Effect of infection with *Cucumber mosaic virus* on some physiological indicators and productivity of several hybrids of pepper.

Hala Al-ajouria*
Dr. Imad Ismail**
Dr. Badea Samra***
Dr. Fahed Sahiouny****

(Received 24 / 10 / 2021. Accepted 28 / 12 /2021)

□ ABSTRACT □

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 some physiological indicators (relative water content (%RWC), proline production and hydrogen peroxide production) and weight and number of fruits 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 4 replicates per treatment. The results showed that the viral infection affected the studied indicators 15 days after virus inoculation.The highest effect of the viral infection was at 30 days after virus inoculation, The effect of infection with the virus represented a decrease in the relative water content and weight and number of fruits and an increase in the values of proline and hydrogen peroxide in the hybrids of pepper infected with the virus with significant differences compared to the control plants. However, 45 days after virus inoculation, the effect of viral infection decreased with plant age.

Keywords: Pepper, *Cucumber mosaic virus*, Relative water content, productivity, proline, hydrogen peroxide.

* **PhD Student, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, SYRIA. (E.mail:hlaalajouria1986@gmail.com).**
****Professor, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, SYRIA.(E.mail:imad.ismail@tishreen.edu.sy)**
*****Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, SYRIA.**
******Professor, Department of Horticulture, The Second Faculty of Agriculture in Deir Ezzor, Aleppo University, SYRIA.**

تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار (*Cucumber mosaic virus*) في بعض المؤشرات الفسيولوجية والإنتاجية لعدة هجن من الفليفلة

حلا العجورية*

الدكتور عماد إسماعيل**

الدكتور بديع سمرة***

الدكتور فهد صهيوني****

(تاريخ الإيداع 24 / 10 / 2021. قبل للنشر في 28 / 12 / 2021)

□ ملخّص □

أجريت التجربة الحقلية في قرية المتركية في محافظة اللاذقية، في العروة الربيعية خلال الموسم الزراعي 2020/2019، بهدف معرفة تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار *Cucumber mosaic virus* (CMV) في بعض المؤشرات الفسيولوجية (محتوى الماء النسبي Relative Water Content (%RWC)، إنتاج البرولين وإنتاج بيروكسيد الهيدروجين) وعدد الثمار ومتوسط وزنها لأربعة هجن من نباتات الفليفلة (Taline F1، Amani F1، Harek F1، Marvilo F1) في ثلاثة مواعيد (15، 30 و 45 يوماً) بعد الإعداء بفيروس موزاييك الخيار. نفذت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثماني معاملات وأربعة مكررات لكل معاملة. أظهرت النتائج أن الإصابة بفيروس موزاييك الخيار قد أثرت في المؤشرات المدروسة بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس وكان التأثير الأكبر للإصابة بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس، حيث تمثل تأثير الإصابة بالفيروس بانخفاض قيم محتوى الماء النسبي وعدد الثمار ووزنها وارتفاع قيم البرولين وبيروكسيد الهيدروجين في هجن الفليفلة المعداة بالفيروس بفروق معنوية كبيرة بالمقارنة مع نباتات الشاهد، أما بعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس فقد انخفض تأثير الإصابة الفيروسية مع تقدم النبات بالعمر.

الكلمات المفتاحية: الفليفلة، فيروس موزاييك الخيار، محتوى الماء النسبي، الإنتاجية، البرولين، بيروكسيد الهيدروجين.

*طالبة دكتوراه، قسم وقاية نبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية(email:hlaalajouria1986@gmail.com)

**أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.(e.mail:imad.ismail@tishreen.edu.sy)

***أستاذ، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

****أستاذ، قسم البساتين، كلية الزراعة الثانية في دير الزور ، جامعة حلب، سورية.

مقدمة

يعد محصول الفليفلة من الخضار التي تحتل مكانة هامة، إذ اصبح من محاصيل التصدير في كثير من الدول ، كما ويعد من أكثر المحاصيل الخضرية احتواء للعناصر الغذائية. حيث بلغ إجمالي المساحة المزروعة من هذا المحصول لعام 2019 على مستوى القطر العربي السوري 4406 هكتاراً وبلغ الإنتاج الإجمالي للزراعة 52365 طناً والغلة 11885 كغ/هـ (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2019).

تصاب محاصيل الفصيلة الباذنجانية بالعديد من الأمراض ومنها الأمراض الفيروسية التي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة على المحاصيل مع توافر الظروف البيئية الملائمة لانتشارها، لذلك كانت الوقاية من الفيروسات وأمراضها هدفاً رئيساً للعاملين في مجال أمراض النبات الفيروسية (الحمادي وآخرون، 2008).

يعد فيروس موزاييك الخيار من مُسببات 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 (المنّ) 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 انخفاض كبير في إنتاج النباتات المصابة بفيروس موزاييك الخيار. فقد انخفض محصول ثمار الفليفلة بنسبة 60–100%، كما انخفضت نوعيتها خاصة عند الإصابة المبكرة للنبات (Sutice *et al*., 1999). يعتبر محتوى الماء النسبي من المؤشرات الفسيولوجية التي تتأثر بالإصابة الفيروسية ففي دراسة أجريت لمعرفة تأثير فيروس موزاييك التبغ *Tobacco mosaic virus* على المؤشرات الفسيولوجية في بعض أصناف الفليفلة (*Capsicum annuum* L.) فقد أظهرت النتائج انخفاض محتوى الماء النسبي في أوراق النباتات المصابة بفيروس موزاييك التبغ بفروق معنوية في جميع النباتات المصابة ($p<0.05$) (Sercan *et al*., 2013). كما أثبتت العديد من الدراسات زيادة معنوية في محتوى البرولين تحت الإجهادات البيئية (Berber & Önlü, 2012؛ Pazarlar *et al*., 2013). ومن جهة أخرى أظهرت دراسة أجراها Montalbini وآخرون (1995) أن العدوى الفيروسية تزيد من نشاط أنزيم البيروكسيداز الذي يستخدم بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) كمادة أولية لربط جدار الخلية فترتفع بذلك قساوته وكثافته.

