



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
كلية الزراعة - جامعة كربلاء
قسم وقاية النبات

تأثير فايروس موزائيك الخيار (*Cucumber mosaic virus*) على نبات الطماطة
(*Solanum lycopersicom L.*) و مقاومته باستخدام بعض
عوامل المقاومة الإحيائية والتراكيب الوراثية

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الزراعة / جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة
الماجستير علوم في الزراعة / وقاية النبات

من قبل
سندس قحطان جاسم الشمري

بإشراف
أ.د. عقيل نزال العابدي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴾

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ

{سورة المجادلة آية 11}

الإهداء

إلى *** من بلغ الأُغلا بكماله وكشف الدجى بجماله وحسنت جميع خصاله نبينا محمد (صل الله عليه وعلى آل بيته الطيبين الطاهرين)

إلى *** إمام المتقين وأمير المؤمنين علي بن ابي طالب (ع) و اولاده الائمة الميامين من آل محمد (عليهم السلام) و الأمام المهدي المنتظر(عج)

إلى *** من تزهـر بنورهما كربلاء المقدسة الإمام الحسين واخيه ابا الفضل العباس (عليهما افضل الصلاة والسلام)

إلى *** من وضعوا جل ثقتهم بي واناـروا خطواتي وتوفيقي بدعائهم عائلتي سندي ابي وشمعة انارت حياتي امي

إلى *** عيناـي فرحتي وسعادتي دعوت ربي ان يوفقهما رتاج و دانيا

إلى *** الذي رسم الطريق لنجاحي وتميزي ووثق بإنجازي استاذي و مشرفي الدكتور

عقيل نزال العابدي

إلى *** اللذين أحبهم ويسرهم نجاحي زملائي وزميلاتي لا انكر فضلهم وجهدهم لمساعدتي

(محمد سعدون الكرطاني * محمد عبد علي المسعودي * حسين كامل الخفاجي * نبراس حمزة الغانمي * رسل كريم ابو الحب * فرح سعيد الغزي * ضحى عايد المسعودي)



٢٠٢٢
٢٤
سندريلا
٢٤
٢٠٢٢
٢٤
سندريلا
٢٤
٢٠٢٢

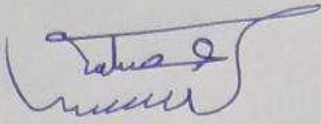
شكر وتقدير

الحمد لله الذي جعل الحمد طريقاً للاعتراف بربوبيته والشكر طلباً للمزيد من رحمته والعلم سبيلاً لدوام خشيته والصلاة والسلام على أبي القاسم محمد و آل بيته الطيبين الطاهرين. بعد أن من الله علي بنعمته في إنجاز رسالتي لأيتم شكر الله تعالى الا بشكر عباده الذين تفضلوا بمساعدتي كي يظهر العمل على سوقه، ولهذا أتقدم وبكل فخرأ واعتزاز وانهي الكلمات الأخيرة من رسالتي: بالشكر الجزيل إلى استاذي الفاضل الدكتور عقيل نزال العابدي المشرف على هذه الرسالة الذي كان له الفضل بعد الله سبحانه وتعالى في انارة طريق البحث لي من خلال توجيهاته وإرشاداته القيمة طيلة فترة البحث والكتابة. كما أتقدم بالشكر إلى اساتذتي في كلية الزراعة - جامعة كربلاء والمتمثل بالسيد العميد الدكتور ثامر كريم خضير والشكر والتقدير إلى رئيس قسم وقاية النبات الدكتور علي عبد الحسين كريم وإلى جميع الأساتذة في القسم فالشكر موصل من القلب لكم اساتذتي الدكتور عدنان عبد الجليل لهوف والدكتور ياسر ناصر حسين والدكتور مشتاق طالب محمد علي و الدكتورة رجاء غازي عبد المحسن الذين كان لهم الفضل في إتمام مسيرتي الدراسية والاسناذ علاء طالب سالم العامري لمساعدتهم لي في انجاز هذه الدراسة. والشكر والعرفان إلى رئيس قسم المحاصيل الحقلية الدكتور عباس علي حسين الذي لم يبخل علي حتى اتممت عملي المختبري ضمن مختبرات القسم واخص بالشكر واقولها شكراً لك استاذي الدكتور علي ناظم فرهود و الدكتور عدي حامد الطويل و الدكتور حميد عبد خشان وطلبة الدراسات في قسم المحاصيل الحقلية (فاطمة مجيد مصراع ،امال طاهر عودة ،يونس منعم جبار، زهراء حميد رويضي ،حنان علي حسين، مريم لوي جواد). ووافر الشكر والاحترام إلى الدكتور كاظم محمد عبد الله الفتلاوي (رئيس قسم البستنة / جامعة كربلاء / كلية الزراعة) والدكتور زيد خليل الشمري و الدكتور محمود ناصر حسين والأستاذ ياسين كمال والأستاذ برير احمد ناصر. كما أتقدم بجزيل الشكر والاحترام إلى زملائي طلبة الدراسات العليا واخص بالذكر زميلي ورفيق بحثي محمد سعدون محمد لوقوفه بجانبني بكل امانة وثقة.

شكر وتقدير
د. ياسين كمال

إقرار المشرف

أشهد إن هذه الرسالة الموسومة (تأثير فايروس موزانيك الخيار (*Cucumber mosaic virus*) على نبات الطماطة (*Solanum lycopersicom L.*) ومقاومته باستخدام بعض عوامل المقاومة الإحيائية والتراكيب الوراثية) جرت تحت إشرافي في قسم وقاية النبات/ كلية الزراعة / جامعة كربلاء/ وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الزراعة- وقاية النبات



التوقيع:

اسم المشرف العلمي: د. عقيل نزال العابدي

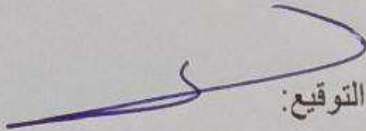
المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: كلية الزراعة- جامعة كربلاء

التاريخ: 2023 / 11 / 5

توصية رئيس قسم وقاية النبات و رئيس لجنة الدراسات العليا

بناءً على التوصية المقدمة من قبل الأستاذ المشرف أشرح هذه الرسالة للمناقشة العلمية



التوقيع:

الاسم: د. علي عبد الحسين كريم

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: كلية الزراعة- جامعة كربلاء

التاريخ: 2023 / 11 / 5

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة اطلعنا على الرسالة الموسومة (تأثير فايروس موزانيك الخيار (Cucumber mosaic virus) على نبات الطماطة (*Solanum lycopersicom L.*) ومقاومته باستخدام بعض عوامل المقاومة الاحيائية والتراكيب الوراثية)، وناقشنا الطالبة في محتواها ووجدنا انها جديرة بالقبول لنيل شهادة الماجستير / علوم في الزراعة - وقاية النبات.

رئيساً

الاسم : أ.د. رجا غازي عبد المحسن

المرتبة العلمية : استاذ

العنوان: كلية الزراعة - جامعة كربلاء

التاريخ: 2023 / 11 / 15

عضواً

الاسم: د. كوثر فاضل علوان

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان : الكلية التقنية المسيب-
جامعة الفرات الاوسط التقنية

عضواً

الاسم : د. كاظم محمد عبد الله

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: كلية الزراعة - جامعة كربلاء

عضواً ومشرفاً

الاسم : د. عقيل نزال العابدي

المرتبة العلمية : استاذ

العنوان : كلية الزراعة - جامعة كربلاء

التاريخ: 2023 / 11 / 15

صدقت الرسالة في مجلس كلية الزراعة - جامعة كربلاء

عضواً

أ.د. ثامر كريم خضير

العميد وكالة

جامعة كربلاء - كلية الزراعة

التاريخ: 2023 / 11 / 15

الخلاصة

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار استجابة بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة (*Solanum lycopersicum*) ضد فايروس موزائيك الخيار (*Cucumber mosaic virus*، CMV) و معرفة تأثير الإصابة بالفايروس على محتوى ثمار الطماطة من بعض العناصر المعدنية (الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والفسفور والحديد والرصاص) والهرمونات النباتية (الجبرلين و الساييتوكاينين) و فيتامين C و الكربوهيدرات و الانزيمات (البيروكسيداز و الكاتيليز) و الحامض الاميني البرولين و الفينولات الكلية و بعض مؤشرات النمو الخضري و الجذري و الزهري و حاصل النبات الواحد. كما هدفت هذه الدراسة الى مقاومة الفايروس باستعمال بعض المبيدات الاحيائية (Verox و TriBio5 و Trichozon) بمعاملة النباتات قبل و اثناء و بعد الإصابة بالفايروس لملاحظة تأثير ذلك على شدة الإصابة و محتوى النبات من بعض العناصر المعدنية و الهرمونات النباتية و الانزيمات و الكربوهيدرات و فيتامين C و الحامض الاميني البرولين. نفذت جميع تجارب هذا البحث في مختبر الفايروسات النباتية و مختبر التقانات الاحيائية و البيوت البلاستيكية التابعة لكلية الزراعة/ جامعة كربلاء خلال الموسم الزراعي 2022-2023.

أظهرت نتائج اختبار استجابة التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة (Heba و Bayan و Madina و Mercur و Oscar و Emmylou و Basmah و Plato و Zenga و Joleene) بأن جميع التراكيب الوراثية كانت حساسة للإصابة و بدرجات مختلفة، اذ وجد من بين تلك التراكيب ان التركيبان الوراثيان Heba و Bayan هما الأكثر حساسية تجاه الإصابة بفايروس (CMV) و بمعدلات شدة اصابة بلغت 88.88% و 100%، على التوالي، بينما كانت التراكيب الوراثية Madina و Joleene و Zenga اقلها حساسية للإصابة و بشدة اصابة بلغت 31.11% و 44.44% و 46.66%، على التوالي.

كما أثبتت النتائج إن للإصابة الفيروسية تأثيراً واضحاً في خفض مستوى العناصر المعدنية من الكالسيوم اذ بلغ 35.29 ملي مول. لتر⁻¹ و الفسفور بلغ 3.14 ملي مول. لتر⁻¹ والحديد بلغ 0.022 ملي مول. لتر⁻¹ و الرصاص بلغ 0.019 ملي مول. لتر⁻¹ في التراكيب الوراثية المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و كانت التراكيب الوراثية المصابة هي الأكثر تأثراً و اختلافاً و بفارق معنوي عن مستوياتها الطبيعية في النباتات غير المصابة.

لوحظ أيضاً إن للإصابة الفيروسية تأثيراً معنوياً في خفض مستوى هرمون الجبرلين (53.53 مايكروغرام/ مل⁻¹) و الكربوهيدرات (27.03%) و فيتامين C (6.62 ملغم. غم⁻¹)

وزن طري) و بفارق معنوي عن محتواها في النباتات غير المصابة و التي بلغت 55.30 مايكروغرام/ مل⁻¹ و 44.93% و 15.41 ملغم. غم⁻¹ وزن طري، على التوالي. بينت النتائج ايضاً ارتفاع مستوى عنصر الصوديوم (0.38 جزء بالمليون) و البوتاسيوم (79.93 جزء بالمليون) و انزيمي البيروكسيداز (11.53 وحدة. مل⁻¹) و الكاتيليز (1.47 وحدة. مل⁻¹) و الحامض الاميني البرولين (62.4 مايكروغرام/ مل⁻¹) و هرمون السايوتوكاينين (87.56 مايكروغرام/ مل⁻¹ و الفينولات (0.45 ملغم / غم⁻¹ وزن جاف) في التراكيب الوراثية المصابة بالفايروس و بفارق معنوي عن مستوياتها الطبيعية في النباتات غير المصابة التي بلغت معدلاتها 0.22 جزء بالمليون و 45.57 جزء بالمليون و 4.49 وحدة. مل⁻¹ و 0.36 وحدة. مل⁻¹ و 28.6 مايكروغرام / مل⁻¹ و 31.32 مايكروغرام/ مل⁻¹ و 0.42 ملغم/ غم⁻¹ وزن جاف، على التوالي.

بالنسبة الى مقاومة الفايروس، فقد استعملت بعض المبيدات الاحيائية (TriBio5 و Verox) لمعاملة نباتات الطماطة صنف Joleene الحساسة لفايروس موزائيك الخيار (CMV) قبل و اثناء و بعد الاصابة بالفايروس لمعرفة تأثير تلك المعاملات على شدة الاصابة و محتويات النبات من بعض العناصر المعدنية (الصوديوم و الكالسيوم و البوتاسيوم و الفسفور والحديد و الرصاص) و الهرمونات النباتية (الجبرلين و السايوتوكاينين) و فيتامين C و الكربوهيدرات و الانزيمات (البيروكسيداز و الكاتيليز) و الحامض الاميني البرولين و الفينولات الكلية و بعض مؤشرات النمو الزهري و الانتاجية و الوزن الجاف لنباتات الطماطة المعاملة.

بينت النتائج بان المبيد Verox كان الأكثر تأثيراً في خفض شدة الاصابة عند معاملة النباتات قبل الاصابة بالفايروس. كما اعطت النباتات المعاملة بالمبيد TriBio5 قبل الاصابة اعلى المعدلات في مستويات العناصر المعدنية الكالسيوم و الحديد و الرصاص و بفارق معنوي عن مستوياتها في النباتات المصابة بالفايروس (معاملة المقارنة)، بينما لوحظ ارتفاع مستويات عنصر الصوديوم و البوتاسيوم في النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox بعد الاصابة لتصل الى 77.07 و 87.08 جزء بالمليون، على التوالي. بينت النتائج ايضاً ان معاملة نباتات الطماطة بالمبيد الاحيائي Verox قبل الإصابة بالفايروس اعطى أعلى المعدلات في محتوى النباتات من هرمون الجبرلين (27.84 مايكروغرام/ مل⁻¹) و بفارق معنوي عن محتوى النباتات المعاملة اثناء و بعد الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV). اما بالنسبة لهرمون السايوتوكاينين فكانت معاملة النباتات بعد الإصابة بالفايروس هي الأعلى

(27.52 مايكروغرام/ مل⁻¹) قياساً بمواعيد المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس التي بلغت معدلاتها 23.84 و 25.52 مايكروغرام/ مل⁻¹، على التوالي. اما بالنسبة لإنزيمي البيروكسيديز و الكاتليز، فقد كان اعلى مستوى لهما في النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 بعد الاصابة بالفايروس و بمعدلات بلغت 13.69 وحدة. مل⁻¹ و 13.69 وحدة. مل⁻¹، على التوالي قياساً بمستوياتها في النباتات المعاملة قبل الاصابة و التي بلغت 14.64 وحدة. مل⁻¹ و 1.01 وحدة. مل⁻¹، على التوالي. اوضحت النتائج ايضاً ان اعلى مستوى لفيتامين C و الكربوهيدرات تحقق في النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox قبل الاصابة و بمعدلات بلغت 17.28 ملغم. 100 غم⁻¹ وزن طري و 61.07%، على التوالي و بفارق معنوي عن النباتات المصابة اثناء و بعد الاصابة لكل من الفيتامين (14.25 ملغم. 100 غم⁻¹ وزن طري و 12.02 ملغم. 100 غم⁻¹ وزن طري، على التوالي) و الكربوهيدرات (48.23% و 42.37%، على التوالي).

كما اعطت النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon قبل الإصابة بالفايروس أعلى عدداً للنورات الزهرية و الزهيرات (37.33 نورة زهرية/ نبات⁻¹ و 82.67 زهرة/ نورة⁻¹، على التوالي) و اختلفت معنوياً عن المعدلات التي اعطتها النباتات المعاملة بنفس المبيد اثناء الاصابة بالفايروس (CMV) و التي بلغت 28.33 نورة زهرية نبات⁻¹ للنورات الزهرية و 65.33 زهرة نورة⁻¹ لعدد الزهيرات. اثبتت النتائج ايضاً ان أعلى حاصل للنبات و اعلى وزن جاف للمجموعين الخضري و الجذري كان في النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox قبل الإصابة بالفايروس بمعدلات بلغت 867 و 67.10 غم/ نبات و اختلافه معنوياً عن معدلات حاصل النباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة بالفايروس و التي بلغت 426 و 233 غم نبات⁻¹، على التوالي لحاصل النبات و 41.07 و 34.06 غم / نبات للوزن الجاف، على التوالي.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	العنوان	التسلسل
3-1	المقدمة Introduction	1
4	مراجعة المصادر Literature review	2
4	أهمية محصول الطماطة	1-2
5-4	فايروس موزائيك الخيار (CMV)	2-2
6-5	الشكل المظهري والتنظيم الجيني لفايروس موزائيك الخيار (CMV)	3-2
7-6	التوزيع الجغرافي لمرض موزائيك الخيار (CMV)	4-2
8	سلالات فايروس موزائيك الخيار (CMV)	5-2
9-8	نقل فايروس موزائيك الخيار (CMV)	6-2
11-9	الأعراض المرضية المتسببة عن فايروس موزائيك الخيار (CMV)	7-2
14-11	تأثير الإصابة الفايروسية على محتوى النبات من العناصر المعدنية	8-2
16-15	تأثير الإصابة الفايروسية في محتوى النبات من بعض الهرمونات النباتية	9-2
16	تأثير الإصابة الفايروسية على محتوى النبات من انزيمات الاكسدة و الفينولات	10-2
17	الاهمية الاقتصادية لمرض فايروس موزائيك الخيار (CMV)	11-2
18	الطرائق المستعملة في تشخيص فايروسات النبات والكشف عنها	12-2
19-18	اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)	13-2
21-19	ادارة المرض و الطرائق المستعملة في تقليل الخسائر الناتجة عن الاصابات الفيروسية	14-2
22-21	استعمال بعض العوامل الاحيائية في مقاومة فايروسات النبات	15-2
23	المواد و طرائق العمل	3
24-23	الأجهزة و الأدوات و المواد المستعملة هذه الدراسة	1-1-3
27-24	المواد الاحيائية والكيميائية المستعملة في هذه الدراسة	2-1-3
28	العزل و التشخيص لفايروس موزائيك الخيار (CMV)	2-3
28	مصدر عزلة الفايروس	1-2-3
29	التلقيح الميكانيكي (Mechanical inoculation)	2-2-3
30	التشخيص الجزيئي لفايروس موزائيك الخيار (CMV) باستعمال تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) و تحديد تسلسل القواعد	3-2-3

المحتويات Contents

	النيتروجينية لنواتج الحامض النووي المضاعف	
31-30	استخلاص الحامض النووي (RNA) الكلي من النبات	1-3-2-3
32	بناء الحامض النووي منقوص الاوكسجين المتمم (cDNA synthesis)	2-3-2-3
32	استعمال تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR amplification) في مضاعفة الغلاف البروتيني (Coat protein) لفايروس موزائيك الخيار (CMV)	4-2-3
34-33	الترحيل الكهربائي باستعمال هلام الاكاروز وتحليل تسلسل القواعد النيتروجينية لنواتج الحامض النووي (PCR product)	5-2-3
34	اختبار استجابة بعض التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة لفايروس موزائيك الخيار (CMV)	6-2-3
36-34	تهيئة النباتات و احداث الاصابة	1-6-2-3
38-37	الكشف عن وجود الفايروسات PVV و PVA و PVY و PVS و PVX في نباتات الطماطة المصابة بفايروس (CMV)	2-6-2-3
38	تأثير الفايروس على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم والبوتاسيوم و الفسفور و الحديد الرصاص	7-2-3
39-38	هضم العينات النباتية	1-7-2-3
39	تقدير الكالسيوم	1-1-7-2-3
38	تقدير الصوديوم	2-1-7-2-3
39	تقدير البوتاسيوم	3-1-7-2-3
39	تقدير الفسفور	4-1-7-2-3
40	تقدير الحديد	5-1-7-2-3
41	تقدير الرصاص	6-1-7-2-3
43-42	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على الفينولات الكلية في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة	3-2-7-2
42	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض الهرمونات في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة	3-7-2-3
43	هرمون الجبريلين (Gibberellin)	1-3-7-2-3
44	هرمون السايتوكاينين (Cytokinin)	2-3-7-2-3

المحتويات Contents

46-44	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على تركيز فيتامين C (Ascorbic acid) (ملغم. 100 غم ¹ وزن طري) في ثمار التراكيب لنبات الطماطة	4-7-2-3
48-46	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على الحامض الاميني البرولين (مايكرومول. غرام ¹) في ثمار التراكيب لنبات الطماطة	5-7-2-3
48	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض الانزيمات في ثمار التراكيب لنبات الطماطة	6-7-2-3
48	انزيم البيروكسيداز (POD)	1-6-7-2-3
51-50	إنزيم الكاتليز (CAT)	2-6-7-2-3
52-51	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على النسبة المئوية للكربوهيدرات الذائبة في الثمار	7-7-2-3
52	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض مؤشرات النمو الزهري و الحاصل للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة	8-7-2-3
52	عدد النورات الزهرية نورة زهرية. نبات ¹	1-8-7-2-3
52	عدد الازهار نورة زهرية. نبات ¹	2-8-7-2-3
52	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض صفات الحاصل و مكوناته والوزن الجاف للتراكيب الوراثية لنباتات الطماطة	9-7-2-3
52	حاصل النبات الواحد (غم. نبات ¹)	1-9-7-2-3
53	الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم. نبات ¹)	2-9-7-2-3
54-53	تهيئة النباتات المعاملة بالمواد الاحيائية المستعملة لمقاومة فايروس موزائيك الخيار	1-9-2-3
54	تقدير محتوى النبات من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد الرصاص	2-9-2-3
54	هضم العينات النباتية	1-2-9-2-3
54	تقدير الكالسيوم	2-2-9-2-3
54	تقدير الصوديوم	3-2-9-2-3
54	تقدير البوتاسيوم	4-2-9-2-3
54	تقدير الفسفور	5-2-9-2-3
54	تقدير الحديد	6-2-9-2-3

المحتويات Contents

54	تقدير الرصاص	7-2-9-2-3
55	تحليل الفينولات	3-9-2-3
55	تحليل محتوى النبات من الهرمونات النباتية الجبرلين و السايبتوكاينين	4-9-2-3
55	تحليل الفيتامينات النباتية	5-9-2-3
55	تحليل الحامض الاميني البرولين	6-9-2-3
55	تحليل محتوى النبات من الانزيمات النباتية البيروكسيداز و الكاتيليز	7-9-2-3
55	تحليل محتوى النبات من الكربوهيدرات النباتية	8-9-2-3
55	حساب عدد النورات الزهرية/ نبات	9-9-2-3
55	حساب عدد الزهيرات/ نورة زهرية	10-9-2-3
55	حاصل النبات الواحد (غم/ نبات)	11-9-2-3
55	الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم/ نبات)	12-9-2-3
56	التحليل الإحصائي	10-2-3
57	النتائج والمناقشة Results and discussion	4
59-57	التشخيص الجزيئي لفايروس موزائيك الخيار (CMV)	1-4
59	اختبار استجابة بعض التراكيب الوراثية لنباتات الطمطة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV)	2-4
62-59	شدة الإصابة	1-2-4
63-62	الكشف عن وجود الفايروسات PVY و PVA و PVV و PVX و PVS في نباتات الطمطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	3-4
63	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار الطمطة من العناصر المعدنية: الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد و الرصاص	4-4
64-63	الكالسيوم	1-4-4
66-64	الصوديوم	2-4-4
67-66	البوتاسيوم	3-4-4
69-67	الفسفور	4-4-4

70-69	الحديد	5-4-4
74-71	الرصاص	6-4-4
76-74	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على الفينولات الكلية في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة	5-4
77	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار الطماطة من الهرمونات النباتية	6-4
78-77	الجبريلين (Gibberellin)	1-6-4
81-79	السايتوكاينين (Cytokinin)	2-6-4
83-81	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على فيتامين C (Ascorbic acid) في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة	7-4
84-83	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على الحامض الأميني البرولين في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة	8-4
85	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض الانزيمات في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة	9-4
86-85	انزيم البيروكسيداز (Peroxidase)	1-9-4
88-86	انزيم الكاتلاز (Catalase)	2-9-4
90-89	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار الطماطة من الكربوهيدرات	10-4
93	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض مؤشرات النمو الزهري و حاصل التراكيب الوراثية و الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الطماطة	11-4
91-90	عدد النورات الزهرية في النبات نورة ¹ .	1-11-4
93-92	عدد الازهار في النورة زهرة ¹ .	2-11-4
97-94	حاصل النبات الواحد غم ¹ .	3-11-4
98-97	الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري غم ¹ .	4-11-4
100-99	تقيم كفاءة بعض المبيدات الاحيائية في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV)	1-12-4
100	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى النبات المصاب من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد و الرصاص	2-12-4
102-100	الكالسيوم	1-2-12-4
103-102	الصوديوم	2-2-12-4

104-103	البوتاسيوم	3-2-12-4
105-104	الفسفور	4-2-12-4
106-105	الحديد	5-2-12-4
107-106	الرصاص	6-2-12-4
109-108	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى النبات المصاب من الفينولات الكلية	3-12-4
111	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى النبات المصاب من الهرمونات الجبريلين (G.A) والسايونوكاينين (C.K)	4-12-4
112-111	الجبريلين (Gibberellin)	1-4-12-4
113-112	السايونوكاينين (Cytokinin)	2-4-12-4
115-114	تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من فيتامين C (Ascorbic acid)	5-12-5
117-116	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى النبات المصاب من الحامض الاميني البرولين (Proline)	6-12-4
116	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى النبات المصاب من الانزيمات البيروكسيديز و الكاتليز	7-12-4
118-117	البيروكسيديز	1-7-12-4
119-118	الكاتليز	2-7-12-4
121-120	تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النبات المصاب بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الكربوهيدرات (Carbohydrate)	8-12-4
121	تأثير المعاملات الاحيائية على عدد النورات الزهرية و عدد الزهيرات في النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار	9-12-4
122-121	عدد النورات الزهرية نورة زهرية. نبات ¹	1-9-12-4
123-122	عدد الازهار في النورة الزهرية زهرة. نورة ¹	2-9-12-4
123	تأثير المعاملات الاحيائية على النباتات المصابة بفايروس على حاصل النبات الواحد والوزن الجاف موزائيك الخيار للمجموعتين الخضري و الجذري (CMV)	10-12-4
124-123	حاصل النبات الواحد غم. نبات ¹	1-10-12-4
126-125	الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم/ نبات)	2-10-12-4

127	الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendation	5
127	الاستنتاجات Conclusions	1-5
128	التوصيات Conclusions	2-5
129	المصادر	6
131-129	المصادر العربية Arabic references	1-6
153-132	المصادر الاجنبية Foreign references	2-6

قائمة الجداول

الصفحة	الموضوع	رقم الجدول
23	الأجهزة و الأدوات المستعملة في الدراسة	1
24	المواد الاحيائية المستعملة في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV)	2
24	المواد المستعملة في استخلاص الحامض النووي (RNA) و بناء الحامض النووي منقوص الاوكسجين المتمم (cDNA) و تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) و الترحيل الكهربائي لنتاج الحامض النووي	3
25	مكونات المحلول الدارئ الفوسفاتي (Sörenson phosphate buffer solution (0.07M) المستخدم في التلقيح النبات ميكانيكيا بالفايروس	4
25	المواد الكيميائية المستعملة في الدراسة	5
26	المواد الكيميائية المستعملة في التحاليل الكيميائية	6
35	التراكيب الوراثية لنبات الطماطة المختبرة في هذه الدراسة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV)	7
53	المبيدات الاحيائية المستعملة في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV)	8
64	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الكالسيوم	9
66	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الصوديوم	10
67	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر البوتاسيوم	11

المحتويات Contents

69	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الفسفور	12
71	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الحديد	13
72	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الرصاص	14
75	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من الفينولات	15
78	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من هرمون الجبريلين	16
79	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من هرمون السايونوكاينين	17
82	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من فيتامين C	18
84	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من الحامض الاميني البرولين	19
86	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من انزيم البيروكسيديز	20
87	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من انزيم الكاتليز	21
90	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من الكربوهيدرات	22
93	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) في عدد النورات الزهرية للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة	23
94	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) في عدد الازهار للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة	24
96	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على حاصل التراكيب الوراثية لنبات الطماطة	25
98	تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنباتات التراكيب الوراثية لنبات الطماطة	26
100	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على شدة الاصابة في نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	27

المحتويات Contents

102	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الكالسيوم	28
103	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الصوديوم	29
104	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر البوتاسيوم	30
105	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الفسفور	31
106	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الحديد	32
107	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الرصاص	33
109	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الفينولات	34
112	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من هرمون الجبرلين	35
113	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من هرمون السايٹوكاينين	36
115	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من فيتامين C	37
117	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الحامض الاميني البرولين	38
118	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من انزيم البيروكسيديز	39
119	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الكاتليز	40
121	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على محتوى الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الكربوهيدرات	41
122	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على عدد النورات الزهرية في نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	42

المحتويات Contents

123	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على عدد الازهار في النورة الزهرية لنباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	43
124	تأثير بعض المبيدات الاحيائية على حاصل النبات الواحد لنباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	44
126	تأثير بعض المبيدات والاحيائية على الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	45

قائمة الاشكال

الصفحة	الموضوع	رقم الشكل
5	جسيمات فايروس موزائيك الخيار (CMV) تحت المجهر الالكتروني	1
6	مخطط يوضح ترتيب الجينات الاربعة (a1 و a2 و MP و CP) لفايروس موزائيك الخيار (CMV)	2
7	خارطة الانتشار الجغرافي لفايروس موزائيك الخيار (CMV) و المشار لها بالدوائر الحمراء	3
10	الاعراض المرضية الناتجة عن الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) على نبات الطماطة	4
11	مقطع تشريحي عرضي لورقة نبات اليقطين (<i>Cucurbita pepo</i>) غير مصابة (A) و اخرى مصابة (B) بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	5
29	نباتات الطماطة غير المصابة و المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	6
35	بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة النامية في البيت البلاستيكي و الملقحة ميكانيكيا بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	7
38	خطوات استعمال العدة المجهزة للكشف عن الفايروسات PVY و PVA و PVV و PVX و PVS في عينة نباتية مأخوذة من نبات مصاب بفايروس (CMV) المشخصة سابقا بواسطة تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية لنواتج الحامض النووي المضاعفة بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR-amplified products)	8
40	المنحنى القياسي لعنصر الفسفور	9
41	المنحنى القياسي لعنصر الحديد	10
42	المنحنى القياسي لعنصر الرصاص	11
43	المنحنى القياسي للفينولات الكلية	12
46	المنحنى القياسي لفيتامين C	13
48	المنحنى القياسي للحامض الاميني البرولين	14
52	المنحنى القياسي للكربوهيدرات	15
57	ناتج الحامض النووي (~650bp-PCR product) المضاعف	16

	باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)	
58	التشابه والاختلاف في تسلسلات القواعد النيتروجينية	17
58	شجرة التحليل الوراثي	18
60	النسبة المئوية لشدة الإصابة في التراكيب الوراثية لنبات الطماطة المختبرة في هذه الدراسة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV)	19
61	الاعراض المرضية الناتجة عن الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) في التركيبين الوراثيين Basmah و Bayan لنبات الطماطة المختبرة في هذه الدراسة	20
62	نواتج الحوامض النووية (PCR products) المضاعفة من فايروس موزائيك الخيار (CMV)	21
63	الشرائح المستعملة في الكشف عن الفايروسات PVS و PVX و PVV و PVA و PVY في عينات ورقية مأخوذة من نباتات طماطة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	22
70	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض عنصري الكالسيوم والفسفور وارتفاع عنصري الصوديوم والبوتاسيوم في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	23
74	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض عنصري الحديد والرصاص في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	24
78	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لارتفاع الفينولات وانخفاض الجبريلين في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	25
85	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض الفيتامين وارتفاع السايكوكالين والحمض الأميني البرولين في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	26
88	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لارتفاع البيروكسيد والكاتليز في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	27
91	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض الكربوهيدرات في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	28
95	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض عدد النورات الزهرية وعدد الازهار في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	29
99	العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض حاصل النبات الواحد والوزن الجاف للمجموع الخضري والجزري في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)	30

1 - المقدمة Introduction

يعد محصول الطماطة (*Solanum lycopersicom* L.) المنتمي الى العائلة الباذنجانية (*Solanaceae*) واحداً من محاصيل الخضر المهمة الذي يحتل المرتبة الثانية عالمياً بعد البطاطا (Ajlani و آخرون، 2007 و FAOSTAT، 2015). لثمار نبات الطماطة قيمة غذائية عالية فهي تحتوي على بعض المعادن المهمة للجسم مثل الكالسيوم و الحديد و الفسفور وجاءت اهميتها كونها تحتوي بعض الفيتامينات مثل A و C و كذلك الالياف الغذائية و البروتين و حامض الستريك و السكريات كما انها تستهلك طازجة، وكذلك تدخل في الكثير من الصناعات الغذائية (Ali و آخرون، 2020، Liu و آخرون، 2022). كما انها غنية بالكاروتينات و خاصه اللايكوبين الذي يعد واحداً من اقوى مضادات الاكسدة الطبيعية التي لها دور مهم في منع نمو الخلايا السرطانية مثل سرطان الرئة و سرطان البروستات، فضلاً عن دورها في تأخير شيخوخة خلايا الجسم و حماية القلب من بعض الامراض (Campestrini و آخرون، 2019 و Katirci و آخرون، 2020 و Botella و آخرون، 2021). لاهمية محصول الطماطة وانتشار زراعته في مختلف مناطق العراق الا ان هنالك مناطق معينة تميزت في زراعته منها البصرة و ذي قار و النجف و كربلاء و ديالى و صلاح الدين و نينوى و كركوك (السامرائي، CSO، 1998، 2022).

