where the values of proline and hydrogen peroxidase of the infected pepper hybrids significantly increased compared to control plants. However, 45 days after virus inoculation, the effect of viral infection decreased with plant age.

**Keywords:** Pepper, Cucumber mosaic virus, proline, hydrogen peroxidase.

**Affiliation of authors:** Hala Al-Ajouriyeh<sup>1</sup>, Imad Ismail<sup>1</sup>, Badih Samra<sup>2</sup> and Fahed Sahyouni<sup>3</sup>. (1) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria, Email: hlaalajouria1986@gmail.com; (2) Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria; (3) Faculty of Agriculture 2, University of Aleppo, Deir Al-Zor, Syria.

- lycopersicum* cv. Superchief) plants under biotic stresses. Iranian Journal of Plant Physiology, 8: 2345-2351.  
<https://doi.org/10.22034/IJPP.2018.539110>
- Govindarajan, V.S. and U.J. Salzer.** 1985. Capsicum-production, technology, chemistry, and quality part 1: History, botany, cultivation, and primary processing. Food Science and Nutrition, 22: 109-176.  
<https://doi.org/10.1080/10408398509527412>.
- Kiraly, L., T.Y.M. Hafez, T.J. Fodor and Z. Kiraly.** 2008. Suppression of tobacco mosaic virus-induced hypersensitive-type necrotization in tobacco at high temperature is associated with downregulation of NADPH oxidase and superoxide and stimulation of dehydroascorbate reductase. Journal of General Virology, 89: 799-808.  
<https://doi.org/10.1099/vir.0.83328-0>
- Kiraly, Z., B. Barna, A. Kecskes and J. Fodor.** 2002. Down-regulation of antioxidative capacity in a transgenic tobacco which fails to develop acquired resistance to necrotization caused by TMV. Free Radicals Research, 36: 981-991.  
<https://doi.org/10.1080/1071576021000006581>.
- Love, A.J., B.W. Yun, V. Laval, G.J. Loake and J.J. Milner.** 2005. Cauliflower mosaic virus, a compatible pathogen of *Arabidopsis*, engages three distinct defense-signaling pathways and activates rapid systemic generation of reactive oxygen species. Plant Physiology, 139: 935-948.  
<https://doi.org/10.1104/pp.105.066803>.
- Lutts, S., V. Majerus and J. Kinet.** 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars different in salinity resistance. Annals of Botany, 78: 389-398.  
<https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>
- Madhusudhan, K.N., B.M. Srikanta, M.D. Shylaja, H.S. Prakash and H.S. Shetty.** 2009. Changes in antioxidant enzymes, hydrogen peroxide, salicylic acid and oxidative stress incompatible and incompatible host-tobamovirus interaction. Journal of Plant Interactions, 4: 157-166.  
<https://doi.org/10.1080/17429140802419:516>
- Mansour, M.M.F.** 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biology Plantarum, 43: 491-500.  
<https://doi.org/10.1023/A:1002873531707>.
- Mazid, M., T.A. Khan and F. Mohammad.** 2011. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. Biology and Medicine 3: 232-249.
- Montalbini, P., R. Buonauro and N.N. Umesh Kumar.** 1995. Peroxidase activity and isoperoxidase pattern in tobacco leaves infected with tobacco necrosis virus and other viruses inducing necrotic and non-necrotic alterations. Journal of Phytopathology, 143: 295-301.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1995.tb00263.x>
- الحمادي، مصطفى حلمي، جابر ابراهيم فجلة، محمد عبد المجيد شقرون وجبر خليل.** 2008. المبادئ العامة في مكافحة الفيروسات النباتية والقابلة للتطبيق في البلدان العربية. الصفحات 147-192 في: كتاب الأمراض الفيروسية للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية. إعداد خالد محي الدين مكوك، جابر ابراهيم فجلة، قمري وصفاء غسان قمري. الجمعية العربية لوقاية النبات، بيروت، لبنان. 631 صفحة.
- [El-Hamadi, M.H., G.I. Figla, M.A.M, Shakroun and J. Khalil.** 2008. General principles for the control of plant viruses applicable to the Arab countries. Pages 147-192. In: Viral Diseases of Important Agricultural Crops in the Arab Region. K.M. Makkouk, G.I. Figla and S.G. Kumari (eds.). Arab Society for Plant Protection, Beirut, Lebanon. 631 pp. (In Arabic).]
- العجوريه، حلا.** 2015. تأثير موعد العدوى بفيروس موزايك الخيار على نباتات الفليفلة في الزراعات الحقلية في محافظة اللاذقية. رسالة ماجستير. قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. 77 صفحة.
- [Al-Ajouriya, H.** 2015. Effect of infection date with Cucumber mosaic virus on pepper plants in the open field in Lattakia Governorate. M.Sc. Thesis, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. 77 pp. (In Arabic).]
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.** 2017. قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، دمشق، سورية.
- [Ministry and Agriculture and Land Reclamation.** 2017. Statistics Department, Directorate of Statistics and Planning, Damascus, Syria. (In Arabic).]
- Barakat, A. and Z.A. Torky.** 2017. Molecular detection of Bean yellow mosaic virus in *Lupinus albus* plants and its associated alterations in biochemical and physiological parameters. Journal of Antivirals and Antiretrovirals, 9: 33-42.  
<https://doi.org/10.4172/1948-5964.1000159>
- Barnett, N.M. and A.N. Naylor.** 1966. Amino acids and protein metabolism in Bermuda grass during water stress. Plant Physiology, 41: 1222-1230.  
<https://doi.org/10.1104/PP.41.7.12222>
- Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Tear.** 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.  
<https://doi.org/10.1007/BF00018060>
- Berber, I. and H. Önlü.** 2012. The levels of nitrite and nitrate, proline and protein profiles in tomato plants infected with *Pseudomonas syringae*. Pakistan Journal of Botany, 44: 1521-1526.
- Doke, N. and Y. Ohashi.** 1988. Involvement of an O<sub>2</sub><sup>-</sup> generating system in the induction of necrotic lesions on tobacco leaves infected with tobacco mosaic virus. Physiological and Molecular Plant Pathology, 32: 163-175.  
[https://doi.org/10.1016/S0885-5765\(88\)80013-4](https://doi.org/10.1016/S0885-5765(88)80013-4)
- Gholi-Tolouie, S., M. Davari, N. Sokhandan-Bashir and M. Sedghi.** 2018. Influence of salicylic and jasmonic acids on the antioxidant systems of tomato (*Solanum*