أهمية البحث وأهدافه

نظراً للآثار السلبية لفيروس موزاييك الخيار الذي يصيب العديد من المحاصيل الزراعية بما فيها الفليفلة، ويؤثر سلباً في نمو وتطور النباتات المصابة نتيجة التغيرات البنيوية والفسيولوجية التي يحدثها في أوراق النباتات المصابة مما يتسبب في انخفاض إنتاج النباتات بشكل كبير. جاء هذا البحث بهدف دراسة تأثير الإعداء بفيروس موزاييك الخيار في الإنتاجية وبعض المؤشرات الفسيولوجية (محتوى الماء النسبي%، محتوى البرولين وبيروكسيد الهيدروجين) في أوراق بعض هجن الفليفلة المصابة بالفيروس.

طرائق البحث ومواده

المادة النباتية

استخدم في الدراسة 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.

2- الهجين Amani F1 وهو من هجن الفليفلة غير الحريفة يتميز بنمو خضري غزير، أوراقه عريضة نسبياً، ثماره كبيرة عريضة، المنشأ هولندا.

3- 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 فيجيتبل سيدس– امريكا.

4- 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.

5- مكان وزمان تنفيذ البحث

نفذ البحث في الموسم الزراعي 2020/2019 في العروة الربيعية في المناخ الدافئ 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 م² 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 ايتيلين 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 السماد العضوي بمعدل 3 كغ/م^2 وإضافة الأسمدة المعدنية بطيئة التحلل (سوبر فوسفات وسلفات البوتاسيوم بمعدل 50 غ/م^2 و60 غ/م^2، على التوالي). تم تحريك التربة قبل الزراعة بحراثة سطحية بوساطة الكالتيفاتور مع إضافة جزء من السماد الآزوتي (اليوريا تركيز الآزوت فيه N=46% بمعدل 15غ/م^2) 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 السماد الآزوتي كتسميد إضافي مع ماء الري السطحي على دفعتين بمعدل 15غ/م² بعد العزقة الأولى، والثانية بعد شهر من إضافة الدفعة 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 (المنّ، 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*) من مختبر الأمراض البكتيرية والفيروسية في كلية الزراعة محفوظة على نباتات البندورة. حضر اللقاح الفيروسي بهرس الأوراق المصابة بفيروس موزاييك الخيار بالماء المقطر بواقع 1غ/5 مل في جفنة بورسلان. وتم تغطيس قطعة شاش طبية نظيفة في اللقاح الفيروسي واجريت العدوى الميكانيكية على الأوراق العلوية للنباتات بعد 20 يوماً من زراعتها في الأرض الدائمة بعد تعفيرها بمادة مخرشه (كربيد السيليكون).

المؤشرات المدروسة

تمت الدراسة على 64 نباتاً من كل هجين (32 شاهد، 32 معدى بالفيروس) ومقارنة النتائج، وتم حساب أولاً: المؤشرات الفسيولوجية (محتوى الماء النسبي%، البرولين وبيروكسيد الهيدروجين) ومتوسط وزن وعدد الثمار كما يلي:

محتوى الماء النسبي (RWC%):

قدر المحتوى الرطوبي النسبي بعد 15، 30، 45 يوماً من الإعداء بفيروس موزاييك الخيار *Cucumber mosaic virus* (CMV) في جميع هجن نباتات الفليفلة الشاهد والمعداة بالفيروس Taline F1، Amani F1، Harek F1، Marvilo F1 باعتماد طريقة Yamasaki و Dillenburg (1999) وفق العلاقة التالية:

RWC(%)=[(FW-DW)/(TW-DW)]×100

FW, DW and TW هي الأوزان الطازجة، الجافة ووزن الأنسجة على التوالي.

تم أخذ 10 أقراص من الأوراق النباتية من ثلاثة نباتات من كل مكرر/معاملة لجميع هجن نباتات الفليفلة الشاهد والمعداة بالفيروس وحسب وزنها وهي طازجة ثم وضعت في أطباق بتري، تم أخذ 10 أقراص أخرى من أوراق النبات ووزنت وهي طازجة ثم وضعت في طبق بتري وغمرت بالماء المقطر لمدة 7 ساعات على درجة حرارة الغرفة ثم جففت بقطعة قماش نظيفة وتم وزنها على الفور ثم وضعت جميع الأطباق في فرن على درجة حرارة 70 درجة مئوية لمدة 48 ساعة ووزنها.

تقدير كمية البرولين ميكرو غرام/غ مادة طازجة:

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 والمعداة بالفيروس في 5 مل من المحلول المائي لحمض سلفوساليسيليك (3%). أُخذ 2 مل من المستخلص ووضع في أنبوب زجاجي وأضيف له 2 مل من محلول النينهدرين المنشط للتفاعل (1.25غ من النينهدرين+ 30 مل حمض خل مركز+ 20 مل حمض أورثوفوسفوريك) و2 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 المثلج 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.

تقدير كمية بيروكسيد الهيدروجين نانو مول/غ مادة طازجة:

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 والمعداة بالفيروس بإضافة 2 مل من حمض الخل ثلاثي الكلور Trichlro 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 (KH_2PO_4/K_2HPO_4) بتركيز 10 ميلي مول، حموضته 7.0 (pH=7.0) و1 مل من يوديد البوتاسيوم النظامي (KI). تم تحضير عينات الشاهد بإضافة الماء بدلاً من يوديد البوتاسيوم ووضعت 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.