وفقاً لتقرير منظمة الاغذية و الزراعة، فان انتاجية الطماطة بلغت 186.9 مليون طن في عام 2020 على مستوى العالم و بمساحة مزروعة 20.2 مليون دونم ، و تساهم البلدان النامية في اسيا بأكثر من ثلث الانتاج الاجمالي (FAO، 2022). اما في العراق، فوصلت المساحة المزروعة بمحصول الطماطة لسنة 2020 بلغت الانتاجية حوالي 754.8 ألف طن بمساحة بلغت حوالي 128 الف دونم بزيادة قدرت نسبتها 21.8 % عن الانتاج لسنة (2019) التي قدرت الانتاجية فيها 619.5 ألف طن (CSO، 2022).

تمثل الامراض الفايروسية تهديداً خطيراً لإنتاج الطماطة في جميع مناطق زراعة الطماطة، حيث هنالك العديد من الامراض التي تصيب محصول الطماطة و منها المتسببة عن فايروسات النبات مثل تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) و *Tomato brown ringose fruit* و *Tomato spotted wilt virus* (ToBRFV) و *Tomato mosaic virus* (TSWV) و *Potato virus X* (PVX) و *Potato virus Y* (PVY) و *Tobacco mosaic virus*

(TMV) و *Tobacco etch virus* (TEV) التي تعد من الفايروسات المنتشرة عالمياً و تسبب أعراضاً مرضية مختلفة و فايروس موزائيك الخيار (*Cucumber mosaic virus*، CMV) الذي يعد واحداً من الاسباب التي تساهم بانخفاض المحصول كماً و نوعاً و ربما تؤدي الإصابة الشديدة الى فشل النبات في النمو و الانتاج و خصوصاً في حالات الاصابات المبكر من عمر النبات (Veselova و آخرون، 2022 و Deloko و آخرون، 2022 و Abdelkhalek و آخرون، 2022). يصيب فايروس موزائيك الخيار (CMV) اكثر من 1287 نوعاً نباتياً تعود لـ 518 جنساً تابعة لـ 100 عائلة نباتية (Mrkvová و آخرون، 2022). تظهر اعراض الإصابة على اوراق النبات بشكل موزائيك اصفر و اوراق مشوهة و ضعف في نمو النبات مع اختلاف الاعراض في الانواع بالاعتماد على الظروف البيئية و سلالة الفايروس و حساسية النبات (Chitara و آخرون، 2022 و Elvira González، 2020).

تكمن خطورة الفايروس (CMV) في تعدد اساليب نقله، إذ ينتقل بسهولة من النبات المصاب الى السليم ميكانيكياً (Mechanical transmission) (Verma و آخرون، 2006 و Warner و آخرون، 2022). كما ينتقل بطريقة غير باقية (Non-persistent virus transmission) بواسطة حشرات المن، و يعد من الخوخ الأخضر (*Myzus persicae*) و من القطن (*Aphis gossypii*) من اكفا الانواع في نقل هذا الفايروس (Garcia، 2020 و Tungadi و آخرون، 2021).

هناك العديد من الطرائق التي يتم من خلالها تشخيص الفايروسات النباتية و منها تفاعل البلمرة المتسلسل (Polymerase chain reaction، PCR) و الفحص بالمجهر الإلكتروني (Electronic Microscope) و الاختبارات البيولوجية (تعتمد على الخصائص المورفولوجية و الحيوية) و الاختبارات المصلية (Serological tests) و تحليل الحمض النووي للفايروس و غيرها (Matthews، 2019 و Ghosh و آخرون، 2022). تعد تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR، Polymerase chain reaction) التي تحتل مساحة واسعة في المختبرات العلمية التي تتعامل مع دراسة الحامض النووي (DNA و RNA) و ذلك لأهميتها في مضاعفة الحامض النووي (DNA) من تراكيز قليلة جداً و لمنطقة محددة من جينوم الكائن الحي الى الملايين من النسخ التي يحمل كل منها مواصفات النسخة الأصلية نفسها التي بدأ بها التضاعف (AL-Abedy و آخرون، 2009). نظراً للانتشار الواسع للفايروس تم إستعمال العديد من الطرائق لتقليل تأثيره

و منها إستعمال التراكيب الوراثية المختلفة و كذلك معاملة النباتات بالمبيدات الإحيائية لزيادة قابلية النبات على مقاومة تأثير الاصابة (جبار، 2022 و المسعودي ، 2022 و كريم، 2023 و طعمة، 2023). استغلت الطرائق الزراعية و الكيميائية والفيزيائية لمكافحة حشرة الذبابة البيضاء الناقلة لفايروس (CMV) لتقليل من انتشار الفايروس (Shah و آخرون، 2020 و Saeedi و Ziaee، 2020).

بناءً على ما تقدم، فقد هدفت هذه الدراسة إلى مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV) بإستعمال بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة و المبيدات الإحيائية التي لها دور في تحفيز المقاومة الجهازية (ISR، Induced Systemic Resistance). كما هدفت الى معرفة تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى نبات الطماطة من العناصر المعدنية الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والفسفور و الحديد والرصاص و بعض الهرمونات النباتية الجبريلين (Gibberellin) والساييتوكاينين (Cytokinine) و الانزيمات مثل البيروكسيديز (Peroxidase) والكاتليز (Catalase) والفيتامينات والمركبات الكيميائية الفينولات.

2- مراجعة المصادر Literature Review

1-2 اهمية محصول الطماطة

محصول الطماطة (*Solanum lycopersicom* L.) العائد للعائلة الباذنجانية (*Solanaceae*) من محاصيل الخضر المهمة، حيث يمثل المرتبة الثانية عالمياً لاهميته الغذائية والطبية (Bai و Lindhout، 2007 و Ajlan و آخرون، 2007 و FAOSTAT، 2022). تحتوي ثمار الطماطة على فوائد صحية مثل احتواءها على فيتامين C و A و الفلافونويد و البوتاسيوم و اللايكوبين الذي هو أحد مضادات الأكسدة القوية. كما انها تحتوي على بعض المعادن المهمة للجسم مثل الكالسيوم و الحديد و الفسفور و بعض البروتينات و حامض الستريك و السكريات (Naika و آخرون، 2005 و Liu، 2022). كذلك لها اهمية في الوقاية من السرطان من خلال دورها في منع نمو الخلايا السرطانية مثل سرطان الرئة و سرطان البروستات، فضلا عن دورها في تأخير شيخوخة خلايا الجسم و حماية القلب من بعض الامراض (*Campestrini* و آخرون، 2019 و Katirci و آخرون، 2020؛ Botella و آخرون، 2021). كما انها تحتوي على مكونات لها دور في تحسين صحة القلب و الشرايين لاحتوائها على بعض مضادات الأكسدة القوية التي تحارب الجذور الحرة و المعروفة بأنها مضادات للالتهابات و خاصة التهابات المفاصل و الروماتيزم، بالإضافة إلى ذلك فأنها تحتوي على نسبة عالية من الالياف الغذائية التي تساعد على الحفاظ على مستوى الكوليسترول في الجسم مما يجعل لها دوراً هاماً في حماية الجسم من الجلطات و السكتات القلبية و الدماغية، و المحافظة على ضغط الدم و صحة القلب و الشرايين الامراض (Rao و Agarwal، 2000 و Leonardi و آخرون، 2000).

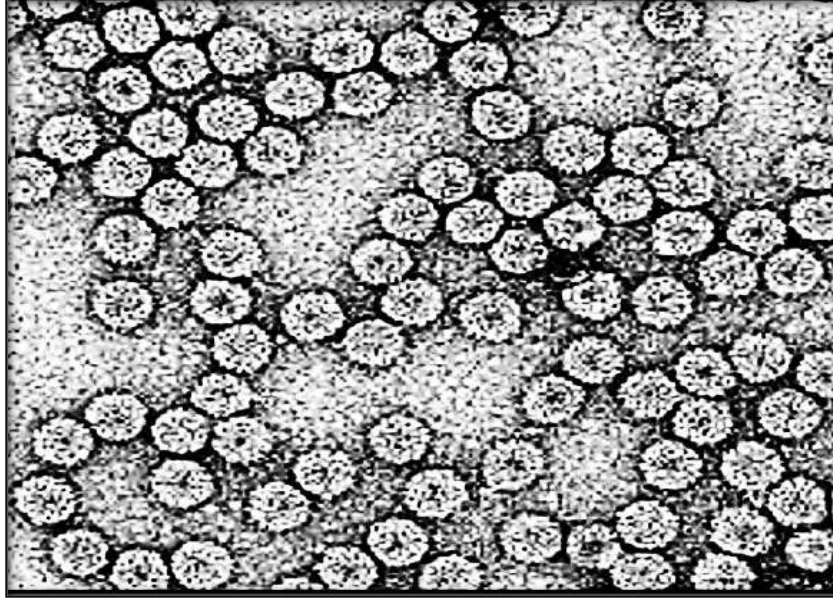
2-2 فايروس موزائيك الخيار (CMV)

سجل فايروس موزائيك الخيار (CMV) المنتمي للجنس *Cucumovirus* ضمن عائلة *Bromoviridae* لأول مرة في العالم من قبل Jagger و Doolittle سنة 1916 على نبات الخيار في ولاية نيويورك (Sinha و Samad، 2021 و ICTV، 2022). اطلق على هذا الفايروس سابقاً تسميات مختلفة و منها فايروس الموزايك الشريطي للوبياء (*Cowpea mosaic virus*، CBMV) و فايروس موزائيك الأصفر للقول السوداني (*Bean yellow virus*، BYMV) و فايروس التبقع الحلقي للوبياء (*Carnation ring spot virus*، CRSV) و فايروس التبقع الحلقي للزنبق (*Lily rosette virus*، LRSV) و فايروس

التبغ الحلقي الغربي للباذلاء (PWRSV، *Pea western ring spot virus*) فايروس الشحوب المعدي للموز (BICV) و فايروس موت قمة البازلاء (PTNV) و فايروس لفحة السبانخ (SBV) و فايروس موزائيك الكرفس (CeMV، *virus mosaic Celery*) و فايروس تقزم فول الصويا (SSV) و فايروس الورقة السرخسية للطماطة (TFLV) (Imamura) و آخرون، (2021).

3-2 الشكل المظهري و التنظيم الجيني لفايروس موزائيك الخيار (CMV)

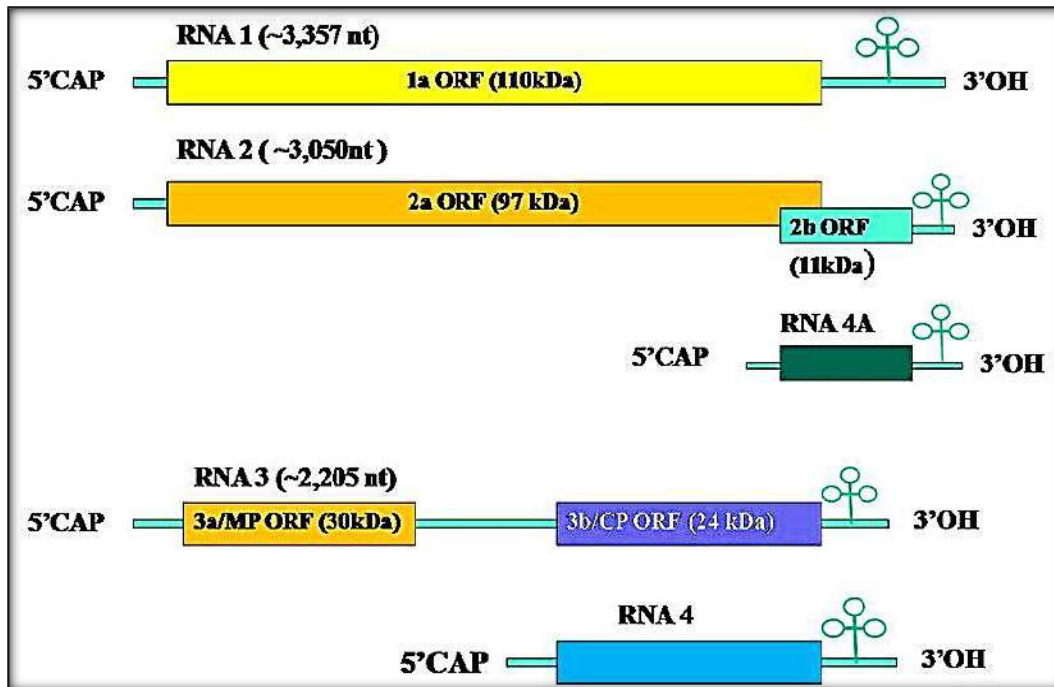
يتكون فايروس موزائيك الخيار (CMV) من جسيمة تحتوي على عشرين وجها و تكون بلورية متساوية الأبعاد (Icosahedral particle) غير مغلفة و بقطر يتراوح بين 28-30 نانوميتر (شكل 1). جسيمة الفايروس غير حاوية للدهون وذات وزن جزيئي يتراوح بين 5.8-6.7 مليون دالتون مشكلاً الحامض النووي حوالي 18% و البروتين حوالي 82% من كتلة جسيمة الفايروس (Chen و آخرون، 2021).



شكل 1: جسيمات فايروس موزائيك الخيار (CMV) تحت المجهر الالكتروني (Liu و آخرون، 2022).

الفايروس يحتوي على حامض نووي من نوع الـ RNA الاحادي السلسلة (Single stranded RNA) و بثلاث قطع (Tripartite genome) منفصلة في تواجدها في جسيمة الفايروس و بعدد كلي للنوكليوتيدات يصل إلى 8623 نوكليوتيدة (Sadanari و آخرون،

(2022). أكبر القطع هي RNA-1 نيوكليوتيدة) ذات الوزن جزيئي 110 كيلو دالتون و التي تشفر بروتين مفرد يعرف بـ 1a المهم في عملية تضاعف الجينوم (شكل 2). اما القطعة الثانية (2- RNA) (~ 3050 نيوكليوتيدة) ذات وزن جزيئي 1.1×10^6 دالتون و تكمن وظيفتها بتشفير البروتين 2a الذي يشفر الانزيم RNA-dependent RNA polymerase المعروف بدورة الهام في عملية تضاعف الفايروس. أما القطعة الثالثة (RNA-3) و هي أصغر القطع ذات وزن جزيئي 0.8×10^6 دالتون و تحتوي على حوالي 2216 نيوكليوتيدة و تشفر البروتين الخاص بحركة الفايروس من خلية إلى أخرى (Routhu و آخرون، 2022). يتكون الغلاف البروتيني من نوع واحد من البروتين، وزنه الجزيئي 24247 كيلو دالتون و يدخل في تركيب الغلاف البروتيني لكل جسيمة حوالي 180 وحدة بروتينية (Sinha و آخرون، 2021).

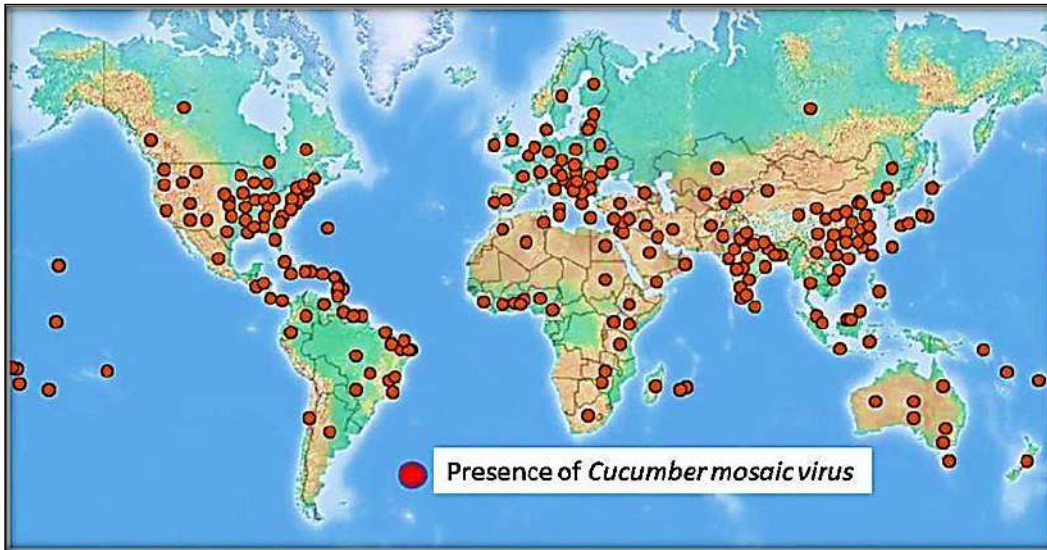


شكل 2: مخطط يوضح ترتيب الجينات (1a و 2a و MP و CP) الاربعة في فايروس موزائيك الخيار (CMV) (Mrkvová و آخرون، 2022).

4-2 التوزيع الجغرافي لمرض موزائيك الخيار (CMV)

يعد فايروس موزائيك الخيار (CMV) واحداً من اهم الفايروسات المنتشرة عالمياً، إذ تم تشخيص وجوده في معظم أجزاء العالم و أصبح ناجحاً جداً في التكيف بسرعة مع العوائل الجديدة

و البيئات المختلفة، كما انه يتواجد في الأماكن التي تنمو فيها الأنواع القرعية و العوائل البديلة المعرضة للعدوى (Valachas و آخرون، 2021) (شكل3). اشارت مصادر عديدة إلى وجود و انتشار الفايروس (CMV) في العديد من المناطق ومنها مناطق البلدان العربية بما في ذلك مصر والأردن و سورية و المملكة العربية السعودية وسلطنة عمان (Amer و آخرون، 2020 و Atarashi و آخرون، 2020 و Shahid و آخرون، 2021 و Wagih و آخرون، 2021 و Karimi و آخرون، 2022). وجد خلال المسح لنباتات عائدة إلى العائلة القرعية و العائلة الباذنجانية في كوستا ريكا (Costa Rica) إن 13 من اصل 23 مجموعة في 28 موقعاً شمله المسح كانت ضمن مجموعتي الفايروس I و II و كانت المجموعة الأولى هي السائدة (Secrist، 2021). كما تم اكتشاف سلالة تابعة لفايروس موزائيك الخيار (CMV) في ولاية تكساس الامريكية تسببت في اصابات شديدة على نباتات السبانخ (*Spinacia oleracea*) و كان لها أيضا القدرة على اصابة 39 نوعاً تعود إلى 12 عائلة نباتية (Kong، 2021). سجلت ايضاً اصابات شديدة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) على نباتات الباذنجان في فلسطين و انواع اخرى تابعة للعائلة الباذنجانية و نباتات اخرى تابعة إلى حوالي 40 عائلة مختلفة (Sastry و آخرون، 2019).



شكل 3: خارطة توضح الانتشار الجغرافي و سلالات فايروس موزائيك الخيار (CMV) و المؤشر كل منها بدائرة حمراء (Sinha و آخرون، 2021).

5-2 سلالات فايروس موزائيك الخيار (CMV)

بين Güneş و Gümüş (2019) إن لفايروس موزائيك الخيار ثلاث سلالات (A) Gamma و Gamma II) تم تشخيصها بواسطة اختبار اليزا (ELISA) و تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR). كما تم تصنيف فايروس موزائيك الخيار (CMV) إلى مجموعتين هما Gamma I و Gamma II على اساس تسلسل القواعد النيتروجينية و الحامض النووي عند الترحيل الكهربائي و هجرة الغلاف البروتيني و طبيعة الاعراض المرضية على النباتات الكاشفة و التفاعلات المصلية و الفيزيائية (Moyo، 2018). استطاع Alfahad (2021) في العراق من تشخيص أربع سلالات للفايروس (CMV) على اساس الاعراض المرضية الناتجة في بعض النباتات الكاشفة و كذلك بالاعتماد على الخواص المصلية و هجرة الغلاف البروتيني خلال عملية الترحيل الكهربائي. بين Vinodhini و آخرون (2022) وجود سلالات من فايروس موزائيك الخيار (CMV) تختلف فيما بينها بالأعراض المرضية و طرائق نقلها و كذلك في بعض خصائص جسيمات الفايروس. اثبت Sinha و آخرون (2021) في دراسته بأن هناك ثلاث سلالات لفايروس موزائيك الخيار (CMV) و هي السلالة الصفراء (Yellow strain) و السلالة Y (Y strain) و سلالة السبانخ (Spinach strain). اوضحت نتائج دراسة Borah و آخرون (2019) بالاعتماد على الخصائص المصلية بان هناك سلالات مختلفة للفايروس وضعها في مجموعتين هما Sub-group1 و Sub-group11. وجد ايضا ان هناك سلالات من الفايروس تابعة إلى المجموعة Sub group I1 لا تسبب ظهور أعراضاً على نبات التبغ، في حين لوحظ امكانية اصابتها لأنواع من نبات اللوبيا (Vigna spp.) جهازيماً و ظهور اعراض مرضية تبدأ من الخفيفة و تتطور إلى الشديدة و يعقبها ظهور تشوهات على الأوراق تختلف شدتها بالاعتماد على سلالة الفايروس و الظروف البيئية السائدة (panno، 2021). كما اشار Güneş و Gümüş (2019) إلى وجود ثلاث سلالات من فايروس موزائيك الخيار (CMV) و هي I و Gamma I و Gamma II تم الكشف عنهما بتقناتي اليزا (Linked Immuno- Enzyme Sorbent Assay، ELISA) و تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR).

6-2 نقل فايروس موزائيك الخيار (CMV)

الفايروسات النباتية تنتقل بطرق مختلفة فبعضها ينتقل بطريقة واحدة و البعض الاخر من الفايروسات ينتقل بأكثر من طريقة مثل بعض الفطريات و الديدان الثعبانية و الحشرات و البذور

وميكانيكياً و الاجزاء الخضرية و بعض النباتات مثل الحامول (*Cuscuta* spp.) (Matthews، 2012، Spadotti و آخرون، 2021 و Zeshan و آخرون، 2022). يمكن لفايروس موزائيك الخيار (CMV) الانتشار بواسطة البذور أو الشتلات الملوثة أو المصابة بسهولة لمسافات قصيرة أو طويلة (Chanda و آخرون، 2021). يعد فايروس موزائيك الخيار (CMV) من الفايروسات التي تبقى جسيماته قادرة لإحداث الإصابة لأشهر عند وجودها في بقايا النباتات المصابة و التربة و على الأسطح الصلبة (Sarkar و آخرون، 2022). ينتقل الفايروس بواسطة الحشرات التي تعد الطريقة الاكفأ و الاكثر خطورة بسبب كثرة تواجد الحشرات في الحقول و سهولة انتقالها من مكان إلى آخر، فقد تؤدي إصابة نبات واحد بفايروس موزائيك الخيار (CMV) إلى انتشار الفايروس بشكل سريع و إصابة الحقل بشكل كامل عند تواجد بعض الحشرات و مثالها حشرة من الخوخ الأخضر (*M. persicae*) (Mohr، 2019).

ينتقل فايروس CMV بواسطة الحشرات بالطريقة غير الباقية (Non-persistent transmission) و التي تعد من الطرائق الاكثر خطورة بسبب سرعة نقل الفايروس من نبات إلى آخر في غضون ثواني (Dixit و آخرون، 2022). تنتمي الحشرات التي تنقل فيروسات النبات إلى 70 نوع تابعة إلى 32 رتبة ومعظم هذه الحشرات الناقلة تابعة إلى رتبتين هما Homoptera و Hemiptera و المعروفة بامتلاكها اجزاء فم ثاقبة ماصة -Piercing-sucking mouth parts) (Chiapello و آخرون، 2021). ذكر في دراسات سابقة أن حوالي 80% من فيروسات النبات يمكن أن تنتقل عن طريق العديد من أنواع حشرات المن التي وجد منها حوالي أكثر من 70% نوعاً له دوراً في نقل الفايروسات و من تلك الانواع هي من القطن (*Aphis gossypii*) و من الخوخ الأخضر (*M. persicae*) (Worrall و آخرون، 2019؛ Dixit و آخرون، 2022).

7-2 الاعراض المرضية المتسببة عن فايروس موزائيك الخيار (CMV)

فايروس موزائيك الخيار (CMV) من الفيروسات التي تصيب مجموعة واسعة من الانواع النباتية أكثر من 1200 نوعاً نباتياً و يسبب خسائر اقتصادية كبيرة خصوصا عند إصابة النبات في مراحل نموه المبكرة و بشكل عام تظهر أعراض الإصابة بهذا الفايروس على المحاصيل الاقتصادية التابعة للعائلة الباذنجانية بهيئة موزائيك و تقزم النبات و قد يكون انتاج الثمار ضعيفاً أو

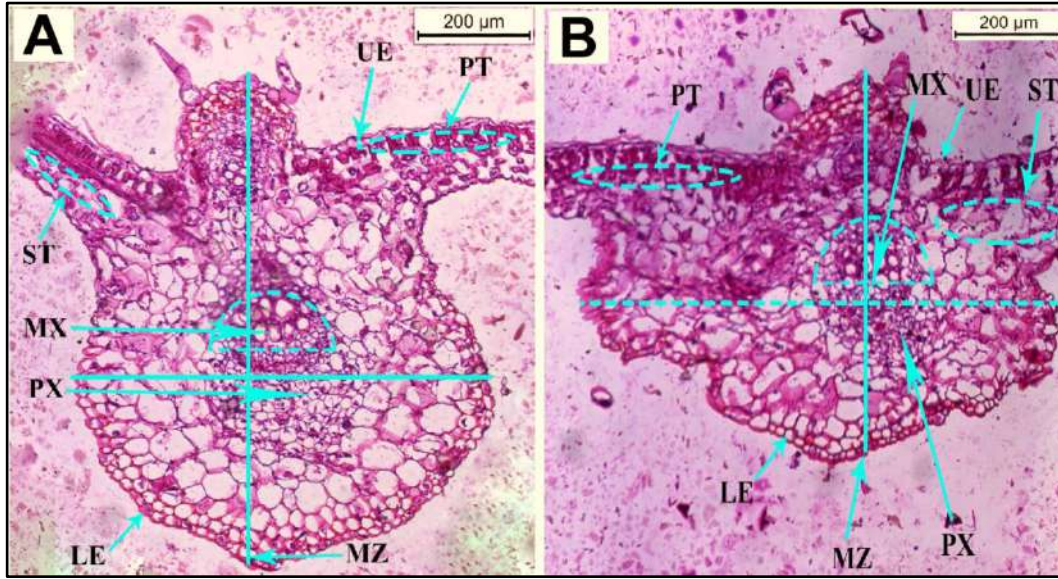
لا تنتج النباتات المصابة اصابة شديدة ثماراً معتمداً ذلك على نوع و درجة حساسية النبات و مرحلة نموه و سلالات الفايروس والظروف البيئية السائدة (Zou و آخرون، 2019 و Kenney و آخرون، 2020 و Al-Mansori و آخرون، 2021). يعد تبرقش و تشوه الاوراق و اختزال حجمها و انحنائها نحو الاسفل و ضعف النمو في النبات من اعراض الاصابة المهمة، كما ان اعراض التبرقش الموجودة في الاوراق القديمة المصابة بفايروس (CMV) تتحول فيما بعد إلى مناطق صفراء تتطور بعدها إلى مناطق ميتة متنخرة (Necrosis) وعادة ما تتساقط الاوراق والازهار، كما ان الثمار ذات الاصابة الشديدة تكون مشوه و غير مقبولة لدى المستهلك (Platoni، 2022) (شكل4). تظهر أعراض الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) على النباتات اما بهيئة اعراض خارجية (External symptoms) و تتميز بتبرقش الاوراق و صغر حجمها مع تساقط شديد للأزهار بنسبة قد تصل إلى 9% مع قلة في عقد أزهار النبات مؤدياً ذلك إلى حدوث نقص واضح في الانتاج، فضلاً عن صغر في حجم الثمار و النضج المبكر لها (Prasad و آخرون، 2020 و Song و آخرون، 2022) (شكل4).



شكل 4: الاعراض المرضية الناتجة عن الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) على نبات الطماطة

(<https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1568051#>).