- Riedle-Bauer, M.** 2000. Role of reactive oxygen species and antioxidant enzymes in systemic virus infections of plants. *Journal of Phytopathology*, 148: 297-302.  
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2000.00503.x>.
- Shahrukh, I., Um. E. Aiman, S. Khan, N. Parveen, M. Fatima and M. Umar Dahot.** 2014. Certain growth related attributes of *bunchy top virus* infected banana under ex-vitro conditions. *African Journal of Biotechnology*, 13: 1876-1882.  
<https://doi.org/10.5897/AJB11.2093>
- Soleimani, P., G. Mosahebi and M.K. Habibi.** 2011. Identification of some viruses causing mosaic on lettuce and characterization of Lettuce mosaic virus from Tehran Province in Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 3029-3035.  
<https://doi.org/10.5897/AJAR11.114>
- Stewart, G.R.** 1983. Proline accumulation: Biochemistry aspects. Pages 243-259. In: *Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. L.G. Paleg and D. Aspinall (eds.). Academic Press, Australia. 492 pp.
- Velikova, V., I. Yordanov and A. Edreva.** 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: Protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151:59-66.  
[https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(99\)00197-1](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(99)00197-1)
- Xi, D., H. Feng, L. Lan, J. Du, J. Wang, Z. Zhang, L. Xue, W. Xu and H. Li.** 2007. Characterization of synergy between Cucumber mosaic virus and Tobacco necrosis virus in *Nicotiana benthamiana*. *Journal of Phytopathology*, 155: 570-573.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2007.01279.x>
- Zehnder, G.W., J.F. Murphy, E.J. Sikora and J.W. Kloepper.** 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. *European Journal of Plant Pathology*, 107: 39-50.  
<https://doi.org/10.1023/A:1008732400383>
- Neuenschwander, U., B. Vernooij, L. Friedrich, S. Uknes, H. Kessmann and J. Ryals.** 1995. Is hydrogen peroxide a second messenger of salicylic acid in systemic acquired resistance? *Plant Journal*, 8: 227-233.  
<https://doi.org/10.1046/j.1365-3113x.1995.08020227.x>
- Palfi, G. and J. Juhasz.** 1969. Relationships among water deficiency, salinity of cold root medium and proline, pipercolic acid and total amino acid content of plants. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 124: 36-128.  
<https://doi.org/10.1007/BF02878408>.
- Pazarlar, S., M. Gümüş and G. Öztekin.** 2013. The effects of Tobacco mosaic virus infection on growth and physiological parameters in some pepper varieties (*Capsicum annuum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41: 427-433.  
<https://doi.org/10.15835/nbha4129008>.
- Petrova, D., G. Chaneva, E. Stoimenova and V. Kapchina-Toteva.** 2012. Effect of *Cucumber Mosaic virus* on the Contents of Chlorophyll, Proline, the Degree of Lipid Peroxidation and Phenotypic Expression of Pepper Lines with Different Susceptibility to Virus. *Oxidation Communications*, 35: 182-189.
- Radwan, D.E.M., K.A. Fayed, S.Y. Mahmoud, A. Hamad and G. Lu.** 2007. Physiological and metabolic changes of *Cucurbita pepo* leaves in response to *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) infection and salicylic acid treatments. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45:480-489.  
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.03.002>.
- Rayapati, P.J. and C.R. Stewart.** 1991. Solubilization of protein dehydrogenase from maize (*Zea mays* L.) mitochondria. *Plant Physiology*, 95: 787-791.  
<https://doi.org/10.1104/PP.95.3.787>.

Received: September 10, 2020; Accepted: January 3, 2021

تاريخ الاستلام: 2020/9/10؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2021/1/3