متوسط عدد ووزن ثمار النبات:

تم حساب متوسط عدد الثمار (ثمرة/نبات)، متوسط وزن الثمار (غ/ثمرة)، كمتوسط لمجموع القراءات في ثلاثة نباتات من كل مكرر/معاملة، وذلك بعد 15، 30، 45 يوماً من الإعداء بالفيروس.

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 (means ± SE) والفروقات ذات معنوية عند مستوى احتمال 5%.

النتائج والمناقشة

1. تأثير الإصابة بالفيروس في محتوى الماء النسبي (RWC)% على أوراق النباتات في المعاملات المختلفة:

تشير معطيات الجدول (1) إلى انخفاض محتوى الماء النسبي في أوراق جميع هجن الفليفلةTaline F1، Amani F1، Harek F1، Marvilo F1 بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس بفروق معنوية (P=0.05) حيث كان محتوى الماء النسبي فيها 75%، 72%، 80%، 73%، على التوالي بالمقارنة مع الشواهد 88%، 81%، 88%، 82%، على التوالي، وهذه النتيجة تتوافق مع نتائج دراسة أجراها (Al Saleh *et al*., 2007) لمعرفة تأثير فيروس ذبول البندورة التبقعي *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) على اصناف الفول السوداني Okrun, (Southwest, Runner, Tamrun-96, Georgia Green) أظهرت النتائج على أصناف الفول السوداني التي أعديت بعد 5 أيام من الزراعة أنه كان هناك فروق معنوية في محتوى الماء النسبي لوحظت في Georgia Green و Runner بالمقارنة مع النباتات الغير معداة، وعند العدوى بعد 12 و19 يوماً بعد الزراعة كانت الفروق غير معنوية في محتوى الماء النسبي في النباتات المعداة بالمقارنة مع غير المعداة ما عدا Okrun في العدوى بعد 12 يوم بعد الزراعة ونباتات Tamrun-96 المعداة بعد 19 يوم من الزراعة كانت الفروق معنوية.

كما وأدت الإصابة بفيروس موزاييك الخيار بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس إلى انخفاض محتوى الماء النسبي بفروق معنوية (P=0.05) في جميع الهجن المصابة بالمقارنة مع الشاهد وكانت أكبر بالمقارنة مع الانخفاض بعد 15 يوماً من العدوى حيث كان محتوى الماء النسبي في جميع الهجن Taline F1 ، Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 77%، 80%، 74%، 70%على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 93%، 89%، 92%، 87%، على التوالي جدول (1)، وهذا يتفق مع نتائج دراسة أجراها (Sercan *et al*., 2013) لمعرفة تأثير فيروس موزاييك التبغ *Tobacco mosaic virus* على المؤشرات الفسيولوجية في بعض أصناف الفليفلة (*Capsicum annuum* L.) 497 and *Ergenekon* ,*Kumsal* حيث أظهرت النتائج انخفاض محتوى الماء النسبي في أوراق النباتات المصابة بفيروس موزاييك التبغ بفروق معنوية مقارنة مع الشاهد.

أما بعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس انخفض محتوى الماء النسبي بفروق معنوية (P=0.05) في جميع الهجن المصابة بالمقارنة مع الشاهد ولكن كانت أقل بالمقارنة مع الإعداء بعد 15و30 يوماً حيث كان محتوى الماء النسبي فيها 88%، 87%، 89%، 85%، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 95%، 93%، 95%، 93%، على التوالي، (الجدول 1).

جدول1: تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار (CMV) على محتوى الماء النسبي (RWC%) لأوراق هجن نباتات الفليفلة في العروة الربيعية.

المعاملات	محتوى الماء النسبي (RWC%)		
	بعد 15 يوماً من العدوى	بعد 30 يوماً من العدوى	بعد 45 يوماً من العدوى
M1 شاهد	%88±1.63[a]	%93±1.45[a]	%95±0.88[a]
M2 شاهد	%81±0.81[b]	%89±0.57[b]	%93±1.2[b]
M3 شاهد	%88±0.81[a]	%92±1.2 [a]	%95±0.88[ab]
M4 شاهد	%82±1.15[b]	%78±1.15[c]	%93±1.2[b]
M5+CMV	%75±0.88[c]	%77±0.88[cd]	%88±1.15[c]
M6+CMV	%72±1.15[d]	%80±1.2[c]	%87±1.15 [c]
M7+CMV	%80±1[b]	%74±1.2[d]	%89±1.45[c]
M8+CMV	%73±1.45[d]	%70±1.45[e]	%85±1.2[d]

متوسط محتوى الماء النسبي % لأوراق هجن الفليفلة، هجين Taline F1 شاهد (M1)، هجين Amani F1 شاهد (M2)، هجين Harek F1 شاهد (M3)، هجين Marvilo F1 شاهد (M4)، هجين Taline F1 (M5) ، هجين Amani F1 (M6)، هجين Harek F1 (M7)، هجين Marvilo F1 (M8)، *Cucumber mosaic virus* :CMV. تشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE، n=3)، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق بين المتوسطات حيث أن القيم التي يتبعها حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

2ـ تأثير الإصابة بالفيروس في إنتاج البرولين على أوراق النباتات في المعاملات المختلفة:

لوحظ بعد 15 يوماً من الإعداء بفيروس موزاييك الخيار زيادة معنوية (P=0.05) في محتوى البرولين لأوراق هجيني الفليفلة Harek F1 و Marvilo F1 5.98 و 6.45 ميكروغرام/غرام، على التوالي وذلك بالمقارنة مع نباتات الهجينين غير المعداة(الشاهد) 4.62 و 5.22 ميكروغرام/غرام، على التوالي، ولم يلاحظ وجود فرق معنوي (P=0.05) في أوراق الهجينين Taline F1 و Amani F1 4.94 و 5.24 ميكروغرام/غرام، على التوالي بالمقارنة مع نباتات الشاهد 4.55 و 4.56 ميكروغرام/غرام، على التوالي (الجدول 2).