كما ان للفايروس أعراضا داخلية (Internal Symptoms) تتمثل بتكوين الاجسام الدخيلة (Inclusion bodies) داخل خلايا النبات المصاب و التي يكون موقع تكونها اما في النواة أو في السيتوبلازم و ذات مظهر مختلف عن التراكيب أو المكونات الطبيعية للخلية النباتية و ذات محتوى عالٍ من جسيمات الفايروس (Zrachya و آخرون، 2007 و Shahwan، 2010 و Shehata و آخرون، 2023). (شكل 5)



شكل 5: مقطع تشريحي عرضي لورقة نبات اليقطين (*Cucurbita pepo*) غير مصابة (A) و اخرى مصابة (B) بفايروس موزائيك الخيار (CMV). **LB** (Leaf blade)، نصل الورقة؛ **LE** (Lower epidermal layer)، طبقة البشرة السفلية؛ **MT** (Mesophyll tissue)، نسيج ميزوفيل؛ **MX** (Metaxylem)، نسيج الحاجز؛ **PX** (Protoxylem)، بروتوكسيلم؛ **ST** (Spongy tissue)، الأنسجة الإسفنجية؛ **UE** (Upper epidermal layer)، طبقة البشرة العليا (Shehata و آخرون، 2023).

8-2 تأثير الإصابة الفايروسية على محتوى النبات من العناصر المعدنية

تؤثر الاصابات الفيروسية على المحتويات الداخلية للنبات و التي تنعكس سلباً على العديد من وظائف النبات و بناء المواد المطلوبة لديمومة حياة النبات و منها العناصر المعدنية و بناء الهرمونات النباتية مثل الجبريلين و السايتوكاينين و حامض الاندول استيك (Saharan و Nehra، 2011 و التميمي، 2019). تنعكس الإصابة الفيروسية و الاعراض الناتجة عنها مثل

التشوهات و الموزائيك و ضمور و انخفاض عدد خلايا النبات و تشوهات الاوعية في النبات المصاب على نقل الماء و المواد المغذية في النبات (كريم، 2016 و التميمي، 2019). وجد في دراسة اجريت من قبل AL-Abedy و آخرون (2021) ان الاصابة بفايروس تجعد واصفرار الطماطة (TYLCV) ادت إلى انخفاض معنوي في محتوى نبات الطماطة من بعض العناصر المعدنية و منها الكالسيوم و المغنيسيوم، في حين لوحظ وجود زيادة معنوية في محتوى النبات من الصوديوم و البوتاسيوم و بفارق معنوي عن محتوى النباتات غير المصابة.

الصوديوم يُعد واحداً من العناصر المفيدة في النبات و احياناً يحل محل عنصر البوتاسيوم في نباتات البنجر السكري (*Beta vulgaris*) و الجزر (*Daucus carota*) و الهانة (*Brassica oleracea*) و يعوض حوالي 50% من احتياج النبات من عنصر البوتاسيوم، كما ان لهذا العنصر اهمية في حماية النبات من اضرار التجمد في فصل الشتاء من خلال دوره في خفض درجة تجمد السوائل داخل النبات، في حين وجد ان زيادة تركيز هذا العنصر في النبات يؤدي إلى انخفاض كمية الحاصل بسبب دورة في خفض عملية البناء الضوئي و تثبيط الانزيمات بسبب انخفاض تراكيز المواد المغذية و اختزال العديد من العمليات الايضية (الساعدي، 2010). اثبتت دراسات اخرى ان اصابة نباتات الطماطة و البطيخ و الخيار بالفايروسات TYLCV و CMV ادت إلى زيادة واضحة في محتوى النبات من عنصر الصوديوم و باختلاف معنوي عن نباتات المقارنة (غير المصابة) (Khalil و آخرون، 2014 و التميمي، 2019 و جبار، 2022 و المسعودي، 2022 و كريم، 2023).

يُعد الكالسيوم من اهم العناصر الغذائية الكبرى الأساسية في النبات بحكم دوره في تنشيط عمل الإنزيمات التي لها دور في انقسام الخلايا و استطالتها و زيادة نمو و تطور النبات (Ilyas و آخرون، 2016). هنالك وظائف فسيولوجية عديدة للكالسيوم مهمة لنمو النبات و تطوره إذ له دور أساسي في بناء هيكل الخلية و يعد المكون الأساسي للصفحة الوسطى إذ يتواجد فيها بشكل بكتات الكالسيوم وهو ضروري في عملية انقسام الخلية و إنتاج المايوتوكونديريا (Upadhyay، 2021). بينت دراسة اجريت من قبل التميمي (2019) ان نباتات الطماطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) انخفض محتواها من عنصر الكالسيوم و بفارق معنوي عن نباتات المقارنة غير المصابة. كما بين جبار (2022) و

المسعودي (2022) انخفاض محتوى ثمار نباتات البطيخ و الخيار من الكالسيوم عند اصابتها بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و بفارق معنوي عن نباتات المقارنة غير المصابة. أما البوتاسيوم هو من العناصر ذات الوفرة في سيتوبلازم خلايا النبات و يكمن دوره المهم في بناء و تحفيز بعض الانزيمات، بالإضافة إلى انه ضروري في بناء العديد من البروتينات الضرورية لنمو و ديمومة حياة النبات (Ragel و آخرون، 2019). كذلك يشارك في انقسام الخلايا وتشجيع نمو الأنسجة فضلاً عن دوره في عملية التمثيل الكربوني وتحفيز انتقال المواد الحديثة الناتجة منها (Johnson و آخرون، 2022). أشار Wang و آخرون (2013) و Shabala و Pottosin (2014) إلى أن تعرض النبات إلى الاجهادات الإحيائية و غير الإحيائية يؤدي إلى حدوث ردود فعل غير طبيعية لمقاومة تلك الاجهادات و منها زيادة امتصاص بعض العناصر المعدنية مثل البوتاسيوم و الصوديوم.

وجد في دراسة ان هناك زيادة معنوية في مستوى عنصر البوتاسيوم في نباتات البرسيم (*Medicago sativa*) المصابة بفايروس موزائيك الجت (AMV) عند مقارنتها مع النباتات غير المصابة (Yardimci و آخرون، 2007). كما لاحظ Kawanna و آخرون (2021) ارتفاع محتوى النبات من عنصر البوتاسيوم في نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الطماطة (ToMV) و بفارق معنوي عن مستواه الطبيعي في النباتات غير المصابة. بين كل من جبار (2022) و المسعودي (2022) و كريم (2023) أن الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و تجعد واصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) ادت إلى زيادة معنوية في محتوى نباتات الخيار و البطيخ و الطماطة من عنصر البوتاسيوم بالمقارنة مع النباتات غير المصابة. وجد ايضا أن الإصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) سببت زيادة واضحة في تراكيز عنصري الصوديوم و البوتاسيوم في النباتات المصابة بسبب حالة الاجهاد التي تحدث كردة فعل دفاعية للنباتات ضد الفايروس وزيادة الضغط التناضحي في خلايا النبات التي تؤدي إلى زيادة امتصاص الماء و كذلك بعض العناصر المذابة في التربة (Khalil و آخرون، 2014). اثبت امين (2021) حصول زيادة معنوية في محتوى بعض التراكيب الوراثية لنبات الباميا من البوتاسيوم عند الإصابة بمرض تعفن البذور و موت بادرات المتسبب من الفطر *Fusarium culmorum*. يُعد الحديد من العناصر الاساسية لتغذية النبات فهو ضروري للعديد من العمليات الحيوية مثل التنفس و التمثيل الضوئي، بالإضافة إلى دوره في عملية الاختزال و نقل الالكترونات و قلته

في النبات تؤدي إلى انخفاض في بناء الكلوروفيل و ضعف في نمو النبات و بالتالي انخفاض واضح في الانتاجية (Balk و Schaedler، 2014). يؤثر توافر عنصر الحديد تأثيراً إيجابياً في تحسين نمو النبات وزيادة الإنتاج كماً ونوعاً (Dewangan وآخرون، 2023). ذكر Zewide و Sherefu (2021) أن للحديد فائدتين أساسيتين في العمليات الحيوية للنباتات ، الأولى أنه منشط لأنزيمات الأكسدة والاختزال في سلسلة إنتقال الالكترونات في عملية التنفس ، والثانية أنه يساعد على بناء الكلوروفيل على الرغم من أنه قد لا يدخل في تركيبه ، كذلك وجد أن الحديد يشترك في بناء المركبات الحيوية مثل الـ *Cytochromes* التي تدخل في عمليات البناء الضوئي والتنفس والامتصاص النشط ، كما يؤثر في وظائف الحامض النووي RNA. ذكر كريم (2023) أن إصابة نبات الطماطة بفايروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) ادى إلى انخفاض واضح في محتوى النباتات من عنصر الحديد و بفارق معنوي عن النباتات غير المصابة. كما وجد أن إصابة نبات التيلفيرية بفايروس *Telfairia* *TeMV* *mosaic virus* ادى انخفاض معنوي في عنصر الحديد مقارنة بالنباتات غير المصابة بالفايروس و تأثير ذلك سلبياً على بعض مؤشرات نمو النبات المختلفة (Mofunanya، 2016).

يُعد الفسفور احد العناصر الغذائية المهمة لنمو النبات لدوره المباشر في معظم العمليات الضرورية لنمو النبات فهو يشارك في تحلل الكربوهيدرات و المواد الناتجة من عملية التركيب الضوئي المحررة للطاقة التي يحتاجها النبات في عملياته الحيوية (Tian و آخرون، 2021). للفسفور دور مهم في عملية تكوين و انقسام الخلايا الحية و في تكوين الحوامض النووي (DNA و RNA) الفوسفوليبيدات (Phospholipids) و المرافقات الانزيمية للحوامض النووية و مركبات ATP و ADP (Havlin و آخرون، 1999). أشار عدد من الباحثين إلى الدور المهم و المباشر للفسفور في معظم العمليات الحيوية كعملية التركيب الضوئي و التنفس و تكوين الانوية و انقسام الخلايا و تنظيم العمليات الخلوية الاخرى (Obrez و Zekri، 2003).

للفسفور دور مباشر في بناء المركبات الغنية بالطاقة ، كما يدخل في تركيب الأعشيشة الحيوية مثل غشاء البلازما والميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء و غشاء الفجوة (Qin وآخرون ، 2020). سجل Yardimci و آخرون (2007) انخفاضاً واضحاً في محتوى نباتات البرسيم المصابة بفايروس موزائيك الجت (AMV) من عنصر الفسفور و اختلافه معنوياً عن

المحتوى الطبيعي للنباتات غير المصابة. كما تبين أن عنصر الفسفور في نبات الطماطة المصاب بفيروس موزائيك الطماطة (ToMV) قد انخفض بشكل واضح مقارنة بمحتواه في النباتات غير المصابة بالفايروس (Kawanna و آخرون، 2021). ذكر كريم (2023) ان اصابة نباتات الطماطة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) ادى إلى انخفاض معنوي في محتوى ثمار النباتات المصابة من عنصر الفسفور و بفارق معنوي عن محتوى النباتات غير المصابة.

9-2 تأثير الإصابة الفايروسية في محتوى النبات من بعض الهرمونات النباتية

الجبريلينات (GAs، Gibberellin) من اهم المواد المحفزة لنمو النبات و يوجد منها انواعاً تختلف باختلاف عدد ذرات الكربون و ايضا وجود أو عدم وجود مجاميع الهيدروكسيل (OH) (Hedden و Sponzel، 2015). تكمن اهمية الجبريلين في حياة النبات من خلال تشجيع انقسام الخلايا و استطالتها و انبات البذور و نمو الجذور و تحفيز الازهار (Sun و Gubler، 2004 و Vera-Sirera و آخرون، 2016). بينت دراسة سابقة ان اصابة النباتات بفايروس تقزم الرز (*Rice dwarf virus*) ادى إلى تقزم النباتات بسبب انخفاض مستوى هرمون الجبريلين قياساً بالنباتات غير المصابة (Zhu و آخرون، 2005). كما ذكر جبار (2022) و المسعودي (2022) و كريم (2023) أن محتوى نباتات ثمار البطيخ و الخيار و الطماطة من هرمون الجبريلين انخفض معنوياً بفعل الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و فايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) مقارنة بالنباتات غير المصابة.

يُعد هرمون السايبتوكاينين (CK، Cytokinin) من الجزيئات المنظمة الرئيسة في التفاعلات النباتية الحيوية و التي لها دور مهم في إعادة تشكيل الأيض الابتدائي و الثانوي المرتبط بالوسائل الدفاعية للنبات ضد الاجهادات الإحيائية و غير الإحيائية (Giron و آخرون، 2013). هرمون السايبتوكاينين معروف بدوره في نمو النبات، إذ ان البناء الحيوي في النباتات يتم بصورة اساسية في الانسجة المرستيمية التي ما زالت محتفظة بقدرتها على النمو و تعد القمم النامية للجزر الاوراق الفتية والبراعم والسلاميات والبذور والثمار النامية والمتطورة هي المواقع الاساسية والمهمة لبناء السايبتوكاينيات ايضاً تعد مركبات قادرة على إحداث انقسام الخلايا في الأنسجة النباتية (Aremu و آخرون، 2020).

وجد أن الإصابة بفايروسات النبات تؤثر بشكل كبير على نشاط و مستوى هرمون السايبتوكاينين و التي يمكن أن تؤدي إلى زيادتها أو قلتها بالاعتماد على نوع الإصابة الفيروسية (Mishra و آخرون، 2020). اثبت كريم (2023) حدوث زيادة معنوية في مستويات بعض الهرمونات النباتية و منها هرمون السايبتوكاينين في محتوى اوراق نباتات الطمطة المصابة بفايروس تجعد واصفرار اوراق الطمطة (TYLCV). كما وجد أن إصابة نباتات الطمطة بفايروس الذبول المبقع في الطمطة (Tomato spotted wilt virus ، TSWV) أدى إلى انخفاض في كمية السايبتوكاينين (Jameson و Clarke، 2002). ذكر Baliji و آخرون (2010) أن الإصابة بالفايروسات التوأمية مثل فايروس تجعد اوراق الملفوف (Cabbage leaf curl virus ، CLCV) و فايروس الموزائيك الذهبي للطمطة (Tomato golden mosaic virus ، TGMV) و فايروس تجعد قمة السبانغ (Spinach curly top virus) ادى إلى زيادة في مستويات السايبتوكاينين في النباتات. لاحظ التميمي (2019) أن التراكيب الوراثية لنبات الطمطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطمطة (TYLCV) سجلت زيادة معنوية في مستوى هرمون السايبتوكاينين في النباتات المصابة مقارنة بالنباتات غير المصابة. ذكر AL-Abedy و آخرون (2021) بان اصابة بعض التراكيب الوراثية لنبات الطمطة (Red heery و Oula T25 و Marmande) بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطمطة (TYLCV) ادى و بشكل معنوي في خفض مستوى هرمون الجبريلين و زيادة هرمون السايبتوكاينين.

2-10 تأثير الإصابة الفايروسية على محتوى النبات من انزيمات الاكسدة و الفينولات

اثبتت دراسة سابقة ان مستوى بعض الانزيمات و منها انزيم الكاتاليز (Catalase) ازداد وجوده في نباتات الطمطة المصابة ببعض الفايروسات و منها الاصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطمطة (TYLCV) (كريم، 2023). كما لاحظ Minibaeva و Gordon (2003) و Sofo و آخرون (2015) ان انزيم البيروكسيداز (POD، Peroxidase) يساهم في زيادة الاستجابات الدفاعية للنباتات من خلال مقاومة عملية الاكسدة و تحليل بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) الذي يسبب الاجهاد للنبات. أثبت نتائج جبار (2022) و المسعودي (2022) انّ نباتات البطيخ و الخيار المصابة بالفايروس (CMV) تم تحفيزها بفعل بعض العوامل الإحيائية و الكيميائية على انتاج بعض الانزيمات الدفاعية و منها انزيم البيروكسيداز (POD) الذي ادى إلى خفض واضح في الاعراض المرضية للنباتات المصابة. بين كريم (2023) زيادة محتوى نباتات

الطماطة من انزيم البيروكسيديز عند الإصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) و بفارق معنوي عن مستواه الطبيعي في النباتات غير المصابة. من جهة اخرى ذكر Shakeel و آخرون (2016) و جبار (2022) و المسعودي (2022) زيادة معنوية في محتوى نباتات البطيخ و الخيار المصابة من الفيئولات عند الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) مقارنة بالنباتات غير المصابة.

11-2 الاهمية الاقتصادية لمرض فايروس موزائيك الخيار (CMV)

فايروس موزائيك الخيار (CMV) من الفايروسات التي تسبب تهديداً عالمياً متزايداً لكثير من العوائل النباتية و منها نباتات العائلة الباذنجانية مسبباً خسائر كبيرة في تلك المحاصيل كما و نوعاً (Ellouze و آخرون، 2020 و Liu و آخرون، 2022). يتمتع الفايروس بمدى عائلي واسع ومنها انواع مختلفة من نباتات الأدغال التابعة لعوائل نباتية منها *Euphorbiaceae* و *Solanaceae* و *Lamiaceae* و *Boraginaceae* و *Apiaceae* و *Amaranthaceae* و *Portulacaceae* و *Chenopodiaceae* والتي تعد كمستودعات أو مواطن لبقاء الفايروسات خصوصاً عند غياب المحاصيل الاقتصادية (Kyrychenko و آخرون، 2022). احياناً تجبر الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) المزارعين إلى التخلي عن مزارعهم خصوصاً عند اصابتها في مرحلة متقدمة من العمر بسبب قلة أو عدم انتاجيتها و بسبب عدم تغطية التكاليف المادية لزراعة المحصول (Addai، 2021). أظهرت كثير من التجارب أن خسارة محصول الخيار نتيجة الإصابة بهذا الفايروس وصلت إلى 100% عند حدوث الإصابة في مرحلة البادرات و 66.7% في مرحلة ثلاث أوراق حقيقية، بينما وصل الانخفاض إلى 22.2% عند حدوث الإصابة في النباتات بعمر ست أوراق حقيقية (El-Gendi و آخرون، 2022). انتشر فايروس موزائيك الخيار (CMV) في باكستان على نطاق واسع في مناطق زراعة الطماطة و لمدة خمس سنوات متتالية مسبباً خسائر اقتصادية وصلت إلى 40% (Ahsan و آخرون، 2020). سببت الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) في الصين خسائر في محصول الطماطة تراوحت بين 25-50% (Atarashi و آخرون، 2020). كما سجل في منطقة برينجال الهندية حدوث خسائر في محصول الخيار وصلت إلى 26% نتيجة الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) (Abirami و آخرون، 2022).

12-2 الطرائق المستعملة في تشخيص فايروسات النبات و الكشف عنها

يهدف التشخيص الدقيق للمسببات المرضية و منها فايروسات النبات إلى إيجاد طريقة فعالة في مقاومة المسبب المرضي و حماية النبات من الإصابة (Ali و آخرون، 2022). يعد تشخيص الفايروسات النباتية من الخطوات المعقدة و المرهقة لدى العاملين في مجال علم الفايروسات النباتية و خصوصاً عند التعامل مع فايروسات غير مستقرة أو سلالات غير معروفة سابقاً (Hall، 2013). يعد الاكتشاف المبكر للعوامل المسببة من أهم الخطوات لمنع الانتشار المحتمل للأمراض المعدية، لذلك فإن استعمال طرائق حساسة للكشف الدقيق واحدة من الاساليب الناجحة لإدارة المرض (Mehetre و آخرون، 2021). الاعراض المرضية الناتجة عن الاصابات الفيروسية من الطرائق التي لا يعول عليها دائما في تشخيص فايروسات النبات بسبب تشابه و تداخل كثير من الاعراض المرضية فيما بينها بالرغم من ان المسبب المرضي مختلف، فضلا عن ذلك فان للظروف البيئية كاختلاف درجات الحرارة و الاضاءة و الرطوبة دوراً اساسياً في وقت و شدة و تطور الاعراض المرضية، كما ان هناك بعض الفايروسات لا تظهر اعراضاً عند اصابتها للنبات (Khakimov و آخرون، 2022). هناك العديد من الطرائق التي يتم من خلالها تشخيص الفايروسات النباتية و منها تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) و الفحص بالمجهري الإلكتروني (Electronic Microscope) و الاختبارات البيولوجية (تعتمد على الخصائص المورفولوجيا و الحيوية) و الاختبارات المصلية (Serological tests) و تحليل الحمض النووي للفايروس و غيرها (Matthews، 2019 و Ghosh و آخرون، 2022).

13-2 اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)

يعد تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) من الاختبارات المعروفة بدقتها العالية و سرعتها في تشخيص الكائنات الحية كافة بما فيها فايروسات النبات و اكثرها دقة من الاختبارات المصلية و اختبار اليزا (ELISA)، كما انها تستعمل للكشف عن التراكيز المنخفضة جداً من الحامض النووي (DNA) للفيروسات المتواجدة في النسيج النباتي المصاب و تشخيصها بدقة عالية (Ali و آخرون، 2022 و Raigond و آخرون، 2022 و Su و آخرون، 2022). وفرت هذه التقنية مساحة واسعة في عزل و تشخيص جينات الكثير من الكائنات و دراسة تركيبها و وظيفتها و معرفة الاسرار التي تحملها تلك الجينات للكائن الحي و ما تشفره من صفات محددة للكائن (Azmir و آخرون، 2022).

منحت فرصة تحويل الحامض النووي RNA بواسطة النسخ العكسي (Reverse transcription) إلى الحامض النووي منقوص الأوكسجين المتمم (Complementary DNA) واستعماله في عملية التضاعف بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) (amplification) (PCR) (Martinez-Miguel و آخرون، 2021). استعملت هذه التقنية (PCR) بكفاءة عالية في تشخيص العديد من فيروسات النبات و منها فايروس تجعد أوراق العنب (*Grapevine fasciation virus* ، GFV) و فايروس التفاف أوراق البطاطس (*Potato leaf roll virus* ، PLRV) و فايروس الاصفرار المتقزم في الشعير (*Barley yellow dwarf virus* ، BYDV) (Kim و آخرون، 2022). كما استغلّت هذه التقنية بكفاءة في تشخيص فايروس موزائيك الخيار (CMV) على نبات ابرة الراعي (*Geranium robertianum*) و الخيار و البطيخ (جبار، 2022 و المسعودي، 2022). اظهرت هذه التقنية ايضاً دقة عالية في تشخيص فايروس جديد عائد إلى الجنس *Geminivirus* المسبب لمرض موزائيك و اصفرار اوراق نبات الباميا (*Okara mosaic tymovirus* ، OKMV) و فايروس الكمثرى (*Pear latent virus* ، PeL) الذي يصيب نبات كوكونا (*Solanum sessiliflorum*) التابع للعائلة الباذنجانية. في اسبانيا، استخدمت هذه التقنية في تشخيص سلالة غير معروفة من فايروس موزائيك الجت (*Alfa mosaic virus* ، AMV) واخرى تابعة لفايروس اصفرار البنجر (*Citrus tristeza virus* ، CTV) المعزولة من أشجار البرتقال (Kumari و آخرون، 2022). تمكن ايضاً عدد من الباحثين في ايران من تشخيص سلالات لأول مرة منها تابعة لفايروس موزائيك القرنبيط (*Cauliflower mosaic* ، CaMV) و فايروس الحلقة الصفراء في الطماطة (*Tomato yellow fruit ring virus* ، TYFRV) الذي يسبب تنخر ورقة و ساق نبات البطاطا (Kreuze و آخرون، 2020 و Boroujeni و آخرون، 2022).

14-2 إدارة المرض و الطرائق المستعملة في تقليل الخسائر الناتجة عن الإصابات الفيروسية

لغاية الآن لا توجد طريقة فعالة للسيطرة على فايروسات النبات، فقد استعملت عدة طرائق كان معظمها موجهاً اما نحو الحشرة الناقلة للفايروس و ذلك عن طريق استعمال بعض المبيدات الكيميائية و الفيزيائية و الإحيائية أو عن طريق تربية تراكيب وراثية مقاومة أو متحملة للفايروس (Ferreira و Musumeci، 2021). استعملت انواع عديدة من المبيدات الكيميائية و بأسماء

تجارية مختلفة في قتل أو تقليل تكاثر و انتشار العديد من انواع الحشرات، وقد ادى الاستعمال غير المستهدف و المتكرر لتلك المبيدات إلى ظهور صفة المقاومة في حشرات المَن و انواع حشرية اخرى، فضلاً عن مخاطرها البيئية و الصحية للإنسان و الحيوان (Ahmed و آخرون، 2001 و Palumbo و آخرون، 2001 و Maluta و آخرون، 2021).

أجرى العديد من الباحثين محاولات مختلفة بهدف التقليل أو السيطرة على فايروسات النبات و الحد من انتشارها و اضرارها الاقتصادية التي تسببها للمحاصيل في الوقت الذي امكن فيه مقاومة الكثير من أمراض النباتات الفطرية و البكتيرية بصورة تامة (Trebicki، 2020). كما لوحظ ان الاعتماد على طريقة واحدة في إدارة المرض الفيروسي تكون مهددة بالفشل، لذا فان الدمج مع أكثر من طريقة واحدة يعد من الاستراتيجيات الناجحة في تقليل الاصابة بفايروسات النبات (Zeshan و آخرون، 2022).

لعل من الطرائق المستعملة في مقاومة فايروسات النبات هي تقليل مصادر العدوى و الحد من انتشار الفايروس بواسطة الحشرات و كذلك العمل على تقليل تأثير الاصابة الفيروسية على النبات و الحد من الانتشار الثانوي للفايروس الذي يتم من خلال نواقل مختلفة منها ما يقوم به الانسان من عمليات زراعية مختلفة و غيرها (Lipinski و آخرون، 2020 و Maluta و آخرون، 2021). كذلك استعمال البذور الخالية من الأمراض الفيروسية و زراعة الأصناف المقاومة أو المتحملة و إزالة مخلفات النباتات المصابة و مكافحة الحشرات الناقلة جميعها عوامل تساهم في خفض نسبة الإصابة بالفايروس (Radouane و آخرون، 2021). كما ان تحديد امكان وجود النباتات المصابة بالفايروس في البيوت البلاستيكية في وقت مبكر من الإصابة و التخلص منها هو خطوة أساسية في تطوير برنامج إدارة ناجحة ضد فايروسات النبات و منها فايروس موزائيك الخيار (CMV) لمنع أو تقليل انتشار الفايروس (Panno و آخرون، 2021). وجد ايضا ان تفعيل برامج الإدارة المتكاملة يؤدي دوراً هاماً في الوقاية من الامراض الفيروسية من خلال التخلص من الآفات الحشرية الناقلة خاصة حشرات المَن التي تمثل الناقل الرئيس لفايروس موزائيك الخيار (CMV) و كذلك استخدام المبيدات الحشرية يعد أيضاً خياراً متاحاً للمزارعين لإدارة الفايروس من خلال السيطرة على النواقل (Rahman و آخرون، 2020 و Ellouze و آخرون، 2020). لوحظ أيضاً أن اصطياد حشرات المَن على الواح لزجة مصنوعة من البولي ايثيلين أو تغطية التربة بالواح بلاستيكية فضية ذات تأثير طارد للحشرات ادى إلى خفض نسبة

الإصابة بالفايروس (Garrett و آخرون، 2021). كما وجد ان إحاطة النباتات بزراعة احد المحاصيل الجاذبة للحشرات كتفضيل غذائي له دور في تقليل أو منع وصول الحشرات إلى المحصول الرئيسي و من ثم تقليل الاصابة بالفايروس (Shah و آخرون، 2022). إضافة إلى ذلك، فان الابتعاد عن الزراعة الكثيفة و الاهتمام بنظافة العمال و الادوات جميعها تعد من النقاط المهمة التي تمنع انتقال الإصابة الفيروسيّة من و إلى النباتات.

استعملت انواع مختلفة من الاحياء المجهرية في تشجيع نمو النبات و انعكاس ذلك ايجابياً على صحة النبات و مناعته ضد مسببات المرضية و منها فايروسات النبات، و من تلك الاحياء هي البكتريا المعززة لنمو النبات (Plant Growth Promoting Rhizobacteria، PGPR) و كذلك الفطريات (Plant Growth Promoting Fungi، PGPF) التي وظيفت كعوامل للمكافحة ضد مسببات الأمراض النباتية و التي أصبحت أكثر شيوعاً في السنوات الأخيرة (Pandit و آخرون، 2022). من النقاط المثيرة للاهتمام بإستعمال البكتريا (PGPF) و الفطريات (PGPR) هي مقدرتها على إنتاج بعض المضادات الإحيائية أو إنتاج مركبات كيميائية تعمل على جعل بعض العناصر المغذية أكثر جاهزية للنبات و كذلك إنتاجها لمنظمات نمو للنبات و انعكاس كل ذلك على صحة النبات و مقاومته لمسببات امراض النبات و منها فايروسات النبات (Hossain و Sultana، 2020).

2-15 استعمال بعض العوامل الإحيائية في مقاومة فايروسات النبات

استغلت بعض الاحياء المجهرية كالفطريات و البكتريا في مكافحة العديد من مسببات امراض النبات و منها فايروسات النبات، فضلا عن دورها في تحسين خصوبة التربة و نمو النبات (Gopalakrishnan و آخرون، 2015). اثبتت بعض انواع البكتريا *Bacillus* كفاءتها في مكافحة العديد من مسببات امراض النبات لإنتاجها بعض المضادات الإحيائية ذات التأثير الواسع المدى و المواد المحفزة للمقاومة الجهازية للنبات ضد مسببات المرضية (Induced systemic resistance، ISR)، كما ان لها دوراً في إنتاج بعض منظمات النمو و زيادة جاهزية بعض العناصر المعدنية (Medhat و آخرون، 2023). وجد ان البكتريا *Bacillus subtilis* دوراً حيوياً في المحافظة على صحة النباتات بطرائق متعددة منها حماية النبات من هجمات المسببات المرضية المختلفة و كذلك إنتاجها لبعض المواد و منها الانزيمات المحللة مثل Protease و Chitinase و Glucanase (Magistrado-Coxen و آخرون، 2019).

يعد الفطر *Trichoderma spp.* من أكثر الفطريات المستعملة في مكافحة مسببات امراض النبات و ذلك لتواجده في معظم انواع الترب و على البقايا النباتية و ذلك بسبب قدرته التنافسية العالية، بالإضافة سرعة تأقلمه و سهولة عزله و سرعة نموه على الأوساط الزراعية (Ali و Khan و آخرون، 2020 و Xue و آخرون، 2021). كما انه ينتج طيف واسع من الإنزيمات و المواد الحيوية الفعالة ذات الدور الفعال في تحفيز المقاومة الجهازية في النبات، بالإضافة إلى الاليات المختلفة التي يمتلكها الفطر مثل التطفل و المنافسة و زيادة جاهزية العناصر المغذية للنبات و انتاج بعض منظمات النمو و غيرها (Devi و آخرون، 2020).