أما بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس فقد زاد محتوى البرولين في أوراق جميع هجن نباتات الفليفلة المعداة بالفيروس Taline F1، Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 5.5، 5.21، 5.13 و 4.7 ميكروغرام/غرام، على التوالي بفروق معنوية (P=0.05) بالمقارنة مع نباتات الشاهد 4.39، 4.05، 4.37 و 3.75 ميكروغرام/غرام، على التوالي (الجدول 2).

بعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس لوحظ انخفاض في تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار على محتوى البرولين حيث لم يلاحظ وجود فروق معنوية (P=0.05) في أوراق هجن نباتات الفليفلة Taline F1، Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 4.1، 3.62، 4.32 و 3.59 ميكروغرام/غرام، على التوالي بالمقارنة مع نباتات الشاهد 3.75، 3.12، 3.84 و 3.42 ميكروغرام/غرام، على التوالي (الجدول 2).

مما سبق نستنتج أن تأثير الإعداء بفيروس موزاييك الخيار في محتوى البرولين كان واضحاً بعد 15 يوماً من الإعداء ولكن كان التأثير الأكبر للفيروس بعد 30 يوماً من الإعداء، أما بعد 45 يوماً من الإعداء فقد انخفض تأثير الفيروس بشكل ملحوظ، وأبدت الهجن غير الحريفة مقاومة أكبر للإصابة بالفيروس بالمقارنة مع الهجن الحريفة. وكانت قد أشارت العجوريه (2015) أنه كلما تقدم نبات الفليفلة بالعمر كلما انخفض تأثير الإصابة بفيروس موزاييك 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 موزاييك 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 موزاييك الخيار (Petrova *et al.*, 2012). إن تراكم البرولين هو الزيادة في مستوى البرولين الحر في النسيج ويعزى ذلك الى 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 (*Solanum lycopersicum* cv. Superchief) المصابة بفيروس موزاييك الخيار بعد 0، 1، 2، 4، 6، 8 و 15 يوماً من الإعداء بالفيروس زيادة محتوى البرولين في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد. أفاد (Palfi & Juhasz 1969) بأن تعرض الأنسجة النباتية للإجهاد يؤدي إلى سرعة تمثيل البرولين وتثبط 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 موزاييك 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 (*Capsicum annum* L.) Evgenekon F1، Kumsal F1، 497 F1 المصابة بفيروس موزاييك التبغ (*Tobacco mosaic virus*) بالمقارنة مع نباتات الشاهد في جميع الهجن (Pazarlar *et al.*, 2013). كما توافقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة أجراها Barakat & Torky (2017) على نباتات الترمس (*Lupinus albus*) المعداة بفيروس موزاييك اصفرار الفاصولياء (*Bean yellow mosaic virus*) بعد 1، 2 و 3 أسابيع من الإعداء حيث كان محتوى البرولين أعلى بكثير في النباتات المعداة بالمقارنة مع نباتات الشاهد، حيث بلغ المحتوى النسبي للبرولين في النباتات المعداة 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.

جدول2: تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار في محتوى البرولين (ميكروغرام/غرام) في أوراق هجن الفليفلة في العروة الربيعية.

المعاملات	البرولين ميكروغرام/غرام		
	بعد 15 يوماً من الإعداء	بعد 30 يوماً من الإعداء	بعد 45 يوماً من الإعداء
M1 شاهد	4.55±0.631[b]	4.39±0.363 [b]	3.75±0.223[a]
M2 شاهد	4.56±0.573[b]	4.05±0.229[c]	3.12±0.353[b]
M3 شاهد	4.62±0.788[b]	4.37±0.227[b]	3.84±0.372[a]
M4 شاهد	5.22±0.608[b]	3.75±0.221[c]	3.42±0.222[ab]
M5+CMV	4.94±0.788[b]	5.5±0.111[a]	4.1±0.422[a]
M6+CMV	5.24±0.445[b]	5.21±0.355[a]	3.62±0.221[ab]
M7+CMV	5.98±0.319[a]	5.13±0.213[a]	4.32±0.114[a]
M8+CMV	6.45±0.311[a]	4.7±0.356 [b]	3.59±0.472[ab]

متوسط محتوى البرولين (ميكروغرام/غرام) لأوراق هجن الفليفلة، هجين Taline F1 شاهد (M1)، هجين Amani F1 شاهد (M2)، هجين Harek F1 شاهد (M3)، هجين Marvilo F1 شاهد (M4)، هجين Taline F1 (M5) ، هجين Amani F1 (M6)، هجين Harek F1 (M7)، هجين Marvilo F1 (M8)، *Cucumber mosaic virus* :CMV. تشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE، n=3)، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق بين المتوسطات حيث أن القيم التي يتبعها حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

3ـ تأثير الإصابة بالفيروس في إنتاج بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) على أوراق النباتات في المعاملات المختلفة:

لوحظ بعد 15 يوماً من إعداء نباتات الفليفلة بفيروس موزاييك الخيار (الجدول، 3) زيادة معنوية (P=0.05) في محتوى بيروكسيد الهيدروجين لأوراق هجن الفليفلة TalineF1، Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 179.95، 178.15، 175.39 و184 نانومول/غرام، على التوالي وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد 166.32، 173.7، 166.52 و 172.71 نانومول/غرام، على التوالي.

بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس فقد زاد محتوى بيروكسيد الهيدروجين في جميع أوراق هجن نباتات الفليفلة المعداة بالفيروس Taline F1، Amani F1، Harek F1، و Marvilo F1 198.74، 188.5، 191.59 و196.62 نانومول/غرام، على التوالي بفروق معنوية كبيرة (P=0.05) بالمقارنة مع نباتات الشاهد 169.05، 174.02، 176.35 و 182.59 نانومول/غرام، على التوالي، (الجدول، 3).