أظهر الفطر *Trichoderma asperellum* كفاءة عالية في مكافحة بعض مسببات امراض النبات و منها الفطر *Phytophthora infestans* المسبب لمرض اللبحة المتأخرة على الطماطة من خلال دوره في تحفيز المقاومة الجهازية لإنتاج مواد كيميائية مختلفة منها حامض السالسليك و الفينولات و عدد من الانزيمات مثل Peroxidase و Oxidase و Lipoxygenase (Cataldo و آخرون، 2022). وجد AL-Abedy و آخرون (2021) ان تنمية نبات الطماطة في تربة معاملة بأنواع مختلفة من الفطر *Trichoderma spp.* ادى إلى تقليل شدة الإصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) و باختلاف معنوي عن معاملة المقارنة. كما لوحظ أن معاملة شتلات التين (*Ficus carica*) بالفطر *Trichoderma harzianum* وفر حماية عالية ضد فايروس موزائيك التين (*Fig mosaic virus*، FMV) من خلال خفض المعنوي لشدة الإصابة و زيادة بعض معايير النمو قياساً بمعاملة المقارنة (زغير، 2021). ذكر Rochal و آخرون (2021) أن استعمال الفطريات *Trichoderma polysporum* و *Trichoderma atroviridae* و *T. harzianum* أعطى نتائج جيدة في مقاومة فايروس تجعد أوراق الفلفل (*Pepper leaf vurl virus*) (PeLCV) على نبات الفلفل (*Capsicum annum*). اظهرت نباتات الطماطة و البطيخ و الخيار النامية في ترب ملوثة ببعض أنواع الفطر *Trichoderma spp.* و البكتريا *B. subtilis* حماية عالية لنباتات من الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) خصوصاً عند المعاملة بها قبل الإصابة بالفايروس (جبار، 2022 و المسعودي، 2022 و كريم، 2023).

3- المواد و طرائق العمل Materials and Methods

3-1-1 الأجهزة و الأدوات المستعملة في الدراسة.

جدول 1: الأجهزة و الأدوات المستعملة في الدراسة.

ت	اسم الجهاز	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	المؤصدة (Autoclave)	LabTech	South Korea
2	غرفة العزل (Laminar flow hood)	LabTech	South Korea
3	ميزان حساس (Analytical balance)	Sartorius	Japan
4	ثلاجة (Refrigerator)	Sartorius	Japan
5	انابيب اختبار (Test tubes)	Sigma	England
6	دوارق زجاجية مختلفة الاحجام (Flasks)	Unisonic	England
7	اوراق ترشيح دقيقة (Filter papers)	Whatman	England
8	جهاز تفاعل البلمرة المتسلسل وملحقاته (Thermal cyclor)	MWG Biotch	Germany
9	جهاز الترحيل الكهربائي (Gel electrophoresis)	Scientific co. Shando	U.K.
10	فرن كهربائي (Microwave oven)	Panasonic	Japan
11	جهاز قياس الحرارة و الرطوبة (Thermohygrometer)	_*	China
12	جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometry)	Apel	Japan
13	جهاز قياس الاس الهيدروجيني (pH-meter)	MBH	USA
14	ماصات دقيقة (Micropipetes)	Ratiolab	Germany
15	جهاز طرد مركزي مبرد (Cooling centrifuge)	Labortechni k	Germany

Germany	Heidolph	جهاز مزج (Vortex mixer)	16
England	Photox	جهاز تسخين (Hot plate)	17
China	-*	اصص بلاستيكية (Plastic pots)	18
India	ELICO	جهاز فوتوميتر اللهب الضوئي (Photoelectric flame photometer)	19
China	Mammanlex	مطحنة كهربائية (Electric grinder)	20
Japan	Olympus	مجهر ضوئي مركب (Compound light Microscope)	21
England	Gallenhamp	حمام مائي (Water Bath)	22

*تعني الجهاز لا يحمل اسم الشركة المصنعة او بلد المنشأ.

3-1-2 المواد الاحيائية و الكيمائية المستعملة في الدراسة

جدول 2: المواد الاحيائية المستعملة في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV).

ت	اسم المادة	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	المبيد الاحيائي TriBio5	-	Iraq
2	المبيد الاحيائي Verox	Marvel	USA
3	المبيد الاحيائي Trichozon	الجود	Iraq

جدول 3: المواد المستعملة في استخلاص الحامض النووي (RNA) و بناء الحامض النووي منقوص الاوكسجين المتمم (cDNA) و تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) و الترحيل الكهربائي لنتاج الحامض النووي المضاعف.

اسم المادة	Cat. No.	الشركة المصنعة	المنشأ
10xTBE buffer	IBS-BT004	Biobasic	America
DNA ladder marker	24073	INtRON	Korea
Agarose gel	9012-36-6	EMD	Germany
Safe Gel Stain Dye	A4671	ADDBIO INC	Korea
Reverse Transcriptase	LOT-0000487645	Promega	America

Korea	LiliF	LOT-302320553	Maxime TM PCR PreMix (i-Taq)
-------	-------	---------------	---------------------------------

جدول 4: مكوّنات المحلول الدارى الفوسفاتي (Sörenson phosphate buffer solution) 0.07M) المستعمل في تلقيح النباتات ميكانيكياً بالفايروس.

11.8 غم	فوسفات الصوديوم المائية ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
9.06 غم	فوسفات البوتاسيوم (KH_2PO_4)
اكمل الحجم الى 2 لتر بواسطة الماء المقطر مع تثبيت الدالة الحامضية (pH) عند 7.14 بإضافة حامض الهيدروكلوريك (HCl). حفظ المحلول في الثلاجة عند درجة حرارة 4 م لحين الاستعمال.	

جدول 5: المواد الكيميائية المستعملة في هذه الدراسة.

ت	اسم المادة	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	ماء مقطر (Distilled water)	-*	Iraq
2	هيبوكلورات الصوديوم (Sodium hypochlorite)	BDH	Iraq
3	كحول ايثيلي (Ethanol)	-	Iraq
4	القطن و الشاش (Cotton & muslin)	تجاري	Iraq
5	كلوروفورم (Chloroform)	BDH	England
6	هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)	BDH	England
7	حامض الهيدروكلوريك (HCl)	BDH	England
8	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	BDH	England
9	حامض البيروكلوريك (HClO_4)	BDH	England

*تعني المادة لا تحمل اسم الشركة المصنعة.

جدول 6: المواد الكيميائية المستعملة في التحاليل الكيميائية.

نوع التحليل	المادة	الوزن او الحجم (مل او غرام)
هضم العينات	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	4 مل
	حامض البيروكلوريك ($HClO_4$)	2 مل
	ماء مقطر	50 مل
الجبرلين	ماء مقطر	25 مل
	الكحول الايثيلي	5 مل
	ايثر	5 مل
	الكحول الميثيلي	5 مل
السايتوكابينين	كلوروفورم	3 مل
	كحول ميثيلي	5 مل
	امونيا	0.5 مل
	ماء مقطر	10 مل
الصوديوم	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	4 مل
	حامض البيروكلوريك ($HClO_4$)	2 مل
الكالسيوم	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	4 مل
	حامض البيروكلوريك ($HClO_4$)	2 مل
البوتاسيوم	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	4 مل
	حامض البيروكلوريك ($HClO_4$)	2 مل
الحديد	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	4 مل
	حامض البيروكلوريك ($HClO_4$)	2 مل
الرصاص	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)	4 مل
	حامض البيروكلوريك ($HClO_4$)	2 مل
الفسفور	مولبيدات الامونيوم	22.5 غرام

1.25 غرام	فاندات الامونيوم	
10 مل	حامض النتريك (HNO ₃)	
0.21 غرام	KH ₂ PO ₄	
0.5 مل	الكاشف الجاهز Folin Ciocalteu	الفينولات
10 مل	الميثانول	
80 مل	Acetic acid	
30 غم	Metaphosphoric acid (m-HPO ₃)	
0.06 غم	حامض الاسكوربيك (C ₆ H ₈ O ₆)	تحليل فيتامين C
5 مل	حامض الكبريتيك المركز (H ₂ SO ₄)	
5 غرام	مولبيدات الامونيوم	
2 غرام	EDTA	
4 غرام	Oxalic acid	
3 غرام	Sulfosalicylic acid	
1.25 غرام	Ninhydrin	البرولين
30 مل	Acetic acid	
6 مل	phosphoric acid	
5 مل	برولين	
1.36 غرام	KH ₂ PO ₄	انزيم الكاتليز (CAT)
1.7 غرام	K ₂ HPO ₄	
1 مل	H ₂ O ₂	
1.36 مل	Guaicaol	انزيم البيروكسيديز
0.4 مل	H ₂ O ₂	

طرائق العمل:

2-3 العزل و التشخيص لفايروس موزائيك الخيار (CMV)

1-2-3 مصدر عزلة الفايروس

تم جمع عينات ورقية من بعض نباتات الطماطة المزروعة في البيوت البلاستيكية الواقعة في ناحية الحيدرية (خان النص) بين محافظتي النجف و كربلاء خلال الموسم الزراعي 2021-2022. تميزت تلك النباتات بظهور أعراض مرضية متمثلة بموزائيك خفيف اصفر او اخضر في اوراق القمم النامية للنبات و تقزم في النبات (شكل 6). وضعت تلك العينات في اكياس بلاستيكية و حفظت في صندوق فليبي حاوي على الثلج و جلبت الى مختبر فايروسات النبات قسم وقاية النبات كلية الزراعة/ جامعة كربلاء لاستعمالها في تلقيح نباتات طماطة حديثة النمو و استعمالها كمصدر لعزلة الفايروس. سحقت 5 غرامات من العينة الورقية المصابة في هاون خزفي بوجود 15 مل من المحلول الفوسفاتي الدارئ (M Sörenson phosphate buffer 0.07) لإجراء عملية التلقيح الميكانيكي (وفق طريقة العمل المذكورة لاحقاً) لنباتات الطماطة بعمر 3-6 اوراق حقيقية مزروعة في سنادين بلاستيكية (22*24 سم) و موضوعة في صناديق خشبية مغطاة جوانبها بقماش الململ لمنع دخول الحشرات الناقلة للفايروسات الى النباتات الملقحة. تم تنميت نباتات الطماطة الملقحة بالفايروس في البيت البلاستيكي التابع لكلية الزراعة/ جامعة كربلاء، لفترة 120 يوم اخذين بنظر الاعتبار تنشيط عزلة الفايروس 10 مرات بين فترة و أخرى و ذلك عن طريق التلقيح الميكانيكي لنباتات حديثة النمو (3-6 اوراق حقيقية) للحفاظ على العزلة كمصدر للفايروس.



شكل 6: نباتات الطماطة غير المصابة والمصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV).

2-2-3 التلقيح الميكانيكي (Mechanical inoculation)

لغرض إجراء عملية التلقيح الميكانيكي، غطيت نباتات طماطة بعمر 3-6 اوراق حقيقية بواسطة جرائد رطبت برشها بماء الحنفية بين فترة و أخرى لجعل النباتات أكثر حساسية للإصابة بالفايروس. بعد مرور حوالي 24 ساعة، تم تحضير لقاح الفايروس بسحق 5 غرامات من أوراق النبات المصابة في 15 مل من محلول الفوسفات الدارئ (0.07 M Sorenson phosphate buffer). اعطيت جميع النباتات المراد تلقيحها رشة خفيفة من مادة (الكاربورندم) (Carborundum powder)، ثم لقت بمساعدة قطعة من القماش المغموسة في مستخلص النبات المصاب المحضر مسبقا. كما نفذت معاملة المقارنة (Negative control) في جميع التجارب المنفذة في هذه الدراسة عن طريق تلقيح نباتات أخرى بمحلول الفوسفات الدارئ فقط مع تنميتها في البيت البلاستيكي نفسه و قطع البيت من المنتصف. غسلت جميع النباتات الملقحة بالماء بعد مرور حوالي 30 دقيقة من عملية التلقيح مع الحفاظ على منع دخول الحشرات و ذلك بتغطية الأبواب بقماش ساران محكم مع رش البيت البلاستيكي اسبوعياً بمبيد حشري Thiocyclam (Hydrogen Oxalate 50% (Mars). تم متابعة جميع النباتات الملقحة بشكل يومي لتسجيل اي ظهور و تطور للأعراض المرضية الناتجة عن الفايروس.

3-2-3 التشخيص الجزيئي لفايروس موزانيك الخيار (CMV) باستعمال تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) و تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية لنتاج الحامض النووي المضاعف

1-3-2-3 استخلاص الحامض النووي (RNA) الكلي من النبات

تم استخلاص الحامض النووي الكلي (Total RNA) من نباتات الطماطة باستخدام العدة (Cat. No: FAPGK001 ،FavorPrep™ Plant total RNA mini kit) المجهزة من قبل شركة Favrogen و باتباع الخطوات الاتية مع بعض التحوير:

1- اخذت عينة ورقية (100 ملغم) طرية و وضعت في انبوبة اختبار Eppendorf (tube) لغرض سحقها جيداً بواسطة مدقة بلاستيكية صغيرة (Micropestle) و بمساعدة الزجاج الناعم و المعقم.

2- اضيف 500 مايكرو ليتر من المحلول الدارئ FARB الى العينة ثم رجت باستعمال جهاز المازج (Vortex Mixer) و بعدها حضنت الانبوبة في درجة حرارة الغرفة لمدة خمسة دقائق مع رج الانبوبة كل دقيقتين خلال فترة التحضين.

3- وضعت انبوبة الترشيح (Filter column) في انبوبة جمع (Collection tube)، ثم نقلت العينة (Sample mixture) الى انبوبة الترشيح التي اخضعت الى عملية الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة لكل دقيقة (rpm)، ثم نقل الراشح الى انبوبة اختبار جديدة (Eppendorf tube).

4- اضيف حجم 1 من الايثانول (70%) و مزج جيداً بواسطة جهاز المزج (Vortex mixer).

5- وضعت انبوبة الـ FARB (FARB mini column) في انبوبة جمع (Collection tube)، ثم نقل اليها الخليط الناتج من الخطوة 4. اخضعت الانبوبة الحاوية على الخليط الى عملية الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة/ دقيقة. بعدها تم التخلص من الراشح والاحتفاظ بالانبوبة الحاوية على المرشح (Filter) ذات اللون الاحمر و المرتبط به الحامض النووي (RNA).

6- اضيف 500 مايكرو ليتر من محلول الغسل الداريء (Wash buffer 1) الى الانبوبة (FARB mini column) و اجراء عملية الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة/ دقيقة

للتخلص بعدها من الراشح و الاحتفاظ بالأنبوبة الحاوية على الغشاء ذات اللون الاحمر بإرجاعها الى انبوبة الجمع (Collection tube).

7- اضيف 750 مايكرو ليتر من محلول الغسل الداريء (Wash buffer 2) الى الانبوبة (FARB mini column) و اخضعت للترد المركزي بالسرعة نفسها المذكورة انفاً و لمدة دقيقة واحدة و التخلص بعدها من الراشح مع اعادة هذه الخطوة بإعادة إضافة 750 مايكرو ليتر من محلول الغسل الداريء (Wash buffer 2).

8- تم التخلص من الراشح و ارجاع الانبوبة الحاوية على المرشح (Filter) المرتبط بها الحامض النووي RNA الى انبوبة الجمع.

9- اعادة عملية الطرد المركزي للأنبوبة (FARB mini column) بدون اي اضافة و لمدة ثلاثة دقائق بسرعة 13000 دورة/ دقيقة للتخلص من بقايا المحلول الداريء.

10- اضيف 50 مايكرو ليتر من الماء (RNase-free ddH₂O) الى مركز الغشاء الموجود داخل الانبوبة (FARB mini column) و تركت الانبوبة بشكل عمودي لمدة دقيقة واحدة. بعدها اجريت عملية الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة/ دقيقة لمدة دقيقة واحدة.

11- تم قياس تركيز و نقاوة لمستخلص الحامض النووي الناتج و باتباع المعادلة المذكورة ادناه بعدها حفظ الحامض النووي (RNA) في درجة حرارة -80°م.

$$\text{تركيز الحامض النووي } (\mu\text{g} / \text{ml}) = \text{قيمة الامتصاص الضوئي على طول موجي } 260\text{nm} \times 40 \times \text{عامل التخفيف (Dilution factor)}$$

كما تم معرفة نقاوة الحامض النووي (RNA) عن طريق تطبيق المعادلة الآتية و المذكورة من قبل William و آخرون (1997).

$$\text{نقاوة الحامض النووي} = \frac{\text{مقدار الامتصاص على طول موجي } 260\text{nm}}{\text{مقدار الامتصاص على طول موجي } 280\text{nm}} = \text{RNA}$$

2-3-2-3 بناء الحامض النووي منقوص الاوكسجين المتمم (cDNA synthesis)

لغرض بناء الحامض النووي منقوص الاوكسجين (cDNA) استخدمت العدة Reverse Transcription (USA،Promega ،Cat. No. LOT-CB308121326) و حسب طريقة العمل الموصى بها من قبل الشركة المصنعة و المثبتة ادناه:

- 1- اخذ ثلاثة مايكرو ليتر من مستخلص الحامض النووي (RNA) مع 1 مايكرو ليتر من البادئ العكسي (Reverse primer) لبناء الشريط المتمم لجين الغلاف البروتيني للفايروس، ثم أكمل الحجم الى خمسة مايكرو ليتر بواسطة الماء (Nuclease-free water).
- 2- حضن الخليط بدرجة حرارة 70 م° لمدة خمس دقائق بمساعدة جهاز الدورات الحرارية (Thermal cycler)، بعدها حضن على الثلج لمدة خمسة دقائق.
- 3- بمعزل عن الخليط السابق حضر خليط اخر مكون من اربعة مايكرو ليتر من المحلول الداريء (5xbuffer) و اربعة مايكرو ليتر من كلوريد المغنسيوم (MgCl₂) و 1 مايكرو ليتر من كل من مزيج النيوكلو تيدات (PCR Neo. Mixture) و انزيم النسخ العكسي (RT)، ثم اكمل الحجم الى 15 مايكرو ليتر بإضافة الماء (Nuclease-free water) بحجم خمسة مايكرو ليتر.

4- تم مزج الخليط الناتج في الخطوة الثانية (خمس مايكرو ليتر) مع الخليط الناتج من الخطوة الثالثة (15 مايكرو ليتر) وتحضنيهما في درجة حرارة 25 م° لمدة خمسة دقائق، ثم حضن لمدة ساعة واحدة في درجة حرارة 42 م°. بعدها أصبح الحامض النووي المتمم (cDNA) جاهزاً لاستعماله في تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR).

4-2-3 استعمال تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR amplification) في مضاعفة الغلاف**البروتيني (Coat protein) لفايروس موزائيك الخيار (CMV)**

لغرض تشخيص الفايروس جزيئياً استعمل اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل باستخدام العدة PCR Per Mix Maxime Cat. No.25026 (i-Taq) المجهزة من قبل شركة Favorgen. نفذ تفاعل البلمرة المتسلسل بحجم اجمالي 25 مايكرو ليتر والحاوي على 1 مايكرو ليتر من كل البادئ الامامي (-5)

CCCCGGATCCACATCAYAGTTTTRAGRTTCAATTC-3

و الخلفي (3-CCCCGGATCCTGGTGGCCTT-5³، Chen، 2003) و 1 مايكروليتر من الحامض النووي (cdNA). وضعت جميع المكونات المذكورة اعلاه في الانبوبة المجهزة من قبل الشركة المصنعة و أكمل الحجم بالماء (Nuclease-free water) إلى 25 مايكرو ليتر. تم مضاعفة الحامض النووي باستخدام خطوات و ظروف تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الآتية: عملية مسخ اولي (Initial denaturation) للحامض النووي (DNA) لمدة خمس دقائق في درجة حرارة 98 °م متبوعة بـ 35 دورة مؤلفة كل منها من عملية مسخ نهائي (Final denaturation) لمدة 40 ثانية في درجة حرارة 94 °م، ارتباط البودئ (Primer annealing) لمدة 40 ثانية في درجة حرارة 55 °م و من ثم استطالة اولية (Initial elongation) لنتائج الحامض النووي المضاعف (PCR-amplified product) لمدة دقيقة واحدة في درجة حرارة 72 °م و اخيراً انتهاء تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) بخطوة الاستطالة النهائية (Final elongation) في درجة حرارة 72 °م لمدة خمسة دقائق.

5-2-3 الترحيل الكهربائي باستعمال هلام الاكاروز و تحليل تسلسل القواعد النيتروجينية لنتائج الحامض النووي (PCR product)

حضرت طبقة هلام الأكاروز (Agarose gel) بعد اخذ 1 غرام من مسحوق الاكاروز و إذابته في 100 مل من المحلول الدارى 1x TBE (Tris boric acid EDTA buffer) لحين تحول الخليط إلى محلول رائق. أضيف اربعة مايكروليتر من صبغة الـ Safe gel stain dye بعد انخفاض درجة حرارة المحلول إلى 50-60 °م بعدها جهز قالب (Agarose gel tray) الخاص بصب الاكاروز و الحاوي على المشط في إحدى نهاياته لعمل حفر داخل طبقة الجل، ثم صب الاكاروز المذاب و الحاوي على صبغة الـ Safe gel stain dye و ترك ليتصلب في درجة حرارة الغرفة بعد تصلب طبقة الاكاروز. رفع المشط بحذر وأعيد القالب إلى مكانه في جهاز الترحيل ثم أضيف المحلول الدارى (TBE1) إلى حوض الترحيل (Electrophoresis tank) مغطياً طبقة الاكاروز بارتفاع حوالي 1 سم.

أضيف 10 مايكرو ليتر من الحامض النووي المضاعف بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الى كل حفرة (Well) من حفر طبقة هلام الاكاروز المحضرة سابقا. كما أضيفت خمسة مايكرو ليتر من سلم الحامض النووي (Molecular-weight size marker DNA)) الى الحفرة الموجودة في الجانب الايسر من العينات المضافة لغرض تحديد احجام

الحامض النووي المضاعف أوصلت أقطاب جهاز الطاقة (Power supply) بالتيار الكهربائي و شغل على 150 ملي امبير و لمدة ساعة واحدة بعد اكمال عملية ترحيل العينات فحصت طبقة هلام الأكاروز الحاوية على نواتج الحامض النووي (PCR products) تحت الاشعة فوق البنفسجية (UV trans illumination) و أخذت صور لها.

ارسلت نواتج الحامض النووي (PCR products) المضاعفة من عزلة الفايروس بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) مع البواديء (CMVCP-R و CMVCP-F) الى شركة Macrogen (كوريا الجنوبية) لغرض تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية (Nucleotide sequence) وبالاتجاهين الامامي والخلفي لنواتج الحامض النووي المضاعفة. حللت جميع تسلسلات القواعد النيتروجينية باستخدام برنامج Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) و مقارنتها مع البيانات المتوفرة في المركز الوطني الامريكي للمعلومات التقنية الحيوية (NCBI،National Center for Biotechnology Information) العائدة لنفس الفايروس و المشخصة عالمياً. تم رسم شجرة التحليل الوراثي بواسطة برنامج (Kumar MEGA X و آخرون، 2018).

6-2-3 إختبار إستجابة بعض التراكيب الوراثية لنباتات الطماسة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV)

1-6-2-3 تهيئة النباتات و احداث الاصابة

اختيرت 10 تراكيب وراثية لنبات الطماسة بهدف تحديد استجابتها ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV) (جدول 7) بعد زراعتها بشكل منفصل في أطباق فلينية حاوية على البتموس المعقم في البيت البلاستيكي التابع لقسم وقاية النبات كلية الزراعة/ جامعة كربلاء الخالي من الحشرات. بعد مرور 20 يوماً من الزراعة و في البيت البلاستيكي نفسه، نقلت النباتات بزراعتها في تربة مغطاة بغطاء بلاستيكي اسود لمنع نمو الادغال و مجهزة بمنظومة ري بالتنقيط مثبتة على كل مشعاب من مشعاب التجربة.

جدول 7: التراكيب الوراثية لنبات الطماطة المختبرة في هذه الدراسة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV).

التسلسل	التركيب الوراثي	المنشأ	الشركة المنتجة
1	Bayan	Jordan	Gold seed
2	Emmylou	Jordan	Gold seed
3	Joleene	Jordan	Gold seed
4	Madina	Holanda	Delta seed
5	Heba	Jordan	Gold seed
6	Plato	Jordan	Agro tip
7	Zenga	India	Syngenta
8	Mercur	India	Syngenta
9	Oscar	Holanda	Delta seed
10	Basmah	Jordan	Gold seed



شكل 7: بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة النامية في البيت البلاستيكي و الملقحة ميكانيكيا بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

بعد وصول النباتات للعمر (3-6 اوراق حقيقية) الملائم لعملية التلقيح الميكانيكي، تم تلقيحها ميكانيكياً بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و بنفس الطريقة المذكورة في الفقرة 2-2-3. كما نفذت معاملة مقارنة (Negative control) و ذلك بتلقيح مجموعة اخرى من النباتات لنفس التراكيب الوراثية المذكورة بواسطة المحلول الفوسفاتي الدائري فقط و التي زرعت في البيت البلاستيكي نفسه الذي نمت فيه النباتات الملحة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) (شكل 7). من اجل منع انتقال الاصابة بين النباتات المزروعة و للوقاية من الحشرات الناقلة للفايروسات تم وضع حاجز من البولي اثلين (النايلون)، رشت البيوت البلاستيكية اسبوعياً بالمبيد الحشري Mars (Thiocyclam Hydrogen Oxalate 50%) بالإضافة الى ذلك فان ابواب تلك البيوت البلاستيكية كانت مصنوعة من قماش الساران الذي يسمح بتهوية البيت البلاستيكي دون دخول الحشرات. تم متابعة النباتات يومياً لتسجيل اي ظهور و تطور للأعراض المرضية و لحين انتهاء فترة التجربة بعد مرور 30 يوماً من التلقيح. تم اختبار جميع نباتات التجربة بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل العكسي (RT-PCR) للتأكد من وجود او عدم وجود

الفايروس. حسبت درجات الاصابة بالفايروس وفق المفتاح المثبت ادناه و منها استخرجت شدة الاصابة وفق المعادلة ادنا المذكورة من قبل Murphy وآخرون (2003) مع بعض التحوير.

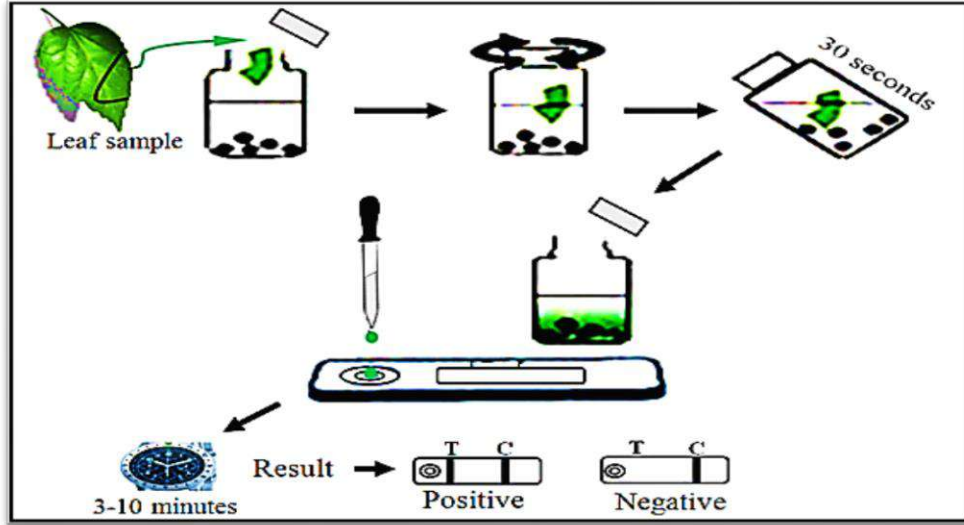
$$\text{شدة الاصابة (\%)} = \frac{\text{عدد النباتات من كل درجة} \times \text{رقم الدرجة}}{\text{عدد النباتات المفحوصة} \times \text{أعلى درجة}} \times 100$$

درجة الاصابة	مقياس شدة الإصابة	النسبة المئوية لشدة الإصابة
0	النباتات سليمة (بدون اعراض مرضية)	0
2	موزائيك قليل على الأوراق	اكثر من 0- 10%
4	موزائيك شديد على الأوراق	اكثر من 10- 25%
6	موزائيك وتشوه في الأوراق	اكثر من 25- 50%
8	موزائيك شديد وتشوه في الاوراق	اكثر من 50- 70%
10	موزائيك شديد و تشوه في الاوراق مع تقزم النبات	اكثر من 70- 100%

2-6-2-3 الكشف عن وجود الفايروسات PVY و PVA و PVV و PVX و PVS في نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)

نفذت هذه التجربة على الترايب الوراثية لنبات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) التي تم إختبارها في هذه الدراسة و ذلك لمعرفة وجود أو عدم وجود الفايروسات PVX و PVV و PVA و PVY و PVS مع فايروس موزائيك الخيار (CMV) و للتأكد ان الأعراض المرضية الظاهرة على النباتات هي اعراض ناتجة عن فايروس موزائيك الخيار (CMV) دون وجود اي تداخل لإصابات واعراض مرضية مستحثة عن فايروسات اخرى.

استعمل في هذه التجربة العدة المتخصصة في الكشف عن الفايروسات PVY و PVA و PVV و PVX و PVS والمجهزة من قبل شركة Pocket diagnostic. تتلخص طريقة استعمال هذه العدة بأخذ قطعة صغيرة من ورقة نبات الطماطة المصاب بفايروس (CMV) و وضعها في قنينة صغيرة (مجهزة من قبل الشركة المصنعة) حاوية على كرات معدنية صغيرة و محلول دارى. رجت القنينة الحاوية على العينة النباتية لحوالي 30 ثانية لسحق العينة الورقية و الحصول على العصير النباتي الحاوي على فايروس موزائيك الخيار (CMV). بعدها تم اضافة 5-4 قطرات من العصير النباتي المستخلص إلى الفتحة الموجودة في كل شريحة من الشرائح الخمسة و المخصص كل منها لتشخيص فايروس معين من الفايروسات المذكورة سابقا (PVY و PVA و PVV و PVX و PVS) و تركت لمدة خمسة دقائق في درجة حرارة الغرفة. عند ظهور خط تحت الحرف T و كذلك الحرف C بان العينة النباتية مصابة بالفايروس، اما ظهور الخط فقط تحت الحرف C يعني ان العينة النباتية غير مصابة بالفايروس (شكل 8).



شكل 8: خطوات استعمال العدة المجهزة للكشف عن الفايروسات PVY و PVA و PVV و PVS و PVX في عينة نباتية مأخوذة من نبات مصاب بفايروس (CMV) المشخصة سابقا بواسطة تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية لنواتج الحامض النووي المضاعفة بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR-amplified products) (Barbar، 2013).

7-2-3 تأثير الفايروس (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد الرصاص

1-7-2-3 هضم العينات النباتية

تم تحليل محتوى النبات من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد و الرصاص باتباع طريقة Jones (1984) في هضم العينات لحين الوصول الى المحلول الشفاف الذي يستعمل لغرض قياس العناصر المعدنية و باتباع الخطوات الاتية:

- 1- تم جمع عينات من ثمار الطماطة من النباتات المصابة وغير المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و وضعها في أكياس ورقية كتب عليها تاريخ الجمع واسم التركيب الوراثي الذي اخذت منه العينة. طحنت العينة جيداً بمساعدة مطحنة كهربائية صغيرة بعد تجفيفها في فرن كهربائي بدرجة حرارة 72 م° و لحين ثبوت الوزن.
- 2- وضع 2.0 غم من العينة المطحونة في بيكر زجاجي (حجمه 10 مل) و اضيف اليها 4 مل من حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) و 2 مل من حامض البيروكلوريك ($HClO_4$) و مزجت جيداً، بعدها رشحت باستعمال ورق الترشيح.

3- سخن الراشح الناتج بدرجة حرارة 50 م° لحين تحول الراشح من اللون الأسود الى الراق الشفاف. بعد انخفاض درجة حرارة الراشح، نقلت كل عينة إلى عبوة بلاستيكية حجم 100 مل و أكمل الحجم بالماء المقطر الى 50 مل لتكون جاهزة لتقدير محتوى تلك العينات من العناصر المعدنية وفق طرائق العمل من قبل ياسر (2016) و المذكورة لاحقاً.

1-1-7-2-3 تقدير الكالسيوم

وضع 50 مل من العينة المهضومة سابقا في بيكر حجم 100 مل لتسجيل قراءة الكالسيوم باستعمال جهاز مطياف اللهب (Flame photometer) و حسب المعادلة الآتي :

$$\text{الكالسيوم (ppm)} = 0.12 \times \text{قراءة الجهاز}$$

2-1-7-2-3 تقدير الصوديوم

وضع 50 مل من العينة المهضومة سابقا في بيكر حجم 100 مل لتسجيل قراءة الصوديوم باستعمال جهاز مطياف اللهب (Flame photometer) و حسب المعادلة الآتية:

$$\text{الصوديوم (ppm)} = 0.12 \times \text{قراءة الجهاز}$$

3-1-7-2-3 تقدير البوتاسيوم

وضع 50 مل من العينة المهضومة سابقا في بيكر حجمة 100 مل لتسجيل قراءة البوتاسيوم باستعمال جهاز مطياف اللهب (Flame photometer) و حسب المعادلة الآتية:

$$\text{البوتاسيوم (ppm)} = 0.12 \times \text{قراءة الجهاز}$$

4-1-7-2-3 تقدير الفسفور

قدر عنصر الفسفور باستعمال جهاز مطياف الضوء (Spectrophotometer)، و تم قياس محتوى الثمار من عنصر الفسفور كما في (شكل 9). ثم طبقت المعادلة الآتية:

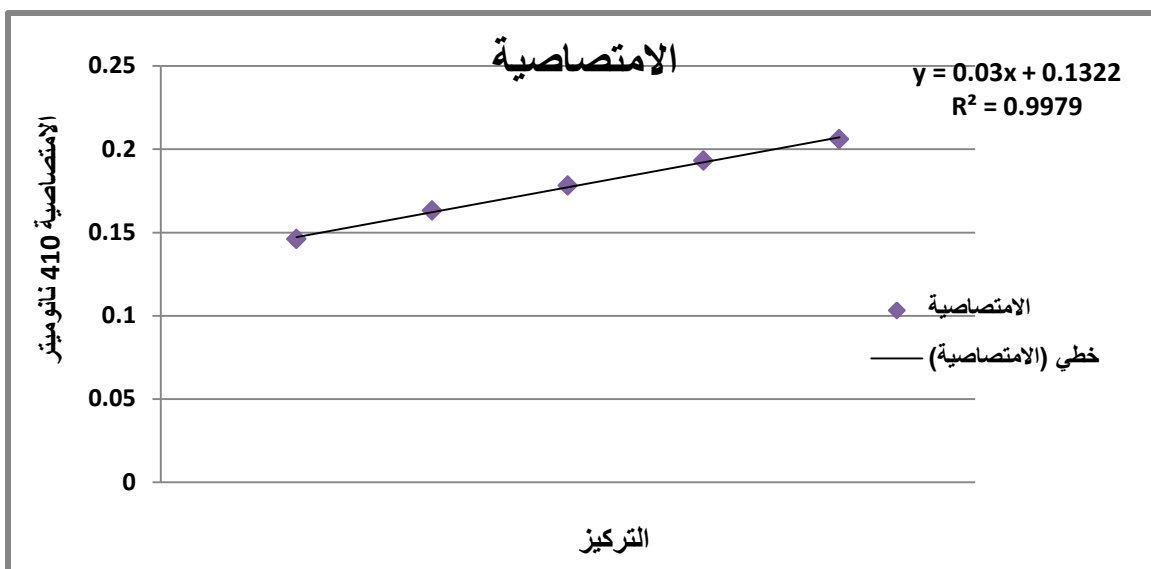
$$0.03X + 0.1322 = Y$$

حيث:

Y: عنصر الفسفور

X: قراءة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) على الطول الموجي 410

نانوميتر.



شكل 9: المنحنى القياسي لعنصر الفسفور.

5-1-7-2-3 تقدير الحديد

تم تقدير تركيز عنصر الحديد بجهاز مطياف الامتصاص الذري (Atomic Absorption spectroscopy) وحسب طريقة Page وآخرون (1982). حيث وضع 50 مل من العينة المهضومة سابقا في بيكر حجمة 100 مل لتسجيل قراءة عنصر الحديد حسب المعادلة التالية:

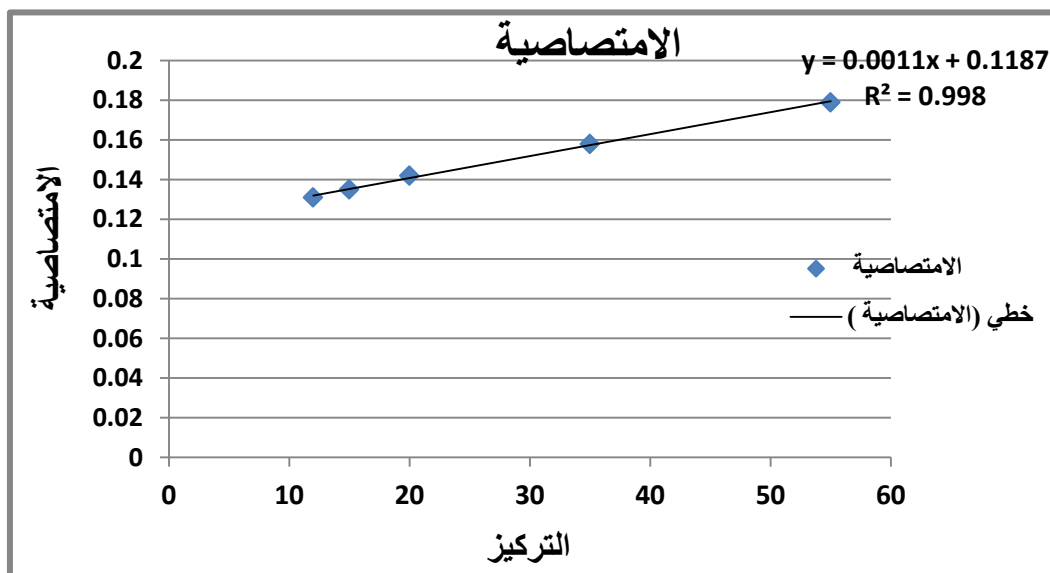
$$0.0011X + 0.1187 = Y$$

ثم رسم المنحنى القياسي كما في الشكل 10.

حيث:

Y: عنصر الحديد

X: قراءة جهاز مطياف الامتصاص الذري (Atomic Absorption spectroscopy).



شكل 10: المنحنى القياسي لعنصر الحديد.

6-1-7-2-3 تقدير الرصاص

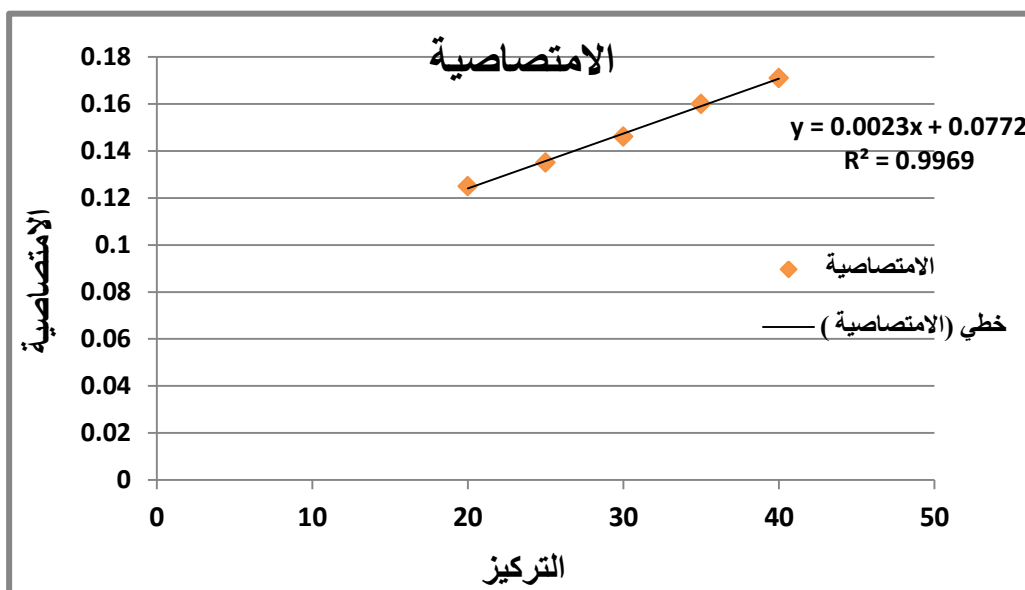
تم قياس تركيز عنصر الرصاص بجهاز مطياف الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectroscopy) وحسب طريقة Page و آخرون (1982) بعد وضع 50 مل من العينة المهضومة سابقا في بيكر حجمة 100 مل لتسجيل قراءة عنصر الرصاص بعدها عمل المنحنى القياسي للرصاص (شكل 11). تم قياس تركيز الرصاص حسب المعادلة التالية:

$$0.00023X + 0.0772 = Y$$

حيث:

Y: عنصر الرصاص

X: قراءة جهاز مطياف الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectroscopy).



شكل 11: المنحنى القياسي لعنصر الرصاص.

2-7-2-3 تأثير فايروس موزايك الخيار (CMV) على الفينولات الكلية في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة

سحق 1 غم من ثمار الطماطة باستعمال هاون خزفي بعد إضافة 10 مل من الميثانول (80%)، ثم سخن المستخلص الناتج لمدة 30 دقيقة في حمام مائي عند درجة حرارة 45 °م ثم رشح بعده عبر ورق ترشيح نوع Whatman No.1. اخذ 1 مل من المستخلص و إضافة 5 مل لها من الماء المقطر و 250 مايكروليتر من كاشف فولن (1 عياري) و ترك المزيج لحين تكوّن اللون الأزرق. اخذت القراءة باستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) عند الطول الموجي 725 نانوميتر (Gailite واخرون، 2005)، بعدها عمل المنحنى القياسي للفينولات (شكل 12). حسب تركيز الفينولات بتطبيق المعادلة الاتية:

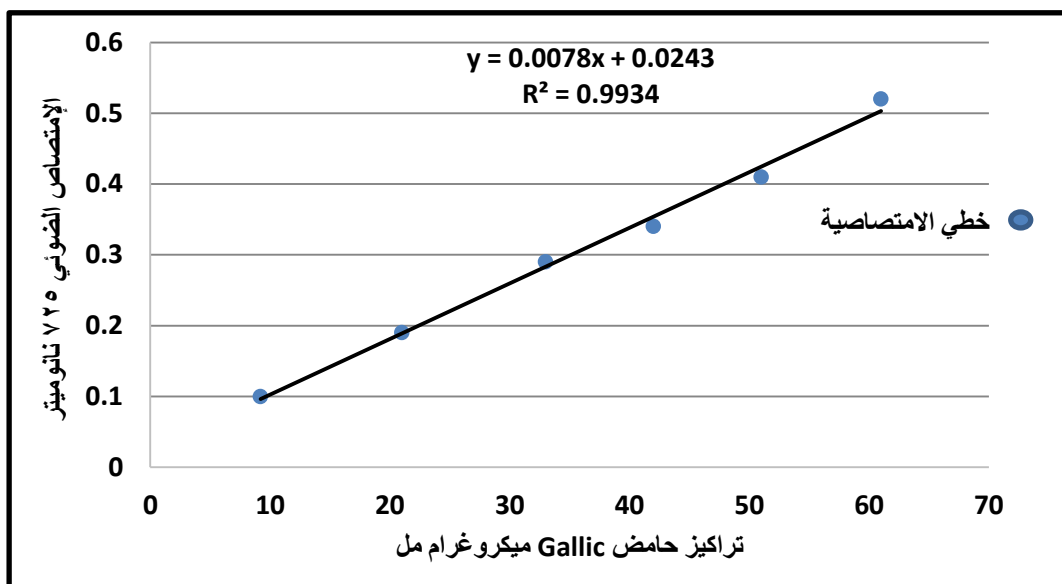
$$0.00243 + X \ 0.0087 = Y$$

حيث:

Y: الفينولات.

X: قراءة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) على الطول الموجي 725

نانوميتر.



شكل 12: المنحنى القياسي للفينولات الكلية.

2-7-2-3 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض الهرمونات في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة

1-3-7-2-3 هرمون الجبريلين (Gibberellin)

أخذ 0.5 غم من الثمار الطرية من كل نبات (مكرر) من التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) لغرض معرفة مدى تأثير الفايروس على المحتوى النباتي لهرمون الجبريلين (Gibberellin). وضعت كل عينة بشكل منفصل في ورق زجاجي سعة 100 مل، ثم اضيف اليها 5 مل من الكحول الايثيلي و 5 مل ايثر و وضعت في الثلاجة بدرجة 5 م° لمدة 10 دقائق. بعدها اضيف الى كل عينة 5 مل من الكحول الميثيلي و رشحت من خلال ورق ترشيح (Whitman filter paper 0.2mm). استعمل الراشح لقياس الامتصاصية على الطول الموجي 254 نانوميتر و باستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) لقياس هرمون الجبريلين و باتباع المعادلة الاتية (Unyayar و آخرون، 1996).

$$162.7X + 0.0368 = Y$$

حيث:

Y: هرمون الجبريلين.

X: قراءة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) الطول الموجي 254 نانوميتر.

2-3-7-2-3 هرمون الساييتوكاينين (Cytokinin)

اخذ 0.5 غم من الثمار الطرية من كل نبات من التركيب الوراثية المصابة وغير المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) لغرض معرفة محتوى الثمار من هرمون الساييتوكاينين. وضعت كل عينة في بيكر زجاجي (حجمه 100 مل) و اضيف اليها 3 مل كلوروفورم و 15 مل من الماء المقطر و 5 مل كحول مثيلي و 0.5 مل امونيا لترشح بعد مزجها جيداً خلال ورق ترشيح و استخدم الراشح لقياس الامتصاصية على الطول الموجي 480 نانوميتر باستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer). حسب وجود هرمون الساييتوكاينين باستعمال المعادلة ادناه و المذكورة من قبل Unyayar و آخرون (1996).

$$214.21X + 0.0551 = Y$$

حيث:

Y: هرمون الساييتوكاينين.

X: قراءة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer عند الطول الموجي 480 نانوميتر.

3-7-2-3 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على تركيز فيتامين C (Ascorbic acid)

في التراكيب الوراثية لنبات الطماطة

تم قياس تركيز فيتامين C في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة باعتماد طريقة العمل المذكورة من قبل Hussain و اخرون (2010).

تحضير المحاليل

* **مولبيدات الامونيوم (5%)**: حضر باذابة 5 غرام منها في 100 مل من الماء المقطر.

* **حامض الاوكزالات (0.05M)**: اخذ 6.3 غرام من (Oxalic acid) مع 5.845 غرام من EDTA (0.02M) و اكمل الحجم الى 100 مل من الماء المقطر.

* **حامض الكبريتيك (5%)**: اخذ 5 مل من حامض الكبريتيك (Sulphuric acid) و اكمل الحجم الى 100 مل ماء مقطر.

* خليط من حامض الخليك الثلجي و الميتافوسفريك: حضر باذابة 80 مل من حامض الخليك مع 30 مل من حامض الميتا فوسفريك و اكمل الحجم الى 500 مل ماء مقطر.

هضم العينات النباتية:

تم اخذ 1 غرام من ثمار العينة الطرية و وضعت في دورق سعة 25 مل و اضيف 10 مل من حامض الاوكزالات ($C_2H_2O_4$) ، بعدها حفظت العينات في الظل لمدة 24 ساعة، ثم الاحتفاظ فيما بعد بالراشح بعد ترشيحه خلال ورق ترشيح.

تحضير المنحنى القياسي:

اذيب 0.1 غم من حامض الاسكوربك (Ascorbic acid) و اذيب في 100 مل من محلول الاوكزالات، ثم اخذ 0.5 و 1 و 2 و 3 و 4 و 4.5 مل من المنحنى القياسي و اضيف اليه 4.5 و 4 و 3 و 2 و 1 و 0.5 مل من محلول الاوكزالات (Oxalic acid) في دورق زجاجي سعته 25 مل. اضيف 0.5 مل من محلول حامض الخليك و الميتا فوسفريك و 2 مل من محلول موليبيدات الامونيوم (Ammonium molybdate) و اكمل الحجم الى 25 مل بالماء المقطر. تمت قراءة العينات على الطول الموجي 760 نانوميتر في جهاز المطياف الضوئي.

طريقة العمل:

اخذ 2.5 مل من العينة النباتية المهضومة و اضيف اليها 2.5 مل من محلول حامض الاوكزالات (Oxalic acid) و 0.5 مل من خليط حامض الميتا فوسفريك (Metaphosphoric acid) و حامض الخليك الثلجي (Acetic acid) و 1 مل من محلول موليبيدات المونيوم (Ammonium molybdate) و بعدها اكمل الحجم الى 25 مل بالماء المقطر. اخذت قراءة العينات باستعمال جهاز المطياف الضوئي و على الطول الموجي 760 نانوميتر.

تعيين المنحنى القياسي:

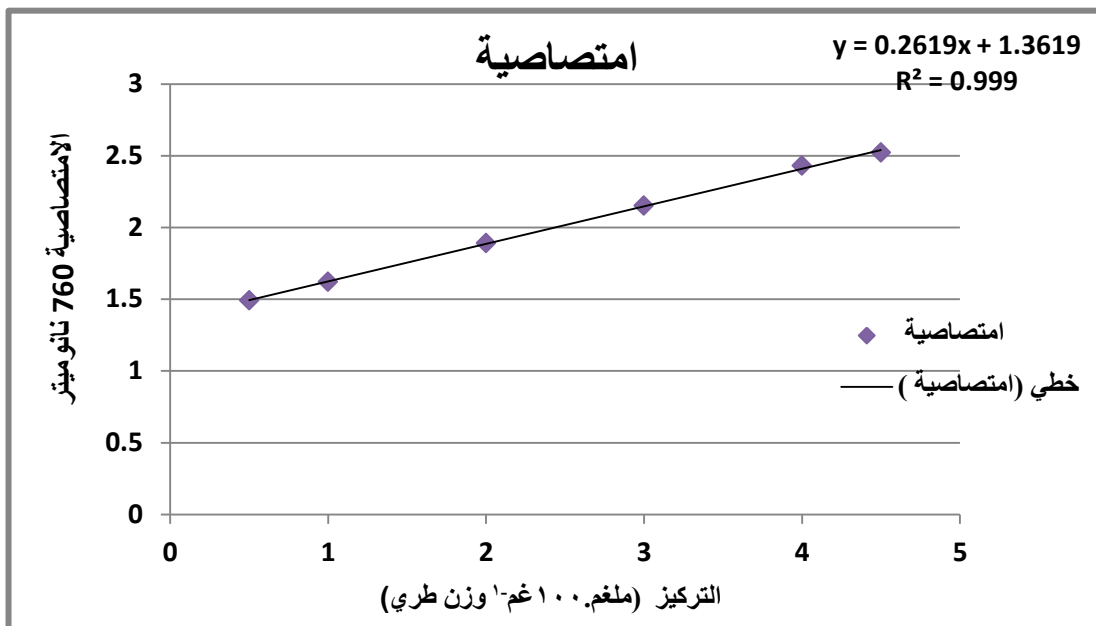
رسمت العلاقة بين تركيز فيتامين C و قيم الامتصاصية (Absorbance values) لكل تركيز و عمل المنحنى القياسي بأخذ التراكيز 0.5 و 1 و 1.5 و 2 و 2.5 و 3 من حامض الاسكوربك (شكل 13). لحساب تركيز فيتامين C في العينات ادخلت القيم الناتجة في المعادلة الاتية:

$$1.3619 + X 0.2619 = Y$$

حيث:

Y: فيتامين C.

X: قراءة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer عند الطول الموجي 760 نانوميتر.



شكل 13: المنحنى القياسي لفيتامين C.

4-7-2-3 تأثير فايروس موزايك الخيار (CMV) على الحامض الاميني البرولين في ثمار التراكيب لنبات الطماطة

اعتمدت طريقة العمل المذكورة من قبل Bates و اخرون (1973) في قياس محتوى البرولين في اوراق النباتات و باتباع الخطوات الاتية:

1- اخذ 0.5 غم من الثمار الطرية للنبات لغرض سحقها في 10 مل من المحلول المائي

سلفاسوليك اسيد (Sulphosalicylic acid) في هاون خزفي و بمساعدة مدقة، ثم وضع

الخليط في جهاز الطرد المركزي بسرعة 2000 دورة/ دقيقة لمدة عشر دقائق.

2- اخذ 2 مل من الطبقة السطحية و اضيف 2 مل من حامض الخليك الثلجي (Glacial

acetic acid) و 2 مل من ننهايدررين (Ninhydrin) في أنبوبة زجاجية.

3- وضعت الانبوبة في حمام مائي في درجة 100 م° لمدة ساعة، ثم برد المخلوط مباشرة في

حمام ثلجي لإيقاف التفاعل. اضيف 4 مل من مادة التولوين (Toluene) و مزج الخليط

جيدا لمدة 20 ثانية وترك بعدها في درجة حرارة الغرفة.

4- فصلت طبقة التولوين (Toluene) و ما تحمله من الحامض الاميني برولين المتجمع في الطبقة العلوية من الخليط و التي اخذ منها 1 مل لغرض اخذ القراءة بواسطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) على الطول الموجي 520 نانوميتر للحصول على تركيز البرولين من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

البرولين بالميكرومول/ الوزن الرطب للعينة بالغرام = (قراءة الجهاز $\times 4 \times 5$ /الوزن الرطب بالغرام) $\times 1.47$

تم رسم المنحنى القياسي للبرولين من خلال اخذ تراكيز مختلفة من البرولين (0.1 و 0.2 و 0.3 و 0.4 و 0.5 و 0.6 و 0.7 و 0.8 و 0.9) (شكل 14).

معادلة المنحنى القياسي:

$$X = Y - 0.0058 \setminus 0.0378$$

حيث:

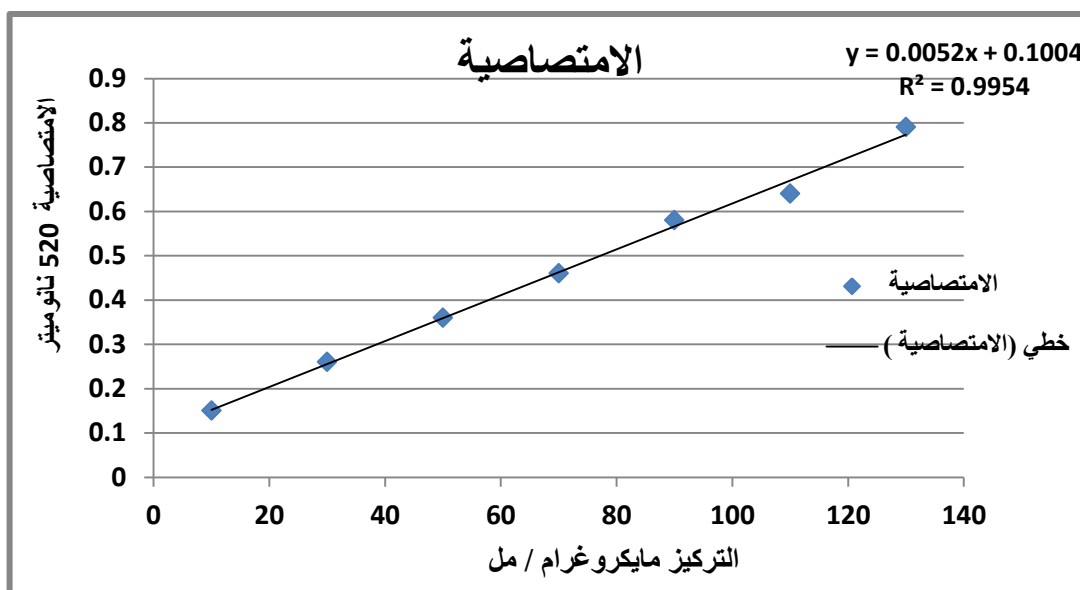
X: تركيز البرولين.

Y: قراءة الجهاز.

ثم ادخلت القراءتين الناتجتين من المعادلتين المذكورة اعلاه في المعادلة المثبتة ادناه:

البرولين بالملي مول /الوزن الرطب بالغرام = تركيز البرولين $\times 20 \times 1.47 / 0.5$

قسم الناتج على 1000 لتحويل النتيجة الى المايكرومول.



شكل 14: المنحنى القياسي للحامض الاميني البرولين.

6-7-2-3 تأثير فايروس موزايك الخيار (CMV) على بعض الانزيمات في ثمار التراكيب
لنبات الطماطة

1-6-7-2-3 انزيم البيروكسيداز (POD)

اتبعت طريقة العمل المعتمدة من قبل الصوفي (2001) في قياس انزيم البيروكسيداز في
العينات النباتية.
تحضير المحاليل:

- 1- محلول الكوايكلول (Guaicaol): حضر بخلط 1.36 مل من الكوايكلول في دورق زجاجي و اكمل الحجم الى 250 مل بالماء المقطر.
- 2- محلول بيروكسيد الهيدروجين (H₂O₂) 0.1%: حضر بأخذ 0.4 مل من بيروكسيد الهيدروجين (30%) و اكمل الحجم الى 120 مل ماء مقطر.
- 3- محلول الترس Tris (0.04 مولاري) مع 1 مولاري من كلوريد الصوديوم (NaCl)، ثم خلطت هذه المحاليل بنسبة 1:1:1:7 مع 7 اجزاء ماء مقطر.

طريقة العمل:

1- جمعت ثمار طرية من نباتات الطماطة و جلبت الى المختبر في صندوق مبرد حاوي على الثلج، و بعد غسلها بالماء وتم تجفيفها بواسطة ورق ترشيح اخذ منها 1 غرام و قطع بواسطة شفرة حادة و معقمة ثم سحقت في هاون خزفي معقم بوجود 4 مل من محلول دارى الفوسفات 0.2 مولاري ذات الاس الهيدروجيني 7.5.

2- اخضعت العينة الى عملية الطرد المركزي بدرجة حرارة 4 م° و لمدة 20 دقيقة و بسرعة 6000 دورة/دقيقة.

3- اخذ 0.1 مل من المستخلص الطافي و اضيف اليه 3 مل من المحلول المحضر من كوايكل (0.05 مولاري) و بيروكسيد الهيدروجين 30% بتركيز 0.02 مولاري.

4- وضعت العينة في جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) و على الطول الموجي 420 نانومتر، مع مراعاة اخذ 6 قراءات متتالية و بفترات فاصلة 30 ثانية. لقياس كمية انزيم البيروكسيديز، طبقت المعادلة الاتية والمذكورة من قبل Whitaker و Bernard (1972).

$$\frac{\Delta \text{قراءة الجهاز}}{\Delta \text{الزمن}} = \frac{\text{التغير بالامتصاصية}}{0.01 \times 0.1}$$

حيث:

0.1: مل حجم العينة.

0.01: الوحدة الواحدة لإنزيم البيروكسيديز (كمية الانزيم التي تسبب زيادة في امتصاص الضوء مقدارها 0.01 وحدة في الدقيقة الواحدة عند طول موجي مقداره 420 نانوميتر.

Δt : التغير بالوقت/دقيقة.

2-6-7-2-3 قياس فعالية إنزيم الكاتيليز (Catalase (CAT)

قيست فعالية إنزيم الكاتيليز (CAT) بواسطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotomete) و حسب طريقة العمل المذكورة من قبل Aebi (1974).

تحضير المحاليل:

- محلول فوسفات البوتاسيوم ثنائي القاعدية (K_2HPO_4): حضر بإذابة 1.7420 غم من فوسفات البوتاسيوم ثنائي القاعدية (K_2HPO_4) في كمية قليلة من الماء المقطر ثم أكمل الحجم الى 200 مل بالماء المقطر.
- محلول فوسفات البوتاسيوم احادي القاعدة (KH_2PO_4): اذيب 1.3608 غم من فوسفات البوتاسيوم احادي القاعدة (KH_2PO_4) في كمية قليلة من الماء ثم أكمل الحجم إلى 200 مل بالماء المقطر.
- محلول دارى الفوسفات (50 مليمول) المنظم عند الاس الهيدروجيني 7: يحتوي على حجم معين من محلول ($KH_2 PO_4$) يضاف إلى 50 مل من محلول (K_2HPO_4) حتى وصول قيمة الاس الهيدروجيني 7.
- محلول بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 تركيزه (30 مليمول): تم تحضيره بأخذ 0.34 مل من بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) 30% و اكمل الحجم الى 100 مل من المحلول المنظم دارى الفوسفات (50 مليمول) المنظم عند الاس الهيدروجيني 7.

طريقة العمل :

تم خلط 0.1 مل من العينة مع 1.9 مل من المحلول المنظم، ثم أضيف 1 مل من محلول بيروكسيد الهيدروجين و خلطت المكونات جيداً لتؤخذ بعدها القراءات لكل عينة عند الطول الموجي 240 نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer). قيست فعالية انزيم الكاتليز (CAT) من خلال المعادلة الآتية:

$$\frac{\Delta \text{قراءة الجهاز}}{\Delta \text{الزمن}} = \text{فعالية انزيم الكاتليز (CAT) (وحدة . مل}^{-1}\text{)} = 0.01 \times 0.1$$

حيث:

0.1: مل حجم العينة.

0.01: الوحدة الواحدة لإنزيم البيروكسيديز (كمية الانزيم التي تسبب زيادة في امتصاص

الضوء مقدارها 0.01 وحدة في الدقيقة الواحدة عند طول موجي مقداره 420 نانوميتر.

Δ t: التغير بالوقت/ دقيقة .