أما بعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس لوحظ انخفاض في تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار على محتوى بيروكسيد الهيدروجين حيث زاد محتوى بيروكسيد الهيدروجين بفروق معنوية أقل بالمقارنة مع بعد 15 و30 يوماً من الإعداء بالفيروس (P=0.05) في جميع أوراق هجن نباتات الفليفلة Taline F1، Amani F1، Harek F1 و Marvilo F1 148.33، 131.45، 146.67 و154.89 نانومول/غرام، على التوالي بالمقارنة مع نباتات الشاهد 136.15، 128.23، 140.45 و145.68 نانومول/غرام، على التوالي، (الجدول، 3).

مما سبق نستنتج أن تأثير الإعداء بفيروس موزاييك 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 الفليفلة بالعمر كلما انخفض تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار عليه لأن النبات مع تقدمه بالعمر تزداد درجة مقاومته وتحمله. وكانت الهجن غير الحريفة أكثر مقاومة لإصابة بالفيروس من الهجن الحريفة.

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 موزاييك الخيار وفيروس موزاييك 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 وهذ يفسر ظهور أعراض الاصفرار على النباتات المصابة، كذلك فإن أنزيمات البيروكسيداز إضافة إلى وظيفتها في إزالة الجذور الحرة فإنها تحفز تشكيل بيروكسيد الهيدروجين وهذا يساهم في الإجهاد التأكسدي في التفاعلات الجهازية للفيروسات النباتية، كذلك فإن الاكسدة المرتفعة لأنزيمات البيروكسيداز لهرمون إندول حمض الخل يكون مسؤولاً أيضاً عن انخفاض النمو والتشوهات في النباتات المصابة بالفيروس (Riedle-Bauer, 2000). كما سجل ارتفاعً في محتويات بيروكسيد الهيدروجين في أوراق نبات التبغ *Nicotiana tabacum* cv. Xanthi المصاب بفيروس موزاييك التبغ عند درجات الحرارة العالية (30ْس) كما وحدثت زيادة غير معنوية في بيروكسيد الهيدروجين في أوراق النباتات المصابة بالفيروس عند حرارة 20°س بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Kiraly *et al*., 2008). وأظهرت نتائج دراسة Kiraly وآخرون (2002) زيادة مستوى بيروكسيد الهيدروجين في أوراق نباتات التبغ عند إصابتها بفيروس موزاييك 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 المعداة بفيروس موزاييك التبغ (Doke & Ohashi, 1988). وفي دراسة Xi وآخرون (2007) لمعرفة تأثير الإصابة المشتركة بين فيروس موزاييك الخيار وفيروس النكرزة/التماوت في نبات التبغ *Nicotiana benthamiana* أظهرت بأن الإصابة المشتركة ينجم عنها زيادة أعلى في مستويات الميلونيل ديالديهيد وبيروكسيد الهيدروجين وانخفاض أكبر في نشاط الكاتالاز بالمقارنة مع الإصابة المفردة. كما توافقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة Madhusudhan وآخرون (2009) عن تأثير الإصابة بفيروس موزاييك التبغ وفيروس موزاييك البندورة في التغيرات في الأنزيمات المضادة للأكسدة في نباتات البندورة والفليفلة 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* المعداة بفيروس موزاييك القرنبيط (Love *et al*., 2005). كما وانخفض نشاط الكاتالاز نتيجة إصابة نباتات التبغ بفيروس موزاييك التبغ وهذا أدى بدوره إلى زيادة مستويات بيروكسيد الهيدروجين (Neuenschwander *et al*., 1995).

جدول 3: تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار في محتوى بيروكسيد الهيدروجين (نانومول/غرام) في أوراق هجن الفليفلة.

المعاملات	بيروكسيد الهيدروجين (نانومول/غرام)		
	بعد 15 يوماً من الإعداء	بعد 30 يوماً من الإعداء	بعد 45 يوماً من الإعداء
M1 شاهد	166.32±2[d]	169.05±2.3[f]	136.15±3.78[d]
M2 شاهد	173.7±1.77[c]	174.02±1.87[e]	128.23±2.98[d]
M3 شاهد	166.52±1.23[d]	176.35±1.33[e]	140.45±1.5[c]
M4 شاهد	172.71±2.03[b]	182.59±2.03[d]	145.68±3.02[b]
M5+CMV	179.95±1.56[a]	198.74±1.44[a]	148.33±2.84[b]
M6+CMV	178.15±1.45[b]	188.5±1.45[c]	131.45±1.7[d]
M7+CMV	175.39±1[b]	191.59±1.7[b]	146.67±2.08[b]
M8+CMV	184±2.22[a]	196.62±2.22[a]	154.89±2.48[a]

متوسط محتوى بيروكسيد الهيدروجين (نانومول/غرام) لأوراق هجن الفليفلة، هجين Taline F1 شاهد (M1)، هجين Amani F1 شاهد (M2)، هجين Harek F1 شاهد (M3)، هجين Marvilo F1 شاهد (M4)، هجين Taline F1 (M5) ، هجين Amani F1 (M6)، هجين Harek F1 (M7)، هجين Marvilo F1 (M8)، *Cucumber mosaic virus* :CMV. تشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE، n=3)، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق بين المتوسطات حيث أن القيم التي يتبعها حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

4- تأثير الإصابة بالفيروس في عدد الثمار المتشكلة على النباتات في المعاملات المختلفة:

أدى الإعداء الميكانيكي بفيروس موزاييك الخيار إلى انخفاض عدد الثمار من قرون الفليفلة الخضراء في معاملات التجربة. وأعطت نباتات الشاهد عدد أكبر من الثمار، وأثر الإعداء بالفيروس سلباً في إنتاج النباتات، إذ أدى إلى انخفاض عدد القرون بفروق معنوية كبيرة (P=0.05) في جميع الهجن بعد 30 يوماً من الإعداء، حيث بلغ عدد الثمار في الهجن Taline F1، Amani F1، Harek F1، Marvilo F1 6، 2، 12، 3 ثمرة/نبات، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 12، 6، 17، 6 ثمرة/نبات، على التوالي، أما بعد 15، 45 يوماً من الإعداء بالفيروس كانت الفروق معنوية (P=0.05) فقط في الهجينين الحريفين Taline F1 و Harek F1 حيث بلغ عدد الثمار فيهما بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس 2، 3 ثمرة/نبات، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 5، 6 ثمرة/نبات، على التوالي، وبعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس 13، 20 ثمرة/نبات، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 15، 23 ثمرة/نبات، على التوالي، أما الهجينين غير الحريفين Amani F1 و Marvilo F1 انخفض فيهما عدد الثمار بفروق غير معنوية (P=0.05)، حيث بلغ عدد الثمار فيهما بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس 1، 2 ثمرة/نبات، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 2، 3 ثمرة/نبات، على التوالي، وبعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس 7، 8 ثمرة/نبات، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 9، 10 ثمرة/نبات، على التوالي (الجدول، 4). ويمكن أن يعزى السبب في ذلك أن العدوى المبكرة قد أثرت سلباً في نمو وتطور النبات وانعكس ذلك على عدد الثمار على النبات (Sutice *et al*., 1999). هذه النتائج تتفق مع نتائج دراسة أجراها Sutice وآخرون (1999) بأن فيروس موزاييك الخيار يسبب انخفاضاً بمحصول ثمار الفليفلة بنسبة 60-100%، كما يسبب انخفاضاً معنوياً في نوعيتها خاصة عند الإصابة المبكرة للنبات. وسجل (Booker *et al.,* 2005) انخفاضاً معنوياً في إنتاج قرون اللوبيا في نباتات اللوبيا المصابة بفيروس موزاييك اللوبيا الشديد *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV). ومع نتائج دراسة أجرتها العجوريه وآخرون (2015) على تأثير موعد العدوى بفيروس موزاييك الخيار على صنفين من الفليفلة Estar F1 و Demer (قبل الإزهار، أثناء الإزهار، بعد الإزهار) حيث أثرت الإصابة بالفيروس في عدد ثمار الصنفين وكانت أعلى نسبة تأثير بفروق معنوية في النباتات المعداة

بالفيروس قبل الإزهار حيث انخفضت كمية الإنتاج بنسبة 44,7% في النباتات المعداة قبل الإزهار في الصنف Estar F1 وفي الصنف Demer بنسبة 1،38%.

جدول4: تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار (CMV) على عدد الثمار (ثمرة/نبات) لهجن نباتات الفليفلة في العروة الربيعية.

المعاملات	عدد الثمار ثمرة/نبات		
	بعد 15 يوماً من العدوى	بعد 30 يوماً من العدوى	بعد 45 يوماً من العدوى
M1 شاهد	5±0.88^{a}	12±0.66^{b}	15±0.66^{c}
M2 شاهد	2±0.88^{b}	6±0.88^{c}	9±1.2^{e}
M3 شاهد	6±0.33^{a}	17±0.88^{a}	23±1.2^{a}
M4 شاهد	3±0.57^{b}	6±0.57^{c}	10±1.2^{e}
M5+CMV	2±0.33^{b}	6±0.33^{c}	13±0.33^{d}
M6+CMV	1±0.33^{cb}	2±0.33^{d}	7±1.2^{e}
M7+CMV	3±0.33^{b}	12±0.33^{b}	20±1.15^{b}
M8+CMV	2±0.57^{b}	3±0.33^{d}	8±1.2^{e}

متوسط عدد الثمار (ثمرة/نبات) لأوراق هجن الفليفلة، هجين Taline F1 شاهد (M1)، هجين Amani F1 شاهد (M2)، هجين Harek F1 شاهد (M3)، هجين Marvilo F1 شاهد (M4)، هجين Taline F1 (M5) ، هجين Amani F1 (M6)، هجين Harek F1 (M7)، هجين Marvilo F1 (M8)، CMV: *Cucumber mosaic virus*. تشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE، n=3)، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق بين المتوسطات حيث أن القيم التي يتبعها حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

5ـ تأثير الإصابة بالفيروس في وزن الثمار المتشكلة على النباتات في المعاملات المختلفة:

تؤدي الإصابة بمعظم الفيروسات إلى نقص في حجم النبات المصاب مقارنة مع النبات السليم، مما قد يؤدي إلى إنتاج ثمار صغيرة الحجم (علام وآخرون، 2000) ، الإعداء الميكانيكي بفيروس موزاييك الخيار أدى إلى انخفاض وزن قرون الفليفلة الخضراء في معاملات التجربة. وأعطت نباتات الشاهد وزن اكبر للثمرة الواحدة، وأثرت العدوى بالفيروس سلباً في وزن الثمار للنباتات، إذ أدت إلى انخفاض وزن الثمار بفروق معنوية (P=0.05) في جميع الهجن بعد 15، 30، 45 يوماً من الإعداء، حيث بلغ وزن الثمار بعد 15 يوماً من الإعداء بالفيروس 50.6، 58، 56.7، 61.5 غرام/ثمرة، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 65.5، 70.8، 68.9، 72.5 غرام/ثمرة، على التوالي، أما بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس كانت الفروق المعنوية الأكبر بالمقارنة مع جميع القراءات التي تخص وزن الثمرة حيث كانت على جميع الهجن المصابة 64.5 ، 69.9، 66.8، 66.7 غرام/ثمرة، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 83.7، 90.4، 85.5، 89.9 غرام/ثمرة، على التوالي وبعد 45 يوماً من الإعداء بالفيروس كانت 86، 90.4، 87.7، 94.5 غرام/ثمرة، على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 92.4، 99.5، 95.5، 102 غرام/ثمرة، على التوالي (الجدول، 5). وهذه النتائج تتفق مع نتائج دراسة أجريت على محصول الفليفلة في اسبانيا لدراسة العلاقة بين وقت الإصابة بفيروس موزاييك الخيار والخسائر الناتجة عن الإصابة حيث أن إصابة النباتات بعد 15 يومًا من التشتيل أدت إلى انخفاض وزن الثمار التسويقية بنسبة % 80 ، ووصلت إلى % 30 في حالة العدوى بعد 40 يومًا من التشتيل (Avilla *et al.*, 1997). ومع ما ذكر

علام واخرون(2000) إلى أن الإصابة الفيروسية تؤدي إلى انخفاض حجم الثمار في بعض الحالات إلى نصف الحجم الطبيعي للثمرة.