7-7-2-3 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على النسبة المئوية للكربوهيدرات الذائبة في الثمار

تم قياس نسبة الكربوهيدرات الذائبة في ثمار نبات الطماطة حسب طريقة Herbert واخرون (1972) بوضع 1 غم من الثمار في 50 مل ماء مقطر مغلي وضعت بعدها في حمام مائي بدرجة 80 م° لمدة نصف ساعة. بعدها رشحت العينة واكمل الراشح إلى 50 مل بالماء مقطر. اخذ 1 مل من الراشح و اضيف 1 مل من كاشف الفينول (5%) الى العينة و مزجها جيدا. اضيف الى العينة 5 مل من حامض الكبريتيك المركز (H₂SO₄) و من ثم اضافة 10 مل ماء مقطر لغرض التخفيف. تم قياس نسبة الكربوهيدرات الذائبة بواسطة المطياف الضوئي عند الطول الموجي 488 نانوميتر و باتباع المعادلة الاتية:

$$0.1164 + X 0.0009 = Y$$

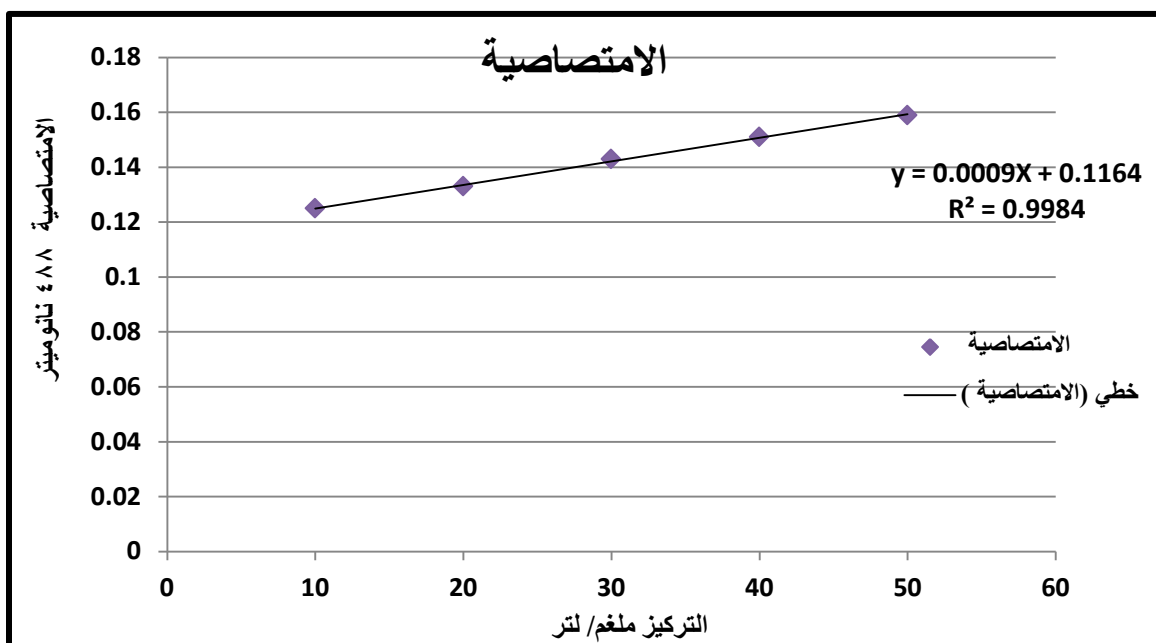
Y: الكربوهيدرات.

X: قراءة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer عند الطول الموجي 488

نانوميتر.

تحضير المنحنى القياسي للكربوهيدرات الذائبة:

تم تحضير محلول الكلوكوز و الفركتور (Stock solution) بإذابة 50 ملغم من الكلوكوز و 50 ملغم من الفركتور في لتر ماء مقطر، ثم حضرت التراكيز 0.0 و 0.2 و 0.4 و 0.6 و 0.8 و 1.0 ملغم/ لتر بأخذ 1 مل من هذه التراكيز و أضيف له 1 مل من كاشف الفينول (5%) و مزج جيداً. أضيف اليه 5 مل من حامض الكبريتيك المركز (H₂SO₄) و مزج جيداً بعدها حددت شدة اللون الناتج بقياس الكثافة الضوئية بواسطة جهاز المطياف الضوئي عند الطول الموجي 488 لرسم المنحنى القياسي من العلاقة بين التراكيز و قراءة الكثافة الضوئية. عمل المنحنى القياسي بأخذ تراكيز من الفركتور و الكلوكوز (0 و 0.02 و 0.04 و 0.06 و 0.08 و 0.1 و 0.12 و 0.14 و 0.16 و 0.18) (شكل 15).



شكل 15: المنحنى القياسي للكربوهيدرات.

8-7-2-3 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض مؤشرات النمو الزهري و الحاصل للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة

8-7-2-3-1 عدد النورات الزهرية نورة. نبات¹

تم حساب عدد النورات الزهرية الكلية للنبات منذ بداية التزهير و حتى نهاية التجربة (180 يوماً). حسب عدد النورات الزهرية بشكل تراكمي و لغرض تلافي حساب النورات الزهرية المحسوبة في القراءات السابقة، فقد تم تعليم تلك النورات باستعمال حلقة مطاطية.

8-7-2-3-2 عدد الزهيرات زهيرة. نورة زهرية¹

تم حساب عدد الازهار في النورات الزهرية لكل نبات في كل مرة و تم وضع حلقة مطاطية لتجنب حسابها في المرة القادمة.

9-7-2-3 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض صفات الحاصل و مكوناته والوزن الجاف للتراكيب الوراثية لنباتات الطماطة

9-7-2-3-1 حاصل النبات الواحد (غم. نبات¹)

تم حساب حاصل النبات الواحد حسب المعادلة التالية:

حاصل النبات الواحد (غم) = حاصل الوحدة التجريبية (غم) // عدد النباتات في الوحدة التجريبية.

2-9-7-2-3 الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري (غم. نبات¹)

في نهاية الموسم قلعت النباتات مع المجموع الجذري و بمساعدة ماء جار لتسهيل عملية قلع النبات و التخلص من الأتربة العالقة بالجذر. وضع كل نبات (مكرر ضمن المعاملة الواحدة للتركيب الوراثي لنبات الطمطة) في أكياس ورقية و تركت لتجف هوائياً لحين ثبوت الوزن ثم اخذت الاوزان الجافة لها.

1-9-2-3 تهيئة النباتات المعاملة بالمواد الاحيائية المستعملة في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV)

تم زراعة بذور نباتات طمطة صنف Joleene الذي اثبتت حساسيته في تجربة اختبار استجابة التراكيب الوراثية ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV)، في اصص بلاستيكية (ابعادها 30*40 سم) وضع فيها تربة معقمة مزيجية مع البتموس (1:1) بعد وصول النباتات الى العمر المطلوب لعملية التلقيح الميكانيكي (3-6 اوراق حقيقية)، قسمت الاصص إلى ثلاثة مجاميع لغرض معاملتها بالمبيدات الاحيائية (جدول 8) و كالآتي:

1- نباتات المجموعة الاولى: لقحت بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و بعد اسبوع تم معاملة النباتات بالمبيدات الاحيائية.

2- نباتات المجموعة الثانية: تم معاملتها بالمعاملات المذكورة في جدول (8) و بعد مرور اسبوع من المعاملة لقحت بالفايروس ميكانيكياً.

3- نباتات المجموعة الثالثة: لقحت النباتات بالفايروس (CMV) و عوملت بالمواد الاحيائية بنفس الوقت.

كما نفذت معاملة مقارنة خالية من الإصابة بتلقيح نباتات أخرى بواسطة المحلول الدارى فقط الموضحة في جدول (4). لقحت نباتات أخرى ايضاً بالفايروس فقط لاعتمادها كمعاملة مقارنة موجبة (Positive control). بعد مرور أربعة أسابيع من التلقيح بالفايروس حسب شدة الإصابة بالمرض حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 4-12-1. تم الكشف عن وجود او عدم وجود الفايروس في النباتات المعاملة بعد استخلاص الحامض النووي (Total RNA) من النباتات المعاملة. كما اخذت عينات ورقية من النباتات المعاملة لغرض تحليل بعض المواد الكيميائية التي لها دور في مقاومة الفايروس و المذكورة لاحقاً.

جدول 8: المبيدات الإحيائية المستعملة في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV).

ت	اسم المادة	الوزن	طريقة المعاملة
1	Trichozon	** 1 غم كغم تربة ¹	إضافة الى التربة
2	Verox	* 5 غم لتر ماء ¹	الرش لغاية بلل الأوراق بواسطة مرشاة سعة واحد لتر
3	TriBio5	** 0.5 غم كغم تربة ¹	إضافة الى التربة

* حسب التعليمات الموصى بها من قبل الشركة المصنعة.

** حسب البحوث السابقة التي استخدم فيها هذا المبيد.

2-9-2-3 تقدير محتوى النبات من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد و الرصاص

1-2-9-2-3 هضم العينات النباتية

لغرض تقدير محتوى النبات من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد الرصاص، اتبعت طريقة Jones (1984) في هضم العينات والمذكورة في الفقرة 1-7-2-3

2-2-9-2-3 تقدير الكالسيوم

تم تقدير الكالسيوم حسب طريقة العمل المذكورة في الفقرة 1-1-7-2-3.

3-2-9-2-3 تقدير الصوديوم

حلل الصوديوم حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 2-1-7-2-3.

4-2-9-2-3 تقدير البوتاسيوم

تم تحليل البوتاسيوم حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 3-1-7-2-3.

5-2-9-2-3 تقدير الفسفور

تم تحليل الفسفور حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 4-1-7-2-3.

6-2-9-2-3 تقدير الحديد

تم تحليل الحديد حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 5-1-7-2-3.

7-2-9-2-3 تقدير الرصاص

تم تحليل الرصاص حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 6-1-7-2-3.

- 3-9-2-3** تقدير بعض المركبات الكيميائية الفينولات الكلية في النبات
حللت الفينولات الكلية حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 1-2-7-2-3.
- 4-9-2-3** تقدير محتوى النبات من الهرمونات النباتية الجبريلين و السايبتوكاينين.
اخذ قياس الجبريلين حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 1-3-7-2-3.
و السايبتوكاينين حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 2-3-7-2-3.
- 5-9-2-3** تقدير الفيتامينات النباتية
تم تحليل الفيتامين C حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 4-7-2-3.
- 6-9-2-3** تقدير الحامض الاميني البرولين
حلل الحامض الاميني البرولين حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 5-7-2-3.
- 7-9-2-3** تقدير محتوى النبات من الانزيمات النباتية البيروكسيدز والكاتليز
حلل انزيم البيروكسيدز (Peroxidase) حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 1-6-7-2-3
و الكاتليز (Catlase) حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 2-6-7-2-3.
- 8-9-2-3** تقدير محتوى النبات من الكربوهيدرات النباتية
حللت الكربوهيدرات حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 7-7-2-3.
- 9-9-2-3** حساب عدد النورات الزهرية/ نبات
تم حساب عدد النورات الزهرية في النبات الواحد حسب الطريقة المذكورة في
الفقرة 1-8-7-2-3.
- 10-9-2-3** حساب عدد الزهيرات/ نورة زهرية
تم حساب عدد الزهيرات في النبات الواحد حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 2-8-7-2-3.
- 11-9-2-3** حاصل النبات الواحد (غم/ نبات)
تم قياس حاصل النبات الواحد حسب الطريقة المذكورة في الفقرة 1-9-7-2-3.
- 12-9-2-3** الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم/ نبات)
تم اخذ الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري معا حسب الطريقة المذكورة في الفقرة
2-9-7-2-3.

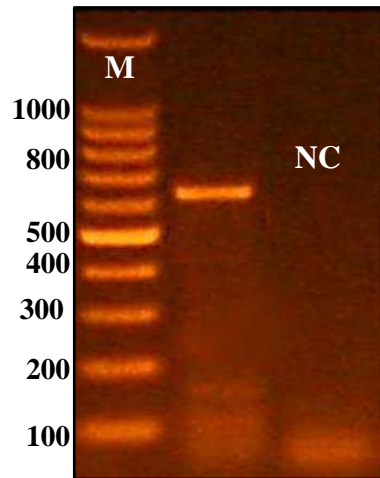
10-2-3 التحليل الإحصائي

نفذت جميع التجارب حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (Completد) باستخدام البرنامج الإحصائي Genstat. كما تم مقارنة المتوسطات باستخدام اختبار اقل فرق معنوي (Least (L.S.D ،Significant Difference) و عند مستوى احتمالية (0.05) (الراوي وآخرون، 2000).

4- النتائج و المناقشة Results and Discussion

4-1-1-1 التشخيص الجزيئي لفايروس موزائيك الخيار (CMV)

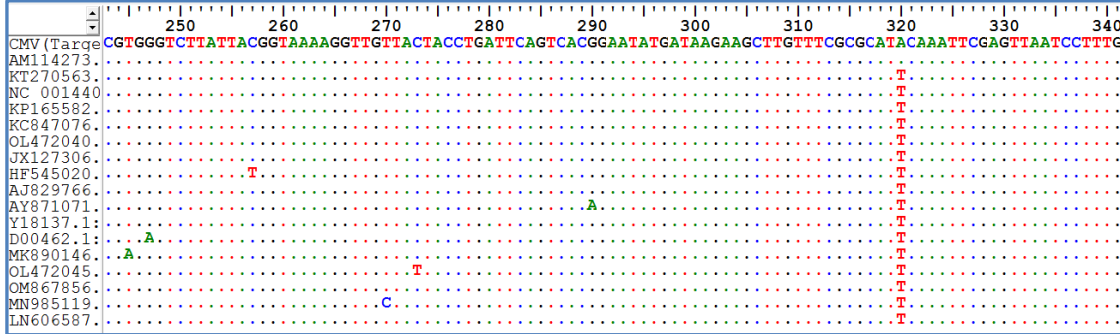
اظهرت نتائج مضاعفة الحامض النووي المتمم (cDNA)، الناتج من الحامض النووي (RNA) المستخلص من نبات الطماطة المصاب بالفايروس المراد تشخيصه، امكانية مضاعفة ناتج من الحامض النووي (PCR-amplified product) بحجم 650 زوج قاعدة نيتروجينية (Base pair، bp) و باستخدام البوادي الامامية و الخلفية (CMVCP-F و CMVCP-R، على التوالي) (شكل 16).



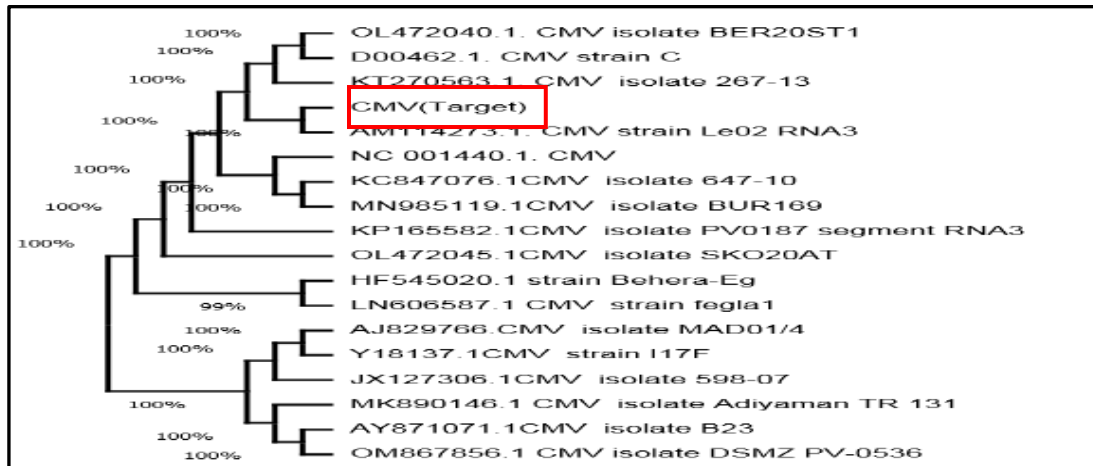
شكل 16: ناتج الحامض النووي (PCR product ~650bp)، المضاعف باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) و باستخدام زوج البوادي CMVCP-F و CMVCP-R، من عزلة فايروس موزائيك الخيار (CMV) المعزولة في هذه الدراسة من نباتات الطماطة. **NC:** معاملة مقارنة سالبة (Negative control) بكل مكونات تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR mixture) باستثناء الحامض النووي الفيروسي المستخلص من النبات المصاب. **M =** سلم الحامض النووي (DNA ladder marker) بعدد ازواج القواعد النيتروجينية (bp) و بأحجام مثبت كل منها على الجانب الايسر من الشكل.

أثبتت نتائج تحليل تسلسل القواعد النيتروجينية (Nucleotide sequence analysis) لنتائج الحامض النووي المضاعف من عزلة الفايروس المراد تشخيصها و باستعمال برنامج BLAST بأن عزلة الفايروس المعزولة في هذه الدراسة هي عائدة الى فايروس موزائيك الخيار (CMV). تبين من خلال مقارنة تسلسل القواعد النيتروجينية للمنطقة الجينية المستهدفة و المضاعفة من عزلة فايروس

موزائيك الخيار (CMV) المعزول في هذه الدراسة مع عزلات الفايروس (CMV) الاخرى المسجلة سابقاً في المركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية/ الامريكي (NCBI) ان هناك نسبة تشابه بلغت 100% مع عزلة الفايروس المشخصة في هنغاريا (AM114273.1) و 99% مع جميع العزلات المسجلة في المركز المذكور و منها العزلات المشخصة في صربيا (KT270563.1) و (KC847076.1) و امريكا (NC_001440.1) و بريطانيا (KP165582.1) (شكل 17 و 18).



شكل 17: التشابه و الاختلاف في تسلسلات القواعد النيروجينية (Multiple sequence alignments) لنتائج الحامض النووي (PCR-amplified product) المضاعف من عزلة فايروس موزائيك الخيار (CMV) المعزولة في هذه الدراسة و العزلات الاخرى العائدة لنفس الفايروس و المسجلة سابقاً في المركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية/ الامريكي (NCBI).



شكل 18: شجرة التحليل الوراثي (Neighbor-Joining tree) توضح العلاقة الوراثية بين عزلة فايروس موزائيك الخيار (CMV) المعزولة في هذه الدراسة و العزلات الاخرى المسجلة سابقاً في المركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية/ الامريكي (NCBI).

استغلت في هذه الدراسة تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) في تشخيص فايروس موزائيك الخيار (CMV)، إذ اسهمت هذه التقانة في تشخيص العديد من الكائنات الحية المجهرية و منها مسببات امراض النبات و من ضمنها الفايروسات PVY و PVS و TYLCV و TMV و FMV، ففي العراق شخص كلاً من جبار (2022) و المسعودي (2022) فايروس موزائيك الخيار (CMV) و باستعمال تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) المعزول من نباتات الخيار و البطيخ و باستعمال نفس البودائ (PCR primers) التي استعملت في هذه الدراسة. كما استغلت هذه التقانة بكفاءة عالية في تشخيص فايروسات أخرى مثل TYLCV و PVY و TMV و FMV (Zhou) وآخرون، 2022 و Kyrychenko و آخرون، 2022 و Lafrance و آخرون، 2023). اظهرت البادئات المستعملة في هذه الدراسة كفاءة عالية في تشخيص فايروس موزائيك الخيار (CMV) من خلال مضاعفة المنطقة الجينية المستهدفة في الغلاف البروتيني للفايروس (Coat protein) (Chen، 2003 و Khreba وآخرون، 2009 و Asad و آخرون، 2019 و جبار، 2022)

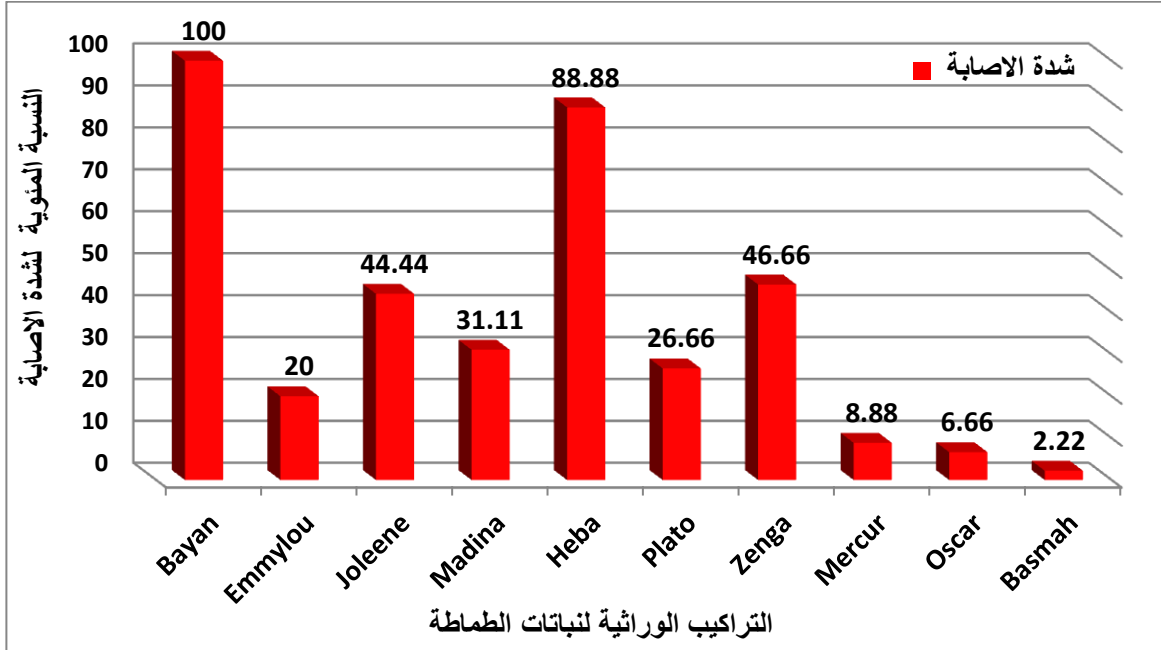
2-4 إختبار إستجابة بعض التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV)

1-2-4 شدة الإصابة





اثبتت النتائج حساسية التراكيب الوراثية لنبات الطماطة المختبرة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV) مع اختلاف تلك التراكيب الوراثية فيما بينها في وقت ظهور الأعراض المرضية وشدتها الناتجة عن الفايروس. وجد ان التراكيب الوراثية Heba و Bayan كانت الأكثر حساسية للفايروس من بين التراكيب الأخرى، إذ بلغت شدة الإصابة فيها 88.8-100% على التوالي. إما بالنسبة إلى التراكيب Basmah و Oscar و Mercur و Emmylou فقد سجلت اقل شدة إصابة بالفايروس 2.22 و 6.66 و 8.88 و 20%، على التوالي في حين تراوحت شدة الإصابة في بقية التراكيب الوراثية Plato و Madina و Joleene و Zenga بين 26.66 - 46.66 % (شكل 19).

ظهرت الأعراض المرضية في التراكيب الوراثية Bayan و Heba بعد مرور حوالي 13 يوماً من التلقيح بالفايروس بهيئة موزائيك خفيف في اوراق القمم النامية للنبات متطوراً فيما بعد إلى موزائيك شديد و تشوه للأوراق و انحناءها ليشمل جميع أوراق النبات مع ملاحظة تلون و اصفرار واضح ما بين عروق الأوراق فضلاً عن قصر السلاميات و تقزم حاد في النبات مع

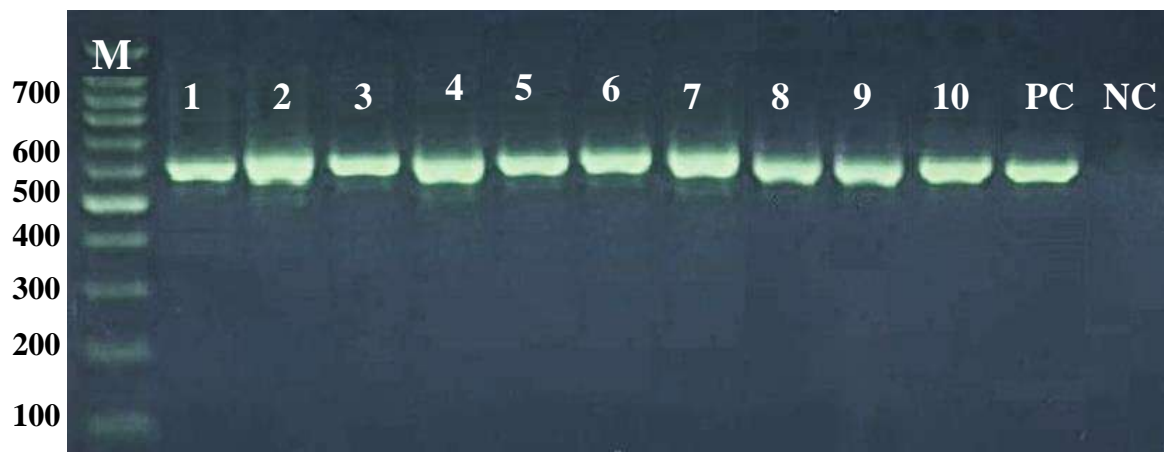
اختزال في حجم وعدد أوراق النبات منعكساً ذلك فيما بعد و بشكل سلبي على التزهير و تساقط أزهار النبات المصاب مقارنة بالنباتات غير المصابة. كما تم تأكيد وجود الفيروس بواسطة تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) في جميع التراكيب الوراثية المختلفة (شكل 20).



شكل 19: النسبة المئوية لشدة الإصابة في التراكيب الوراثية لنبات الطماعة المختبرة في هذه الدراسة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV).

النبات غير المصاب	النبات المصاب	التركيب الوراثي
		Bayan
		Basmah

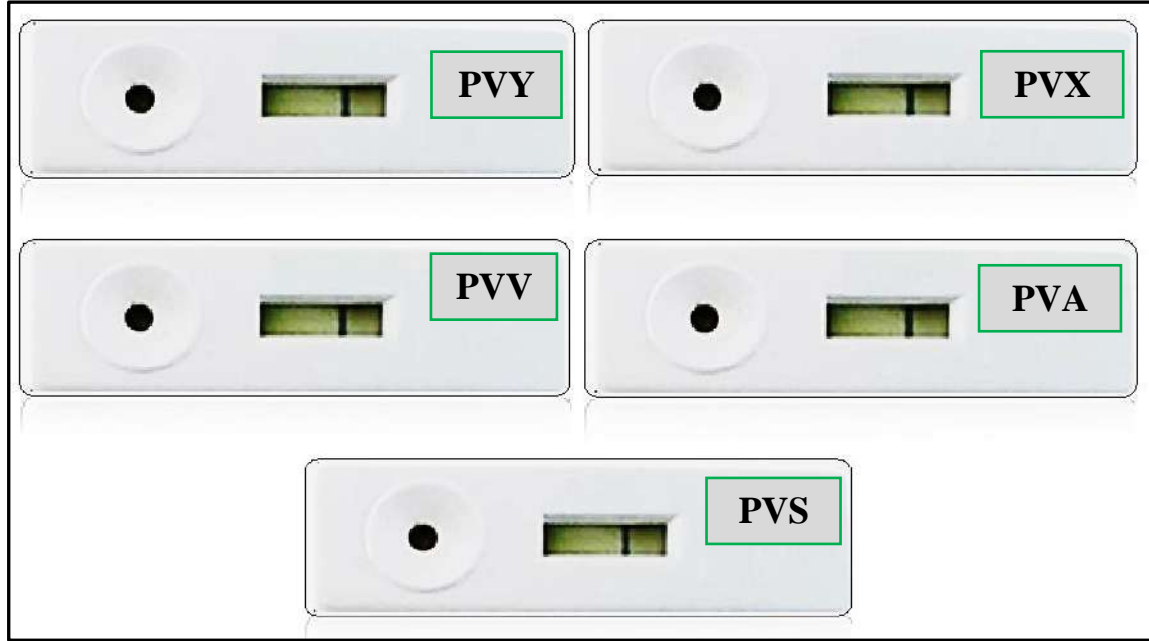
شكل 20: الاعراض المرضية الناتجة عن الإصابة بفايروس موزايك الخيار (CMV) في التركيبين الوراثيين Bayan و Basmah لنبات الطماطة المختبرة في هذه الدراسة.



شكل 21: نواتج الحوامض النووية (PCR products) المضاعفة من فايروس موزائيك الخيار (CMV) المستخلص من الترايب الوراثية لنبات الطماطة (Emmylou و Oscar و Mercur و Basma و Plato و Heba و Madina و Joleene و Bayan و Zenga) الحساسة للفايروس. **PC:** مقارنة موجبة (Positive control) نفذت بمضاعفة الحامض النووي المتمم (cDNA) الناتج من الحامض النووي (RNA) المستخلص من نبات الطماطة و المؤكد أصابته سابقاً بفايروس موزائيك الخيار (CMV). **NC:** مقارنة سالبة (Negative control) نفذت بتفاعل البلمرة المتسلسل (PCR mixture) الحاوي على جميع مكونات التفاعل باستثناء الحامض النووي الفيروسي المتمم (cDNA). **M:** سلم الحامض النووي (Molecular-weight size marker) بعدد ازواج القواعد النيتروجينية (bp) و بأحجام مثبتت كل منها على الجانب الايسر من الشكل.

3-4 الكشف عن وجود الفايروسات PVY و PVA و PVV و PVX و PVS في نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)

اثبتت النتائج خلو نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من اي الفايروسات المذكورة اعلاه، إذ لم يلاحظ وجود أي تفاعل ايجابي في كافة الشرائح المستعملة في الكشف عن الفايروسات و المخصص كل منها للكشف عن احد الفايروسات PVV و PVX و PVA و PVY و PVS و ان الاعراض المرضية في الترايب الوراثية هي كانت ناتجة عن الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) (شكل 22).



شكل 22: الشرائح المستعملة في الكشف عن الفيروسات PVY و PVA و PVV و PVX و PVS في عينات ورقية مأخوذة من نباتات طماعة مصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV).

4-4 تأثير الفيروس (CMV) على محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماعة من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد الرصاص
1-4-4 الكالسيوم

اثبتت النتائج ان للاصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) تأثيراً معنوياً في اختزال مستوى عنصر الكالسيوم في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماعة و بمعدل بلغ 35.29 ملي مول. لتر⁻¹ و مختلفاً بفارق معنوي عن المحتوى الطبيعي لعنصر الكالسيوم في ثمار التراكيب الوراثية غير المصابة (المقارنة) و البالغ 41.39 ملي مول. لتر⁻¹ (جدول 9). كما أظهرت التراكيب الوراثية هي الأخرى اختلافاً في محتوى ثمارها من عنصر الكالسيوم و التي كان أعلاها عند التركيب الوراثي Bayan بمعدل (42.08 ملي مول. لتر⁻¹) و اختلافه عن باقي المعدلات في ثمار التراكيب الوراثية الأخرى و التي كان أقلها بمعدل (35.64 ملي مول. لتر⁻¹) عند التركيب الوراثي Basmah.