جدول (5): تأثير الإصابة بفيروس موزاييك الخيار (CMV) في وزن الثمار (غرام/ثمرة) لهجن نباتات الفليفلة في العروة الربيعية.

المعاملات	وزن الثمار غرام/الثمرة		
	بعد 15 يوماً من العدوى	بعد 30 يوماً من العدوى	بعد 45 يوماً من العدوى
M1 شاهد	65.5±1.16^{c}	83.7±1.17^{b}	92.4±1.57^{b}
M2 شاهد	70.8±1.7^{a}	90.4±1.16^{a}	99.5±2.04^{a}
M3 شاهد	68.9±1.03^{b}	85.5±0.92^{b}	95.5±1.8^{b}
M4 شاهد	72.5±0.6^{a}	89.9±0.98^{a}	102±2.02^{a}
M5+CMV	50.6±1.39^{f}	64.5±1.16^{d}	86±1.73^{d}
M6+CMV	58±0.51^{e}	69.9±1.31^{c}	90.4±1.44^{c}
M7+CMV	56.7±0.32^{e}	66.8±1.73^{cd}	87.7±1.44^{d}
M8+CMV	61.5± 0.37^{d}	66.7±1.73^{cd}	94.5±2.04^{bc}

متوسط وزن الثمار (غرام/ثمرة) لأوراق هجن الفليفلة، هجين Taline F1 شاهد (M1)، هجين Amani F1 شاهد (M2)، هجين Harek F1 شاهد (M3)، هجين Marvilo F1 شاهد (M4)، هجين Taline F1 (M5) ، هجين Amani F1 (M6)، هجين Harek F1 (M7)، هجين Marvilo F1 (M8)، *Cucumber mosaic virus* :CMV. تشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE، n=3)، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق بين المتوسطات حيث أن القيم التي يتبعها حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1_ أثرت الإصابة بفيروس موزاييك الخيار على جميع هجن الفليفلة في مواعيد أخذ القراءات (بعد 15، 30، 45 يوماً من الإعداء بالفيروس)، لكن التأثير كان متبايناً تبعاً للتركيب الوراثي للهجن (هجن حريفة وغير الحريفة).

2_ أظهرت الهجن غير الحريفة مقاومة أكبر للإصابة بالفيروس مقارنة مع الهجن الحريفة.

3_ كان تأثير الإعداء بفيروس موزاييك الخيار على المؤشرات المدروسة أشدّ وضوحاً بعد 30 يوماً من الإعداء بالفيروس وتراجع بعد 45 يوماً، مما يدل على انخفاض شدة الإصابة مع تقدم النبات العمر.

التوصيات:

_ التعمق في دراسة تأثير فيروس موزاييك الخيار والفيروسات الأخرى على المؤشرات الفسيولوجية والإنتاجية لأنواع أخرى من النباتات الهامة اقتصادياً.

_ إجراء دراسات على تأثير فيروس موزاييك الخيار على أصناف أخرى من الفليفلة ومقارنتها مع الأصناف المدروسة.

المراجع:

- الحمادي، مصطفى حلمي؛ فجلة، جابر ابراهيم؛ عبد المجيد شقرون، محمد؛ خليل، جبر. المبادئ العامة في مكافحة الفيروسات النباتية والقابلة للتطبيق في البلدان العربية. الكتاب الأمراض الفيروسية للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية، إعداد مكوك، خالد محي الدين؛ فجله، جابر ابراهيم، قمري، صفاء، غسان، 2008: 147–192.
- العجوريه، حلا؛ اسماعيل، عماد؛ سمرة، بديع. تأثير موعد العدوى بفيروس موزاييك الخيار على نباتات الفليفلة في الزراعات الحقلية في محافظة اللاذقية. رسالة ماجستير. قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. 2015: 77 صفحة.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. مديرية الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية، 2019.
- علام ، عصمت خالد؛ سلامة، السيد أحمد؛ عمر، رشدي عبد الباقي. فيروسات النبات، المكتبة الأكاديمية، 2000: 472 صفحة.
- Al-Ajouriya, H., D.I. Imad, S. Badea. 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. 2015. 77 pp. (In Arabic).
- Alam, A.KH., S.A. Salama, and R.A. Omar. Plant viruses, Academic library, 2000:472pp. . (In Arabic).
- El-Hamadi, M.H., G.I. Figla, M.A.M, Shakroun and J. Khalil. General principles for the control of plant viruses applicable to the Arab countries. 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. 2008:147_192 pp. (In Arabic).
- Ministry and Agriculture and Land Reclamation. 2019. Statistics Department, Directorate of Statistics and Planning, Damascus, Syria. (In Arabic).
- Al-Saleh MA, Melouk HA, Mulder P. Reaction of peanut cultivars to *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) under field conditions and their response to mechanical inoculation by TSWV under greenhouse conditions. Peanut Science,2007 34:44-52.
- Avilla, C.; Collar, J.L.; Duque, M.; Fereres, A. Yield of bell pepper (Capsicum annuum) inoculated with CMV and/or PVY at different time intervals, Journal of Plant Diseases and Protection, 1997, 104, 1-8.
- Barakat, A. and Z.A. Torky. 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, 2017, 9: 33-42.
- Barnett, N.M. and A.N. Naylor. Amino acids and protein metabolism in Bermuda grass during water stress. Plant Physiology, 1966, 41: 1222-1230.
- Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Tear. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 1973, 39: 205-207.
- Berber, I. and H. Önlü. The levels of nitrite and nitrate, proline and protein profiles in tomato plants infected with *Pseudomonas syringae*. Pakistan Journal of Botany, 2012 , 44: 1521-1526.
- Booker, H.M., P. Umaharan and C.R. McDavid. Effect of *Cowpea severe mosaic virus* on crop growth characteristics and yield of cowpea. Plant Dis, 2005, 89: 515-520.