إما بالنسبة لبقية التراكيب الوراثية، فقد تراوح محتواها من عنصر الكالسيوم بين 36.27- 40.02 ملي مول. لتر⁻¹. يتضح ايضاً من خلال المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة أن التركيب الوراثي Joleene تحت تأثير الإصابة بفيروس (CMV) كان الأقل محتوى من عنصر الكالسيوم و بمعدل بلغ 28.10 ملي مول. لتر⁻¹ و اختلافه بفارق معنوي عن محتوى ثمار نباتات المقارنة غير المصابة بالفيروس و التي اعطت معدلاً بلغ 44.30 ملي مول. لتر⁻¹، في حين اعطى التركيب الوراثي Bayan المصاب بالفيروس اعلى تركيز للكالسيوم و وصل الى 40.47 ملي مول. لتر⁻¹ (شكل 23).

جدول 9: تأثير فيروس موزايك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الكالسيوم.

المعدل	الكالسيوم (ملي مول. لتر ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفيروس	نباتات غير مصابة بالفيروس	
42.08	40.47	43.70*	Bayan
38.30	35.87	40.73	Emmylou
36.20	28.10	44.30	Joleene
39.65	35.06	44.24	Madina
40.02	37.84	42.20	Heba
39.93	38.40	41.47	Plato
37.02	34.23	39.80	Zenga
36.27	34.40	38.14	Mercur
38.28	36.27	40.30	Oscar
35.64	32.27	39.00	Basmah
	35.29	41.39	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
7.15	2.26	5.05	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-4-4-4 الصوديوم

توضح النتائج المثبتة في جدول 10 حصول زيادة ملحوظة في مستوى عنصر الصوديوم في ثمار نباتات الطماطة المصابة بفيروس موزايك الخيار (CMV) و بمعدل وصل الى 0.23

جزء بالمليون (ppm) و اختلافه معنوياً عن مستواه الطبيعي في ثمار التراكيب الوراثية غير المصابة (0.14 جزء بالمليون). كما لوحظ اختلاف التراكيب الوراثية بمحتواها من عنصر الصوديوم و كان التركيب الوراثي Bayan الأعلى محتوى من هذا العنصر و بمعدل 0.30 جزء بالمليون (ppm) و الذي اختلف معنوياً عن التركيب الوراثي Emmylou الذي اعطى اقل زيادة بهذا العنصر 0.12 جزء بالمليون (ppm). اما بقية التراكيب الوراثية فقد تراوح محتواها من هذا العنصر بين 0.12 – 0.24 جزء بالمليون (ppm). وجد من خلال المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة ان اعلى زيادة في محتوى عنصر الصوديوم كان في التركيب الوراثي Bayan و Mercur المصاب بالفايروس و بمعدل بلغ 0.38 جزء بالمليون (ppm) و اختلافه بفارق معنوي عن محتوى الثمار لنفس التركيب الوراثي غير المصاب بالفايروس الذي سجل معدلاً بلغ 0.22 جزء بالمليون (ppm)، في حين اعطى التركيب الوراثي Basmah اقل زيادة من محتوى هذا العنصر 0.15 جزء بالمليون (ppm) و الذي اختلف بفارق معنوي عن محتوى الثمار نفس التركيب الوراثي غير المصاب بالفايروس 0.10 جزء بالمليون (ppm) (شكل 23).

جدول 10: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الصوديوم.

المعدل	الصوديوم جزء بالمليون (ppm)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
0.30	0.38	0.22*	Bayan
0.12	0.12	0.11	Emmylou
0.21	0.28	0.14	Joleene
0.15	0.17	0.14	Madina
0.18	0.22	0.15	Heba
0.20	0.26	0.14	Plato
0.13	0.15	0.11	Zenga
0.21	0.29	0.13	Mercur
0.24	0.30	0.18	Oscar
0.12	0.15	0.10	Basmah
	0.23	0.14	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.112	0.035	0.079	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

3-4-4 البوتاسيوم

اثبتت النتائج حصول زيادة معنوية ملحوظة في مستوى عنصر البوتاسيوم في ثمار نباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و بمعدل وصل الى 54.08 جزء بالمليون (ppm) مختلفاً بفارق معنوي عن مستواه الطبيعي في ثمار التراكيب الوراثية غير المصابة (36.05 جزء بالمليون). كما اختلفت التراكيب الوراثية بمحتواها من عنصر البوتاسيوم و كان التركيب الوراثي Heba الأعلى محتوى من هذا العنصر و بمعدل بلغ 74.00 جزء بالمليون (ppm) و الذي اختلف معنوياً عن التركيب الوراثي Bayan الذي اعطى اقل معدل 14.18 جزء بالمليون (ppm). اما بقية التراكيب الوراثية فقد اختلف محتواها من هذا العنصر وبمعدلات تراوحت بين 26.73- 62.75 بالمليون (ppm) (جدول 11). اظهرت المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة ان اعلى زيادة في محتوى عنصر البوتاسيوم لثمار الطماطة كان

في التركيب الوراثي Oscar المصاب بالفايروس و بمعدل بلغ 65.10 جزء بالمليون (ppm) واختلافه معنوياً عن محتوى الثمار للتركيب الوراثي نفسه غير المصاب بالفايروس و الذي سجل معدلاً بلغ 27.73 جزء بالمليون)، بينما سجل التركيب الوراثي المصاب Bayan اقل معدلاً (18.03 جزء بالمليون) من عنصر البوتاسيوم و باختلاف معنوي عن بقية التراكيب الوراثية وعن نفس التركيب الوراثي غير المصاب بالفايروس (10.33 جزء بالمليون). تبين من النتائج المذكورة أعلاه أن لشدة الإصابة بالفايروس تأثير على محتوى النبات من عنصر البوتاسيوم وبعلاقة طردية مع شدة الإصابة (شكل 23).

جدول 11: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطمطة من عنصر البوتاسيوم.

المعدل	البوتاسيوم جزء بالمليون (ppm)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
14.18	18.03	10.33*	Bayan
62.75	79.93	45.57	Emmylou
29.57	32.17	26.97	Joleene
26.73	34.07	19.40	Madina
74.00	79.00	69.00	Heba
41.75	55.27	28.23	Plato
55.80	59.90	51.70	Zenga
45.70	52.90	38.50	Mercur
46.42	65.10	27.73	Oscar
53.73	64.40	43.07	Basmah
	54.08	36.05	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
3.81	8.52	12.05	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

4-4-4 الفسفور

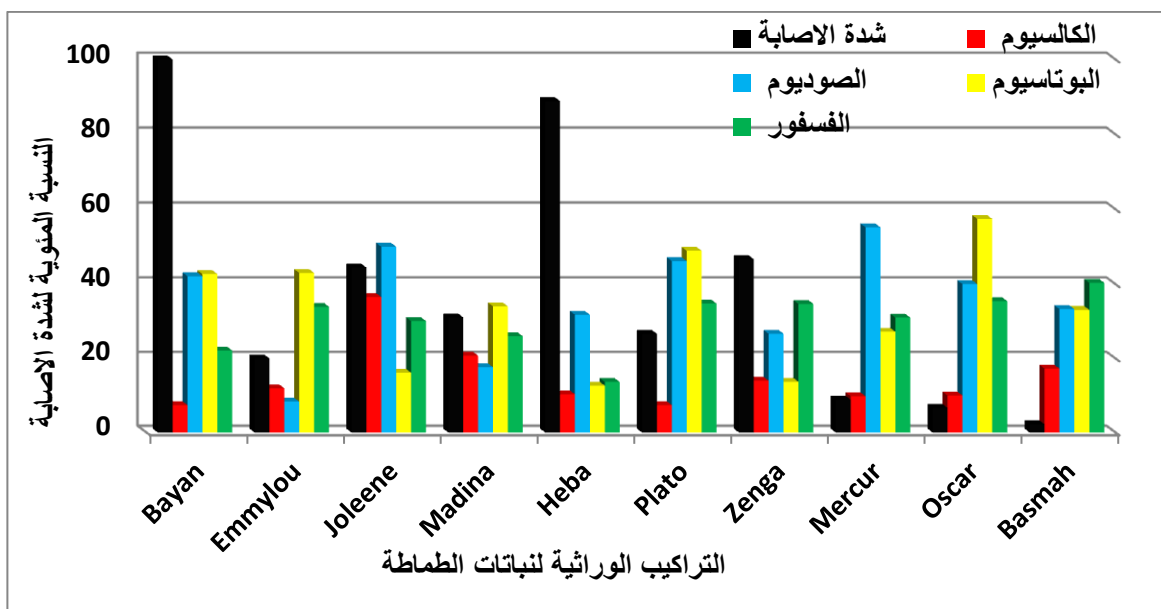
النتائج المثبتة في جدول 12 توضح ان هنالك اختلافات واضحة في محتوى النبات من عنصر الفسفور الذي انخفض تحت تأثير الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) في ثمار

التراكيب الوراثية لنبات الطماطة ليصل إلى 3.14 ملي مول. لتر⁻¹ مختلفا بشكل معنوي عن محتوى ثمار نبات الطماطة غير المصابة بالفايروس والبالغ 4.47 ملي مول. لتر⁻¹. كما لوحظ وجود اختلاف معنوي بين التراكيب الوراثية بمحتوى عنصر الفسفور، فقد وجد أن أعلى محتوى لهذا العنصر كان في التركيب الوراثي Heba و بمعدل بلغ 5.25 ملي مول. لتر⁻¹، في حين كان التركيب الوراثي Basmah هو الأقل معدلاً (2.57 ملي مول. لتر⁻¹) من بين التراكيب الوراثية الأخرى بمحتواه من الفسفور. لوحظ أيضاً من خلال المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة ان التركيب الوراثي Basmah المصاب كان الأقل محتوى من عنصر الفسفور (1.92 ملي مول. لتر⁻¹) و الذي اختلف بفارق معنوي عن محتوى ثمار النباتات غير المصابة بالفايروس 3.22 ملي مول. لتر⁻¹. تبين أيضاً ان أعلى مستوى للفسفور في ثمار التركيب الوراثي Zenga غير المصاب بالفايروس و بمحتوى بلغ 5.99 ملي مول. لتر⁻¹ و الذي اختلف معنوياً عن محتوى نفس التركيب الوراثي المصاب بالفايروس والذي أعطى معدلاً بلغ 3.91 ملي مول. لتر⁻¹. لوحظ ان الارتفاع او الانخفاض في محتوى ثمار التراكيب الوراثية من عنصر الفسفور مرتبطاً ارتباطاً عكسياً مع شدة الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) (شكل 23).

جدول 12: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطمطة من عنصر الفسفور.

المعدل	الفسفور (ملي مول. لتر ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
4.21	3.69	4.74*	Bayan
4.13	3.29	4.98	Emmylou
2.82	2.32	3.32	Joleene
3.52	2.99	4.04	Madina
5.25	4.87	5.64	Heba
2.82	2.23	3.42	Plato
4.95	3.91	5.99	Zenga
3.45	2.82	4.09	Mercur
4.36	3.42	5.30	Oscar
2.57	1.92	3.22	Basmah
	3.14	4.47	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.72	0.51	0.72	L.S.D. (0.05)

* كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.



شكل 23: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض عنصري الكالسيوم والفسفور وارتفاع عنصري الصوديوم والبوتاسيوم في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV).

5-4-4 الحديد

أشارت النتائج الى حصول انخفاض واضح في محتوى ثمار الطماطة المصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) ليصل إلى 0.022 ملي مول. لتر⁻¹ مختلفا بشكل معنوي عن محتوى ثمار نباتات الطماطة غير المصابة بالفيروس والبالغ 0.027 ملي مول. لتر⁻¹ (جدول 13). كما أظهرت التراكيب الوراثية اختلافات معنوية فيما بينها في محتواها من عنصر الحديد، فقد وجد أن أعلى محتوى لهذا العنصر كان في التركيب الوراثي Heba و بمعدل بلغ 0.029 ملي مول. لتر⁻¹، في حين كان التركيب الوراثي Zenga هو الأقل من بين التراكيب الوراثية الأخرى بمحتواه من عنصر الحديد (0.018 ملي مول. لتر⁻¹). كما لوحظ من خلال المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة ان التركيب الوراثي Zenga المصاب كان الأقل محتوى من عنصر الحديد 0.015 ملي مول. لتر⁻¹ و الذي اختلف بفارق معنوي عن محتوى ثمار النباتات غير المصابة بالفيروس و الذي وصل الى 0.022 ملي مول. لتر⁻¹. وجد ايضاً ان أعلى محتوى للحديد في ثمار التراكيب الوراثية Bayan و Mercur و Oscar و Basmah المصابة بالفيروس و بمحتوى بلغ 0.025 ملي مول. لتر⁻¹، والذي اختلف بفارق معنوي عن محتوى نفس التراكيب

الوراثية غير المصابة بالفايروس والذي أعطى معدلا بلغ 0.029 و 0.027 و 0.032 و 0.028 و 0.025 مللي مول. لتر⁻¹، على التوالي (شكل 24).

جدول 13: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الحديد.

المعدل	الحديد (ملي مول. لتر ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
0.027	0.025	0.029*	Bayan
0.025	0.024	0.027	Emmylou
0.023	0.022	0.025	Joleene
0.021	0.018	0.023	Madina
0.029	0.024	0.034	Heba
0.024	0.022	0.026	Plato
0.018	0.015	0.022	Zenga
0.026	0.025	0.027	Mercur
0.028	0.025	0.032	Oscar
0.026	0.025	0.028	Basmah
	0.022	0.027	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.0069	0.0049	0.0021	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

6-4-4 الرصاص

البيانات المثبتة في جدول 14 توضح وجود انخفاض معنوي في محتوى ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة المصابة بالفايروس و بمعدل بلغ 0.025 مللي مول. لتر⁻¹ قياسا بمحتوى التراكيب الوراثية غير المصابة التي كان معدلها 0.025 مللي مول. لتر⁻¹. من جهة اخرى، اظهرت التراكيب الوراثية اختلافاً بمحتواها من عنصر الرصاص و كان التركيبان الوراثيان Oscar و Basmah الاعلى من بين التراكيب الوراثية الاخرى و بمعدلات وصلت الى 0.025 مللي مول. لتر⁻¹، لكل منهما خلافاً لمحتوى التراكيب الوراثية Emmylou و Madina و Heba و Zenga من عنصر الرصاص الذي كان الاقل و بمعدل بلغ 0.020 مللي مول. لتر⁻¹ لكل منهم. إما بالنسبة الى المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة، فقد تبين ان

التركيب الوراثي Madina المصاب كان الأقل محتوى من عنصر الرصاص (0.022 ملي مول. لتر⁻¹) والذي اختلف بفارق معنوي عن محتوى ثمار النباتات غير المصابة بالفايروس والبالغ 0.024 ملي مول. لتر⁻¹، بينما وجد ان أعلى مستوى للرصاص كان عند التركيبين الوراثيين Oscar و Basmah المصابان بالفايروس و بمحتوى بلغ 0.023 ملي مول. لتر⁻¹، لكل منهما و الذي اختلف معنوياً عن محتوى نفس التركيبان الوراثيان غير المصابان (0.028 و 0.027 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي). لوحظ ان الارتفاع أو الانخفاض في محتوى ثمار نباتات التراكيب الوراثية من عنصر الرصاص في التراكيب الوراثية مرتبطاً عكسياً مع شدة الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) (شكل 24).

جدول 14: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من عنصر الرصاص.

المعدل	الرصاص (ملي مول. لتر ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
0.021	0.018	0.023*	Bayan
0.020	0.018	0.023	Emmylou
0.021	0.017	0.024	Joleene
0.020	0.016	0.024	Madina
0.020	0.018	0.022	Heba
0.024	0.019	0.028	Plato
0.020	0.018	0.022	Zenga
0.023	0.021	0.026	Mercur
0.025	0.023	0.028	Oscar
0.025	0.023	0.027	Basmah
	0.019	0.025	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.0079	0.0056	0.0025	L.S.D. (0.05)

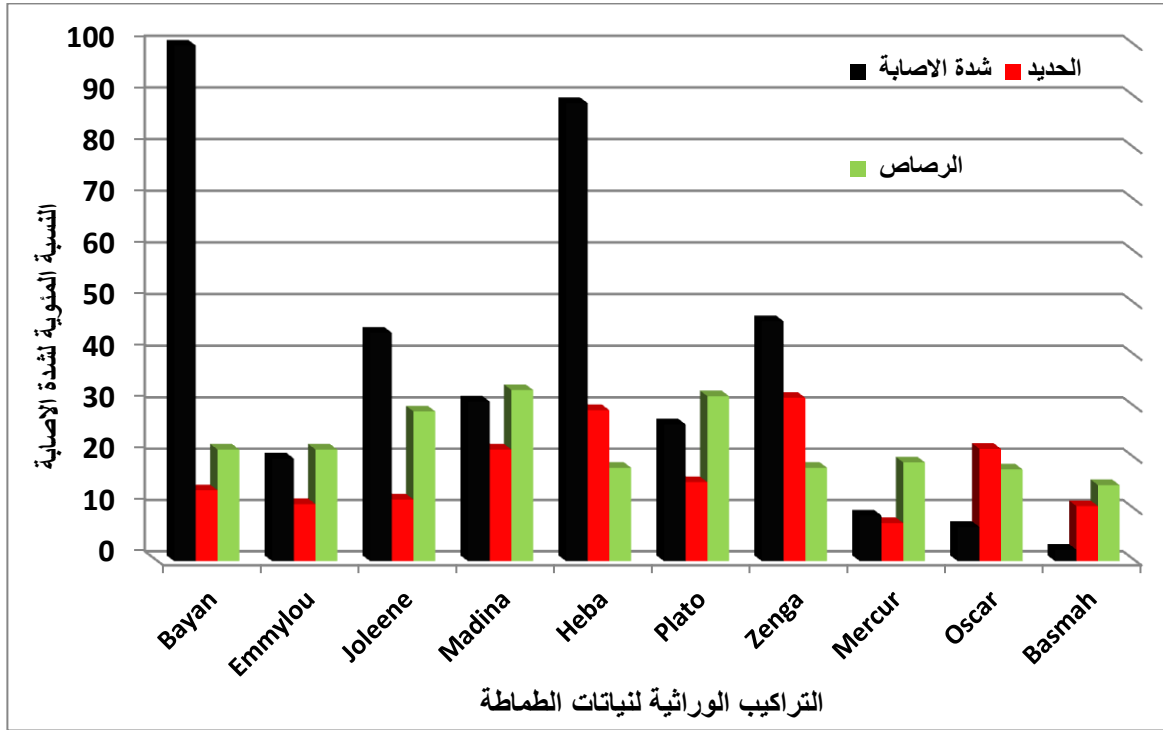
*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

توضح نتائج الزيادة او الانخفاض بشكل واضح في محتوى ثمار نباتات الطماطة من بعض العناصر المعدنية نتيجة الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)، اذ سجل انخفاض محتوى الثمار المصابة من الكالسيوم و الفسفور و الحديد و الرصاص بشكل واضح مفسرين ذلك بسبب الاستهداف المباشر من قبل الفايروس للانسجة النباتية و الذي يسبب تغير و اضطراب في توزيع

العناصر المعدنية داخل أنسجة النبات المختلفة بالإضافة إلى تأثير الفيروس على عمليات امتصاص العناصر المعدنية المختلفة من التربة ونقلها في النبات والتي من الممكن أن تكون سبباً في حدوث تشوهات في نمو الأنسجة وتغيرات في عملية التغذية النباتية. كما أن شدة الاجهاد التأكسدي تزداد في النباتات المصابة بالفيروس بسبب تولد الجذور الحرة ومركبات الأكسدة والتي من الممكن أن تؤدي إلى حدوث تفاعلات غير متوازنة للعناصر المعدنية في النبات. كما يمكن تفسير زيادة العناصر المعدنية الصوديوم والبوتاسيوم في النباتات المصابة بالفيروس و بفارق معنوي إلى زيادة امتصاص العناصر العنصرين من قبل النبات لبناء جدران الخلايا وهذا ما يفسر الملمس القوي والمتصلب لأوراق النبات المصابة بالفيروسات. كما يعد البوتاسيوم واحد من العناصر الضرورية لاستجابة النباتات للجهادات البيئية والاحيائية، حيث يعد البوتاسيوم جزء مهم من مسارات الاشارات الداخلية التي تؤثر على استجابة النبات للجهاد وتنظيم الاستجابات الدفاعية ويمكن تفسير الزيادة الحاصلة في مستوى عنصر البوتاسيوم هو تعرض النبات إلى اجهادات احيائية و غير احيائية تؤدي إلى حدوث ردود فعل غير طبيعية لمقاومة تلك الاجهادات و منها زيادة امتصاص بعض العناصر المعدنية مثل الصوديوم و البوتاسيوم و بمستوى اعلى لهذه العناصر في النبات.

اتفقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Matthews (2012) إلى أن الإصابة الفيروسية تؤثر بشكل ملحوظ على محتوى النبات من بعض العناصر المعدنية والتي تؤثر سلباً في أداء العمليات الفسيولوجية للنبات و ظهورها بشكل تدهور و ضعف عام في نمو النبات. كما في دراسة اخرى إن الإصابة بفيروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) سببت زيادة معنوية في مستويات عنصر الصوديوم و البوتاسيوم في النباتات المصابة مما تسبب في حالة من الاجهاد و التي تحدث في النبات كوسيلة دفاعية ضد الفيروس مسببة زيادة في الضغط التناضحي في خلايا النبات و الذي يؤدي إلى زيادة امتصاص الماء و كذلك بعض العناصر المذابة في التربة (Khalil و آخرون؛ 2014 و التميمي، 2019). كما اتفقت هذه النتائج مع ما وجدته Kawanna و آخرون (2021) في دراسة اجريت على نبات الطماطة المصابة بفيروس موزايك الطماطة (ToMV) و الذين لاحظوا ارتفاع عنصر البوتاسيوم بفارق معنوي في النباتات المصابة مقارنة بالنباتات غير المصابة بالفيروس. اثبت ايضا كل من جبار (2022) و المسعودي (2022) و كريم (2023)

أن إصابة نبات البطيخ و الخيار و الطماطة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) وفيروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) اثر معنويا على زيادة محتوى الثمار من عنصري الصوديوم و البوتاسيوم و انخفاض معنوي في عناصر اخرى تمثلت بالكالسيوم و المغنيسيوم و المنغنيز و النتروجين و الفسفور والحديد.



شكل 24: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض عنصري الحديد والرصاص في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV).

4- تأثير فيروس موزائيك الخيار (CMV) على الفينولات الكلية في ثمار التراكيب الوراثية لنبات الطماطة

يتضح من خلال البيانات المثبتة في جدول 15 زيادة محتوى ثمار الطماطة المصابة بالفيروس (CMV) من الفينولات الكلية و بمعدل وصل الى 0.33 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف قياساً بالمعدل 0.29 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف الذي سجل في ثمار النباتات غير المصابة بالفيروس. كما وجد ان هناك تفاوت بين التراكيب الوراثية في محتواها من الفينولات والتي كان أعلاها عند التركيب الوراثي Oscar (0.44 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف) و باختلاف معنوي عن محتوى الفينولات في ثمار التركيب الوراثي Basmah الذي اعطى اقل معدل بلغ 0.21 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف. فيما

يتعلق بالتداخل بين التراكيب الوراثية و الإصابة بالفايروس، فقد اعطى التركيب الوراثي Oscar المصاب بالفايروس (CMV) أعلى نسبة زيادة في محتوى ثمار النباتات من الفينولات و بمعدل بلغ 0.45 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف وباختلافه غير معنوي عن محتوى ثمار نفس التركيب الوراثي غير المصاب بالفايروس و البالغ 0.42 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف، تلاه التركيب الوراثي Plato (0.40 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف) مع اختلافهما بفارق معنوي عن محتوى ثمار التراكيب الوراثية نفسها غير المصابة بالفايروس 0.38 ملغم.غم⁻¹ وزن جاف. يتبين من النتائج ان هناك علاقة طردية بين زيادة المركبات الفينولية مع شدة الإصابة بالفايروس (شكل 25).

جدول 15: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطمطة من الفينولات.

المعدل	الفينولات (ملغم.غم ⁻¹ وزن جاف)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
0.27	0.28	0.27*	Bayan
0.28	0.31	0.25	Emmylou
0.29	0.30	0.29	Joleene
0.27	0.29	0.25	Madina
0.34	0.38	0.30	Heba
0.39	0.40	0.38	Plato
0.29	0.31	0.26	Zenga
0.30	0.33	0.27	Mercur
0.44	0.45	0.42	Oscar
0.21	0.25	0.18	Basmah
	0.33	0.29	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.075	0.053	0.023	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

أشار Scalbert (1991) إلى أن مقاومة النبات للممرضات تزداد بزيادة المواد المنتجة في النبات كالفينولات، والتي تقوم بتثبيط تطور المرض عن طريق تثبيطها لانزيمات Pectinase و Cellulase و Xylanase وغيرها التي تقوم بافرازها الممرضات خارج الخلايا والتي لها

دور في الامراضية وكذلك دورها في تثبيط عملية الفسفرة التاكسدية للفطريات وحرمانها من المعادن والبروتينات ومضادات الاكسدة في انسجة النباتات.

أكد Agrios (1997) إن بعض المركبات الفينولية التي تكون موجودة في النبات أو التي تتكون حديثاً بعد الإصابة يكون لها دور فعال في النبات لمقاومة الممرضات. اتفقت هذه النتائج ايضا مع ما اشار اليه Al-Shami و آخرون (2018) وجبار(2022) والمسعودي (2022) و كريم (2023) الى ان زيادة تكوين المركبات الفينولية في النبات عند الإصابة بالفايروس تحدث كرد فعل دفاعية للنبات ضد الإصابة الفايروسية. كذلك اتفقت هذه النتائج مع ما توصل اليه Qi و آخرون (2016) في دراسة أجريت على استحثاث المقاومة الجهازية في نبات الطماطة ضد الفطر *Fusarium oxysporum* بمعاملة البذور بعوامل الاستحثاث الحياتية والاصناف حيث لاحظوا ان تركيز هذه المركبات في النباتات المصابة كان أكثر مما في النباتات غير المصابة.

تعد زيادة مستوى الفينولات في النبات كردة فعل دفاعية ضد الاجهادات الاحيائية وغير الاحيائية و كذلك دورها في تعزيز قوة جدران الخلايا من خلال تخليق مادتي السوبرين و اللكتين اللذان لهما دور المشاركة بتكوين الحواجز الدفاعية التي يمكن من خلالها منع انتشار المسببات المرضية، فضلا عن ذلك فان الفينولات تمتاز بخصائصها المضادة للأكسدة و ذلك لقابليتها على التفاعل مع الجذورالحررة (ROS) ومركبات الأكسدة النشطة الأخرى التي تنتج خلال العدوى الفايروسية والذي سيساهم في توفير حماية للنباتات من الضرر التأكسدي الناجم عن الإصابة الفايروسية من خلال تقليل إنتاج بيروكسيد الهيدروجين. اتفقت هذه النتائج ايضا مع ما وجده إبراهيم وآخرون(2020) بان حامض الساليسيليك (Salicylic acid) عند إستخدامه وكذلك بعض المخصبات الحيوية ادى الى زيادة تواجد المركبات الفينولية في نباتات الفلفل المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV). اثبت Shakeel و آخرون (2016) أن المركبات الفينولية ازدادت و بفارق معنوي في اصناف نباتات الخيار المختبرة ضد فايروس موزائيك الخيار (CMV) مقارنة بالنباتات غير المصابة. كما أثبتت دراسات اخرى أن نباتات الطماطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) ازداد فيها مستوى المركبات الفينولية عند مقارنتها بالنباتات غير المصابة (Jun، 2012 و Sofy و آخرون، 2017).

6-4 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على بعض الهرمونات في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة

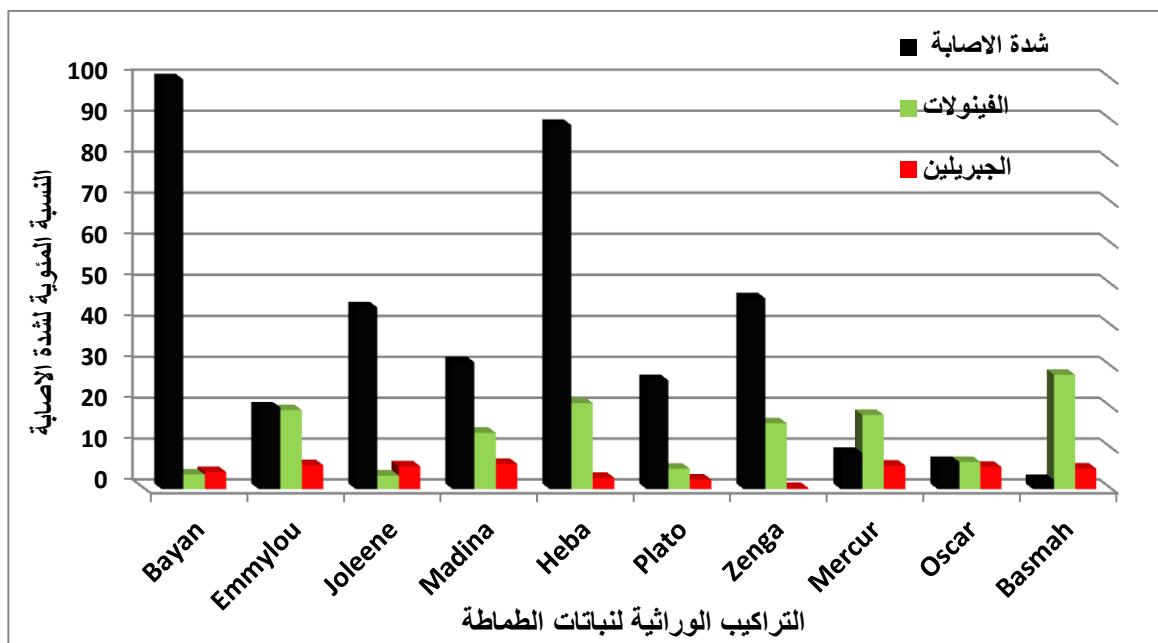
1-6-4 الجبريلين (Gibberellin)

يتبين من معطيات جدول 16 تفوق النباتات غير المصابة بالفايروس معنوياً على النباتات المصابة بمحتواها من هرمون الجبريلين و بمعدل بلغ 56.76 مايكروغرام. مل⁻¹، الذي اختلف بفارق غيرمعنوي عن النباتات المصابة 54.28 مايكروغرام. مل⁻¹. كما أظهرت التراكيب الوراثية لنبات الطماطة اختلافات معنوية فيما بينها في مستوى هذا الهرمون، فقد تفوق التركيب الوراثي Joleene معنوياً على التراكيب الوراثية الاخرى بإعطائه أعلى مستوى للهرمون بلغ 56.51 مايكروغرام. مل⁻¹ قياساً بالتراكيب الوراثية Heba و Plato التي اعطت اقل معدل بلغ 54.53 مايكروغرام. مل⁻¹ لكل منهما. وجد ايضاً ان التركيب الوراثي Emmylou المصاب بفايروس موزائيك الخيار (CMV) كان الأكثر تأثراً في خفض محتوى النبات من هرمون الجبريلين (53.53 مايكروغرام. مل⁻¹) و بفارق معنوي عن محتوى الهرمون في نباتات نفس التركيب الوراثي غير المصاب و الذي بلغ 56.86 مايكروغرام. مل⁻¹، بينما كان التركيب الوراثي غير المصاب Joleene ذو المحتوى النباتي من هرمون الجبريلين بلغ (58.13 مايكروغرام. مل⁻¹) مع اختلافه معنوياً عن معدل وجوده في النباتات المصابة من نفس التركيب الوراثي 54.88 مايكروغرام. مل⁻¹ (شكل 25).