- Doke, N. and Y. Ohashi. Involvement of an 02- generating system in the induction of necrotic lesions on tobacco leaves infected with tobacco mosaic virus. Physiological and Molecular Plant Pathology, 1988, 32: 163-175.
- Gholi-Tolouie, S., M. Davari, N. Sokhandan-Bashir and M. Sedghi. Influence of salicylic and jasmonic acids on the antioxidant systems of tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Superchief) plants under biotic stresses. Iranian Journal of Plant Physiology, 2018, 8: 2345-2351
- Kiraly, L., T.Y.M. Hafez, T.J. Fodor and Z. Kiraly. 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, 2008 , 89: 799-808.
- Kiraly, Z., B. Barna, A. Kecskes and J. Fodor. Down-regulation of antioxidative capacity in a transgenic tobacco which fails to develop acquired resistance to necrotization caused by TMV. Free Radicals Research, 2002 , 36: 981–991.
- Love, A.J., B.W. Yun, V. Laval, G.J. Loake and J.J. Milner. 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, 2005,139: 935-948.
- Lutts, S., V. Majerus and J. Kinet. NaCl-induced senescence in leaves of rice (Oryza sativa L.) cultivars different in salinity resistance. Annals of Botany, 1996, 78: 389-398.
- Madhusudhan, K.N., B.M. Srikanta, M.D. Shylaja, H.S. Prakash and H.S. Shetty. Changes in antioxidant enzymes, hydrogen peroxide, salicylic acid and oxidative stress incompatible and incompatible host-tobamovirus interaction. Journal of Plant Interactions, 2009, 4: 157-166.
- Mansour, M.M.F. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biology Plantarum, 2000, 43: 491-500.
- Mazid, M., T.A. Khan and F. Mohammad. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. Biology and Medicine, 2011, 3: 232-249.
- Montalbini, P., R. Buonaurio and N.N. Umesh Kumar. 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, 1995, 143: 295-301.
- Neuenschwander, U., B. Vernooij, L. Friedrich, S. Uknes, H. Kessmann and J. Ryals. Is hydrogen peroxide a second messenger of salicylic acid in systemic acquired resistance? Plant Journal, 1995, 8: 227-233.
- Palfi, G. and J. Juhasz. Relationships among water deficiency, salinity of cold root medium and proline, pipecolic acid and total amino acid content of plants. Zeitschrift fur Pflanzenernaehrungund Bodenkunde, 1969, 124: 36-128.
- Pazarlar, S., M. Gümüş and G. Öztekin. 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, 2013, 41: 427-433.
- Petrova, D., G. CHaneva, E. Stoimenova and V. Kapchina-Toteva. 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, 2012, 35: 182-189.

- Radwan, D.E.M., K.A. Fayez, S.Y. Mahmoud, A. Hamad and G. Lu. 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, 2007, 45:480-489.
- Rayapati, P.J. and C.R. Stewart. Solubilization of protin dehydrogenase from maize (*Zea mays* L.) mitochondria. Plant Physiology, 1991, 95: 787-791.
- Riedle-Bauer, M. Role of reactive oxygen species and antioxidant enzymes in systemic virus infections of plants. Journal of Phytopathology, 2000, 148: 297-302.
- Sercan P, Mustafa G, Golgen BO. The Effects of *Tobacco mosaic virus* Infection on Growth and Physiological Parameters in Some Pepper Varieties (*Capsicum annuum* L.). Notulate Botanicae Horti Agrobotanici, 2013, 41(2):427_433.
- Shahrukh, I., Um. E. Aiman, S. Khan, N. Parveen, M. Fatima and M. Umar Dahot. Certain growthrelated attributes of *bunchy top virus* infected banana under ex-vitro conditions. African Journal of Biotechnology, 2014, 13: 1876-1882.
- Soleimani, P., G. Mosahebi and M.K. Habibi. Identification of some viruses causing mosaic on lettuce and characterization of Lettuce mosaic virus from Tehran Province in Iran. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6: 3029–3035.
- Stewart, G.R. 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, 1983, 492 pp.
- Sutic, D.D; Ford, R.E; Tosic, M.T. Handbook of plant virus diseases. CRC press, 1999, 126_134.
- Zehnder, G.W., J.F. Murphy, E.J. Sikora and J.W. Kloepper. Application of rhizobacteria for induced resistance. European Journal of Plant Pathology, 2001, 107: 39-50.
- Velikova, V., I. Yordanov and A. Edreva. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: Protective role of exogenous polyamines. Plant Science, 2000, 151:59-66.
- Xi, D., H. Feng, L. Lan, J. Du, J. Wang, Z. Zhang, L. Xue, W. Xu and H. Li. Characterization of synergy between *Cucumber mosaic virus* and *Tobacco necrosis virus* in *Nicotiana benthamiana*. Journal of Phytopathology, 2007, 155: 570-573.
- Yamasaki, S. and L.C. Dillenburg. Measurement of leaf relative water content in Araucaria anagustifolia.R Bras. physiol.Veg,1999: 11(2) , 69-75 .