جدول 16: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من هرمون الجبريلين.

المعدل	الجبريلين (مايكروغرام. مل ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
55.36	54.17	56.54*	Bayan
55.19	53.53	56.86	Emmylou
56.51	54.88	58.13	Joleene
55.83	54.05	57.61	Madina
54.53	53.77	55.30	Heba
54.53	53.89	55.18	Plato
55.01	54.93	55.09	Zenga
56.16	54.50	57.83	Mercur
55.70	54.14	57.26	Oscar
56.37	54.92	57.83	Basmah
	54.28	56.76	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
4.27	3.02	1.35	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.



شكل 25: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لارتفاع الفينولات وانخفاض الجبريلين في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

2-6-4 الساييتوكاينين (Cytokinin)

تبين النتائج المثبتة في جدول 17 إن لفايروس موزائيك الخيار (CMV) تأثيراً واضحاً في زيادة تركيز هرمون الساييتوكاينين و بمعدل 81.26 مايكروغرام. مل⁻¹ و بفارق معنوي عن تركيزه في التراكيب الوراثية غيرالمصابة التي بلغ معدلها 31.51 مايكروغرام. مل⁻¹. كما أظهرت التراكيب الوراثية اختلافات واضحة في محتوى النبات من هرمون الساييتوكاينين و كان أعلاها عند التركيب الوراثي Heba و بمعدل 59.70 مايكروغرام. مل⁻¹ و اختلافه بفارق معنوي عن محتواه في التركيب الوراثي Joleene الذي كان الأقل (42.49 مايكروغرام. مل⁻¹) من بين التراكيب الوراثية الأخرى. كما لوحظ من خلال النتائج إن التركيب الوراثي Heba المصاب بالفايروس كان الأعلى تركيزاً من هرمون الساييتوكاينين (87.84 مايكروغرام. مل⁻¹) و باختلاف معنوي عن محتوى النباتات غيرالمصابة التي كان معدلها 31.57 مايكروغرام. مل⁻¹، بينما أعطى التركيب الوراثي Joleene اقل محتوى للهرمون بلغ 51.91 مايكروغرام. مل⁻¹ مقارنة بتركيزه البالغ 33.06 مايكروغرام. مل⁻¹ في ثمار النباتات غير المصابة بالفايروس.

جدول 17: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطمطة من هرمون الساييتوكاينين.

المعدل	الساييتوكاينين (مايكروغرام. مل ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
55.01	78.24	31.79*	Bayan
55.17	79.13	31.20	Emmylou
42.49	51.91	33.06	Joleene
58.85	85.27	32.43	Madina
59.70	87.84	31.57	Heba
59.44	87.56	31.32	Plato
58.29	85.81	30.78	Zenga
59.25	86.53	31.98	Mercur
57.76	84.56	30.96	Oscar
57.84	85.73	29.96	Basmah
	81.26	31.51	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
4.54	3.21	1.43	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

إن محتوى الهرمونات النباتية في التراكيب الوراثية لنبات الطماطة اختلف باختلاف البنية الوراثية لتلك التراكيب وكذلك درجة حساسيتها اتجاه الفايروس الذي يوتر سلباً على وظائف النبات المختلفة و المحتويات الداخلية للخلايا بناء المواد المطلوبة لديمومة حياة النبات و منها مستوى بناء الهرمون النباتي مثل الجبريلين والساييتوكاينين (Saharan و Nehran، 2011، Singh، 2021). لوحظ في دراسات سابقة أن اصابة التراكيب الوراثية المختلفة لنبات الطماطة بفايروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) أدى ذلك الى حدوث انخفاض معنوي في محتوى النبات من هرمون الجبريلين و تأثير ذلك على معدلات انقسام و استطالة خلايا النبات المصاب مؤدياً ذلك الى ظهور النبات بأعراض مرضية منها التقزم و تشوة شكل و احجام اوراق النبات وغيرها (Tajul، 2011، Miozzi و آخرون، 2014 و كريم، 2016 و AL-Abedy و آخرون، 2021).

كما اثبتت النتائج إن الزيادة أو الانخفاض في محتوى هرمون الساييتوكاينين كانت مرتبطة ارتباطاً طردياً بدرجة حساسية نباتات الطماطة للإصابة بفايروس موزايك الخيار (CMV)، إذ ذكر في دراسات ان هرمون الساييتوكاينين يعتبر أحد المواد التنظيمية الرئيسية في التفاعلات الإحيائية التي لها دور مهم في إعادة تشكيل الأيض الابتدائي و الثانوي المصاحب او المرتبط مع الوسائل الدفاعية للنبات ضد الاجهادات الاحيائية و غير الاحيائية (Liu و آخرون، 2020). بين Giron و Glevaree (2014) حدوث زيادة في مستويات بعض الهرمونات النباتية و منها الساييتوكاينين في بعض النباتات المصابة ببعض المسببات المرضية و منها الإصابة ببعض فيروسات النبات مثل فايروس تجعد اوراق اللهانة (*Cabbage leaf curl virus*، CLCV). اتفقت هذه النتائج مع AL-Abedy و آخرون (2020) الذين بينوا ان نباتات الطماطة المصابة بفايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) ازداد محتواها من الساييتوكاينين و بفارق معنوي عن معاملة المقارنة غير المصابة بالفايروس. اشار Richard و آخرون (2014) الى إن هناك ثلاث جينات دفاعية في نبات الطماطة تتحفز عند تغذية بعض الحشرات و مسببات امراض النبات مؤدية إلى إنتاج مستويات عالية من الساييتوكاينين و Carboxylate oxidize و Minocyclopropane كردود فعل دفاعية ضد تلك الحشرات و المسببات المرضية. بينت التميمي (2019) عند اختبار عشرة تراكيب وراثية لنبات الطماطة أن مستوى هرمون الجبريلين انخفض معنوياً عند اصابتها بفايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV)، في حين كان

هناك ارتفاعاً ملحوظاً في مستوى هرمون الساييتوكاينين و بفارق معنوي عن معاملة المقارنة غير المصابة بالفايروس.

1-7-4 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على فيتامين C (Ascorbic acid) في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة

أوضحت النتائج المثبتة في جدول 18 إنخفاض محتوى ثمار الطماطة من فيتامين C بشكل واضح بفعل الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و بمعدل بلغ 8.61 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري و بفارق معنوي عن مستواه الطبيعي في نباتات المقارنة (غير المصابة) التي بلغ معدلها 15.95 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري. كما أظهرت التراكيب الوراثية لنبات الطماطة اختلافات معنوية فيما بينها في مستوى فيتامين C، فقد تفوق التركيب الوراثي Plato معنوياً على التراكيب الوراثية الأخرى بإعطائه أعلى معدل للفيتامين بلغ 15.24 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري، في حين أعطى التركيب الوراثي Oscar اقل معدل بلغ 10.84 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري. وجد ايضاً ان التركيب الوراثي Madina المصاب بفايروس موزائيك الخيار (CMV) كان الأكثر تأثراً في خفض محتوى النبات من الفيتامين (6.62 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري) و بفارق معنوي عن محتوى الفيتامين في نباتات التركيب الوراثي غير المصاب والذي بلغ 15.41 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري. بينما كان التركيب الوراثي Plato الاقل خفصاً في محتوى النبات من الفيتامين و بمعدل بلغ 11.47 ملغم.100 غم⁻¹ وزن طري مع اختلافه معنوياً عن معدل وجوده في نباتات نفس التركيب الوراثي غير المصابة (شكل 26).

جدول 18: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض الترايب الوراثية لنبات الطماطة من فيتامين C.

المعدل	فيتامين C (ملغم. 100 غم ⁻¹ وزن طري)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
12.46	8.81	16.12*	Bayan
11.56	7.91	15.20	Emmylou
12.23	8.70	15.76	Joleene
11.02	6.62	15.41	Madina
12.75	9.35	16.16	Heba
15.24	11.47	19.02	Plato
13.46	8.78	14.33	Zenga
11.29	6.99	13.75	Mercur
10.84	7.92	15.59	Oscar
11.93	9.53	18.15	Basmah
	8.61	15.95	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
3.46	1.09	2.44	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

ان الاليات الدقيقة التي تعمل من خلالها الفايروسات على خفض مستوى الفيتامينات في النبات ما زالت غير واضحة او مفهومة إلى الان، إذ يعتقد إن هناك بعض الانزيمات الضرورية لتحفيز أو بناء البروتينات تستهدف من قبل الفايروس في النبات لتعطيل او تثبيط عملها، أو من المرجح إستغلال تلك الفيتامينات من قبل الفايروس في النباتات المصابة كمصدر للتغذية او لدعم نموها و إكمال دورة حياتها مما يؤدي إلى أستنزاف الفيتامينات و تقليل مستوياتها في النبات المصاب. كما يعتقد حدوث استقلاب للفيتامينات المتواجدة في النبات نتيجة الإصابة الفايروسية بسبب الاضطرابات التي تحدثها الفايروسات مؤديا ذلك إلى حدوث تغير في توزيع الفيتامينات و تراكماتها في اجزاء النباتات مما ينتج عنه خفض في مستوياتها (Dikilitas وآخرون، 2011). اثبت Tajul و آخرين (2011) أن تركيز حامض الاسكوريك انخفض بشكل معنوي في ثمار الطماطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV). كما أشار Mofunanya (2016) إلى حدوث إنخفاض واضح في محتوى ثمار نباتات التليفيرية

(*Telfairia occidentalis*) من جميع الفيتامينات في النباتات التي تم تلقيحها بالفايروس (*Telfairia mosaic virus*) (TeMV) بالمقارنة مع النباتات غير المصابة بالفايروس.

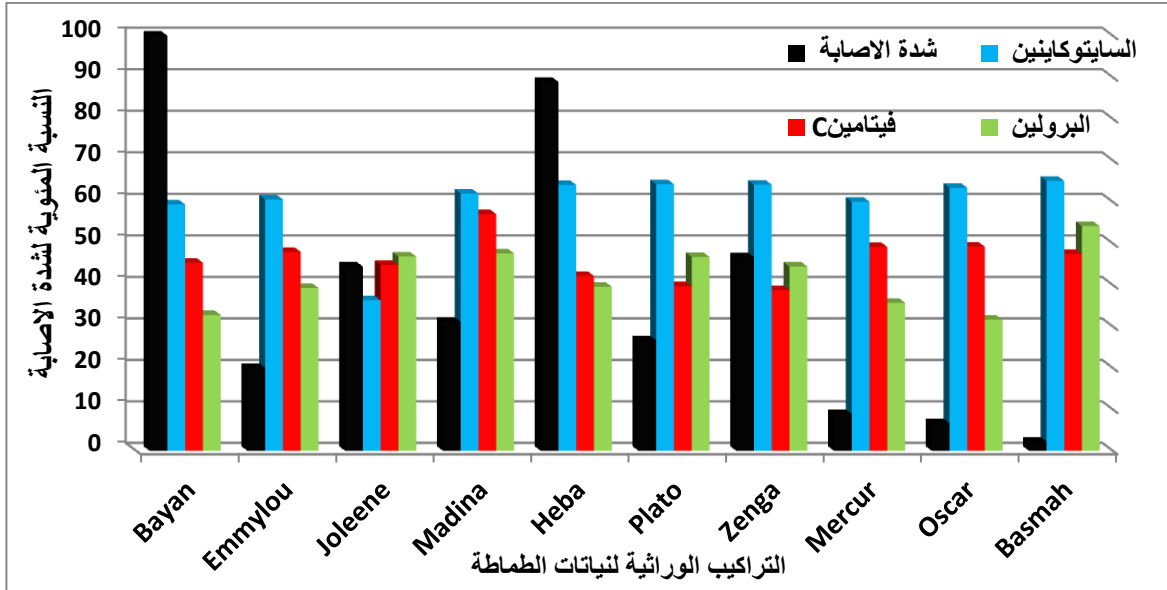
8-4 تأثير فايروس موزانيك الخيار (CMV) على الحامض الأميني البرولين في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة

يتبين من معطيات جدول 19 تفوق النباتات المصابة بالفايروس معنوياً على النباتات غير المصابة بمحتواها من الحامض الأميني البرولين و بمعدل 51.6 مايكروغرام. مل⁻¹ مقارنة بمحتوى النباتات غير المصابة التي بلغ محتواها 29.7 مايكروغرام. مل⁻¹ من الحامض الأميني البرولين. كما اعطت التراكيب الوراثية لنبات الطماطة اختلافات معنوية فيما بينها في مستوى الحامض الأميني البرولين، فقد تفوق التركيب الوراثي Mercur معنوياً على التراكيب الأخرى بإعطائه أعلى معدل للحامض الأميني بلغ 47.5 مايكروغرام. مل⁻¹ قياساً بمعدل التركيب الوراثي Joleene الذي بلغ 36.2 مايكروغرام. مل⁻¹. وجد أيضاً أن التركيب الوراثي Oscar المصاب بفايروس موزانيك الخيار (CMV) كان الأكثر تأثراً في خفض محتوى النبات من هرمون السايبتوكاينين (44.6 مايكروغرام. مل⁻¹) و بفارق معنوي عن محتوى الحامض الأميني في نفس نباتات التركيب الوراثي غير المصاب و الذي بلغ 30.5 مايكروغرام. مل⁻¹. بينما كان التركيب الوراثي Basmah الأقل خفضاً في محتوى النبات من البرولين والبالغ 62.4 مايكروغرام. مل⁻¹ مع اختلافه معنوياً عن معدل وجوده في النباتات غير المصابة من نفس التركيب الوراثي (28.6 مايكروغرام. مل⁻¹) (شكل 26).

جدول 19: تأثير فايروس موزانيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من الحامض الأميني البرولين.

المعدل	البرولين مايكروغرام. مل ⁻¹		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
38.8	46.4	31.2*	Bayan
37.4	46.6	28.3	Emmylou
36.2	47.2	25.1	Joleene
41.2	54.0	28.3	Madina
45.0	56.1	33.9	Heba
40.8	53.3	28.4	Plato
42.7	54.9	30.5	Zenga
47.5	50.7	32.6	Mercur
40.6	44.6	30.5	Oscar
36.6	62.4	28.6	Basmah
	51.6	29.7	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
13.05	4.13	9.23	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.



شكل 26: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض فيتامين C وارتفاع الساييتوكاينين والحامض الاميني البرولين في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفيروس موزايك الخيار (CMV).

9-4 تأثير فيروس موزايك الخيار (CMV) على بعض الانزيمات في ثمار التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة

1-9-4 فعالية انزيم البيروكسيداز (POD) Peroxidase

يتضح من معطيات جدول 20 ان النباتات المصابة بالفايروس تفوقت معنوياً على النباتات غير المصابة بمحتواها من انزيم البيروكسيداز بمعدل 11.42 وحدة. مل⁻¹ الذي اختلف بفارق معنوي عن النباتات المصابة التي بلغ معدلها 4.35 وحدة. مل⁻¹. كما اتضح ان التراكيب الوراثية لنبات الطماطة كانت مختلفة معنوياً في محتواها من انزيم البيروكسيداز، فقد تفوقت التركيب الوراثي Zenga معنوياً على التراكيب الوراثية الاخرى بإعطائه أعلى معدل للأنزيم بلغ 8.01 وحدة. مل⁻¹ قياساً بمعدل التركيبين الوراثيين Mercur و Heba اللذان يعطيان اقل معدل بلغ 7.78 وحدة. مل⁻¹. وجد ايضاً ان التركيب الوراثي Emmylou المصاب بفيروس موزايك الخيار (CMV) كان الأكثر تأثراً في رفع محتوى النبات من انزيم البيروكسيداز (11.51 وحدة. مل⁻¹) و بفارق معنوي عن محتوى الانزيم في نفس نباتات التركيب الوراثي غير المصاب و الذي بلغ 4.22 وحدة. مل⁻¹، بينما كان التركيب الوراثي المصاب Mercur الاقل خفضاً في محتوى النبات من

الانزيم والبالغ 11.25 وحدة. مل⁻¹ مع اختلافه معنوياً عن معدل وجوده في النباتات غير المصابة من نفس التركيب الوراثي (4.31 وحدة. مل⁻¹) (شكل 27).

جدول 20: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من انزيم البيروكسيداز.

المعدل	البيروكسيداز (وحدة. مل ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات غير مصابة بالفايروس	نباتات مصابة بالفايروس	
7.93	11.45	4.40*	Bayan
7.87	11.51	4.22	Emmylou
7.96	11.43	4.48	Joleene
7.98	11.49	4.47	Madina
7.78	11.34	4.22	Heba
7.81	11.30	4.31	Plato
8.01	11.53	4.49	Zenga
7.78	11.25	4.31	Mercur
7.89	11.43	4.35	Oscar
7.84	11.44	4.25	Basmah
	11.42	4.35	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.181	0.128	0.057	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-9-4 قياس فعالية انزيم الكاتليز (Catalase)

يتبين من معطيات جدول 21 تفوق النباتات غير المصابة بالفايروس معنوياً على النباتات المصابة بمحتواها من انزيم الكاتليز (CAT) و بمعدل وصل الى 1.34 وحدة. مل⁻¹ و اختلافه بفارق معنوي عن النباتات المصابة التي بلغ فيها مستوى الانزيم 0.64 وحدة. مل⁻¹. كما أظهرت التراكيب الوراثية لنبات الطماطة اختلافات معنوية فيما بينها في مستوى انزيم الكاتليز، اذ تفوق التركيب الوراثي Heba و بشكل معنوي على التراكيب الوراثية الاخرى بإعطائه أعلى معدل للانزيم بلغ 1.05 وحدة. مل⁻¹ قياساً بمعدل التركيب الوراثي Joleene الذي بلغ 0.91 وحدة. مل⁻¹. وجد ايضاً ان التركيب الوراثي Joleene المصاب بالفايروس كان الأكثر تأثراً في خفض

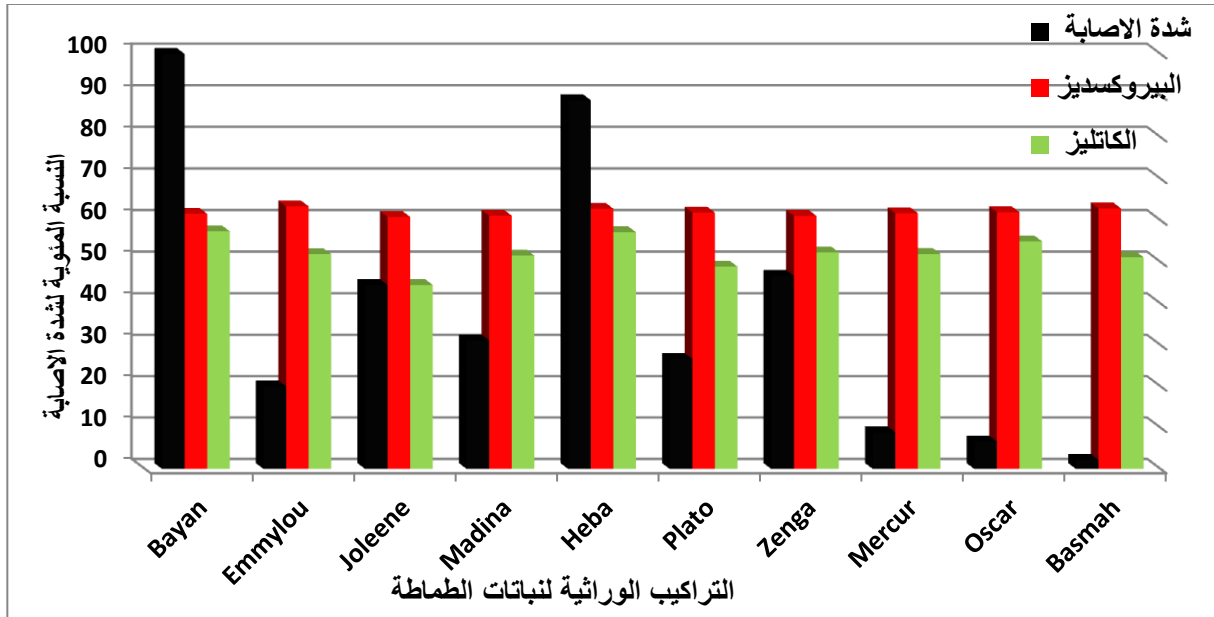
محتوى النبات من الانزيم الى 1.17 وحدة. مل⁻¹ وبفارق معنوي عن محتوى الانزيم في نباتات نفس التركيب الوراثي غير المصاب و الذي بلغ 0.65 وحدة. مل⁻¹، بينما كان التركيب الوراثي Heba المصاب هو الاقل خفضاً في محتوى النبات من انزيم الكاتليز والبالغ 1.47 وحدة. مل⁻¹ مع اختلافه معنوياً عن معدل (0.65 وحدة. مل⁻¹) في النباتات غير المصابة من نفس التركيب الوراثي. اما التركيب الوراثي Plato غير المصاب فقد سجل اعلى محتوى من انزيم الكاتليز (0.68 وحدة. مل⁻¹) مقارنة بالتركيب الوراثية الاخرى، بينما اعطى التركيب الوراثي Plato في النبات المصاب 1.33 وحدة. مل⁻¹ و كان التركيب الوراثي Bayan هو الاقل محتوى من انزيم الكاتليز 0.58 وحدة. مل⁻¹ مقارنة بالتركيب الوراثي نفسه في النبات المصاب 1.36 وحدة. مل⁻¹ (شكل 27).

جدول 21: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة من انزيم الكاتليز (Catalase).

المعدل	الكاتليز (وحدة. مل ⁻¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
0.97	1.36	0.58*	Bayan
1.00	1.35	0.65	Emmylou
0.91	1.17	0.65	Joleene
0.98	1.32	0.64	Madina
1.05	1.47	0.63	Heba
1.00	1.33	0.68	Plato
0.97	1.32	0.63	Zenga
0.98	1.33	0.64	Mercur
1.03	1.42	0.64	Oscar
1.00	1.35	0.66	Basmah
	0.64	1.34	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0.131	0.092	0.041	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

يعزى سبب زيادة انزيم الكاتليز (Catalase) في النباتات المصابة الى حاجة النبات الى التخلص من مستويات بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) الزائدة وذلك لزيادة انزيمات الاكسدة في النباتات المصابة بالفايروس ولهذه الانزيمات دوراً في ازالة المستويات العالية من بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) التي تولدت نتيجة الإصابة، كما ان الإصابة الفايروسية للنبات تسبب ارتفاع في مستوى الانزيمات نتيجة تنظيم التعبير الجيني كردة فعل دفاعية وكاستجابة للنبات ضد الاجهاد الناتجة عن الإصابة الفايروسية (Jun، 2012). ينتج انزيم الكاتليز في النبات ليساهم في كبح الجذور الحرة (ROS) عن طريق ازالة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، كما أنّ له اثراً مهماً في الحفاظ على سلامة جدار الخلية (Tanabe و آخرون، 2011). اتفقت هذه النتائج مع ما ذكره Jun (2012) الذي وجد أن انزيمات الكاتليز (Catalase) و البيروكسيداز (POD) تزداد عند الإصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) و يفارق معنوي عن النباتات غير المصابة. كما أشار Sofy و آخرون (2017) الى حدوث زيادة معنوية في كمية انزيم الكاتليز (CAT) و البيروكسيداز (POD) في اصناف مختلفة من نبات الطماطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة قياساً بالنباتات غير المصابة.



شكل 27: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لارتفاع البيروكسيداز والكاتليز في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

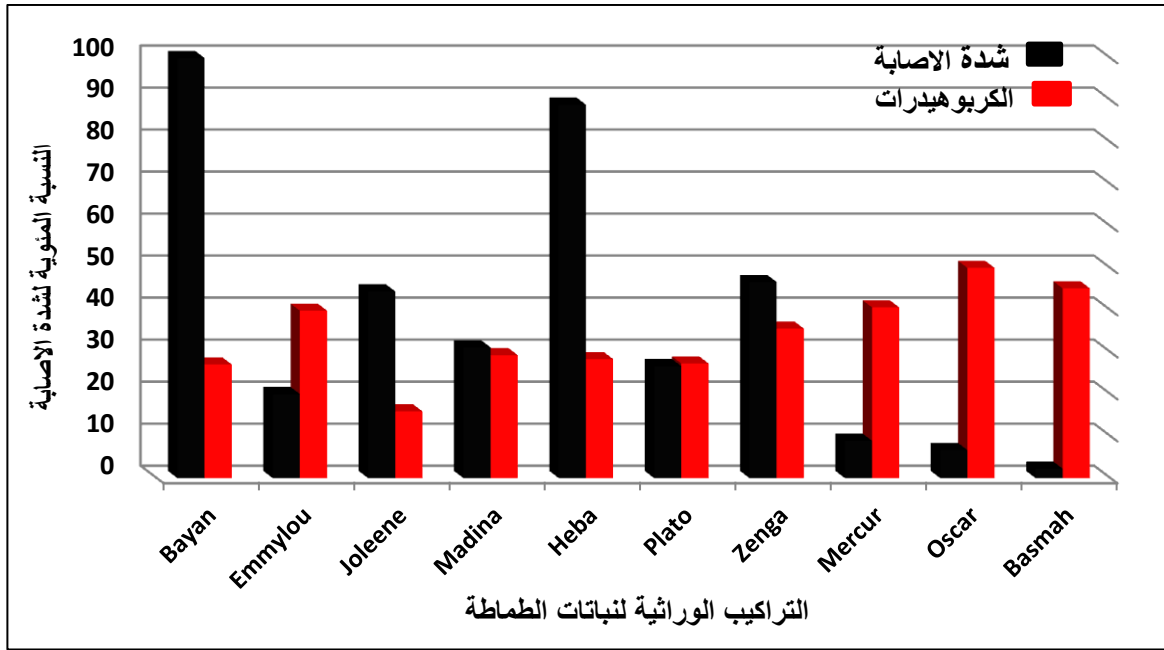
10-4 تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار الطماطة من الكربوهيدرات

يتبين من خلال البيانات المذكورة في جدول 22 ان الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) كان لها تأثيراً معنوياً في انخفاض مستوى الكربوهيدرات في ثمار التراكيب الوراثية المصابة لنبات الطماطة وبمعدل بلغ 32.69%، مختلفاً بفارق معنوي عن المستوى الطبيعي للكربوهيدرات الذي وجد في ثمار التراكيب الوراثية غير المصابة (المقارنة) والتي بلغ معدلها 49.97%. كما أظهرت ثمار التراكيب الوراثية هي الأخرى اختلافاً فيما بينها في محتواها من الكربوهيدرات والتي كان أعلاها عند التركيب الوراثي Basmah و بمعدل بلغ 45.55% مختلفاً معنوياً عن مستوى الكربوهيدرات في ثمار التراكيب الوراثية الأخرى و التي كان اقلها (35.98%) في التركيب الوراثي Emmylou. كما وجد من خلال المقارنة بين التراكيب الوراثية المصابة و غير المصابة أن التركيب الوراثي Emmylou كان الأقل محتوى من الكربوهيدرات 27.03% تحت تأثير الإصابة بفايروس (CMV) والذي اختلف احصائياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس التي اعطت معدلا بلغ 44.93%، في حين اعطى التركيب الوراثي Joleene المصاب بالفايروس اعلى تركيز من الكربوهيدرات والذي بلغ 38.53%. اما نباتات التركيب الوراثي Basmah غير المصاب فقد اعطى نسبة 58.53% مقارنة بالنباتات المصابة التي اعطت 32.27% و اقل نسبة للكربوهيدرات كانت 42.67% في التركيب الوراثي Bayan غير المصاب قياساً بالنباتات المصابة من نفس التركيب التي سجلت معدلاً بلغ 31.13% (شكل 28).

جدول 22: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتوى ثمار بعض التراكيب الوراثية لنبات الطمطة من الكربوهيدرات.

المعدل	النسبة المئوية للكربوهيدرات		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
36.90	31.13	42.67*	Bayan
35.98	27.03	44.93	Emmylou
42.17	38.53	45.80	Joleene
39.98	33.13	46.83	Madina
41.55	34.70	48.40	Heba
43.78	36.87	50.70	Plato
42.53	33.33	51.73	Zenga
42.37	31.57	53.17	Mercur
42.47	28.30	56.63	Oscar
45.55	32.27	58.83	Basmah
	32.69	49.97	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
9.208	2.912	6.511	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.



شكل 28: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض الكربوهيدرات في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفيروس موزايك الخيار (CMV).

4-11 تأثير فيروس موزايك الخيار (CMV) على بعض مؤشرات النمو الزهري و حاصل التراكيب الوراثية و الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الطماطة

4-11-1 عدد النورات الزهرية في النبات نورة. نبات¹

اثبتت النتائج إن عدد النورات الزهرية في النبات الواحد تآثر بشكل واضح بالإصابة الفايروسية من خلال اختزال عدد النورات الزهرية في النباتات المصابة و بمعدل بلغ 28.30 نورة. نبات¹ و اختلافه معنوياً عن عدد النورات الزهرية التي سجلت في النباتات غير المصابة بالفايروس و البالغة 39.83 نورة. نبات¹ (جدول 23). كما يلاحظ من نفس الجدول اختلاف التراكيب الوراثية فيما بينها معنوياً في عدد النورات الزهرية لكل نبات، إذ تفوق التركيب الوراثي Basmah معنوياً على بقية التراكيب الوراثية في عدد النورات الزهرية و البالغة 42.50 نورة. نبات¹ و التي اختلفت بفارق معنوي عن عدد النورات الزهرية الاقل (23.50 نورة. نبات¹) في التركيب الوراثي Zenga. فيما يتعلق بالتراكيب الوراثية، وجد ان التركيب الوراثي Zenga المصاب بالفايروس كان الاقل عدداً في النورات الزهرية إذ بلغ 13.00 نورة. نبات¹ مقارنة بعدد النورات الزهرية التي لوحظت في النباتات غير المصابة و التي بلغت 34.00 نورة. نبات¹. اما

التركيب الوراثي Basmah المصاب، فقد اعطى اعلى عددا للنورات بلغ 43.00 نورة. نبات¹. سجلت النتائج تفوق التركيب الوراثي Emmylou غيرالمصاب على بقية التراكيب الاخرى حيث كان عدد النورات الزهرية بلغ 51.67 نورة. نبات¹ قياساً بـ 26.00 نورة. نبات¹ التي انتجتها النباتات المصابة لنفس التركيب الوراثي (شكل 29).

ان اصابة النبات بالمرضات النباتية ومنها الفايروسات يؤدي الى انخفاض الفعاليات الحيوية في النباتات ومنها عملية البناء الضوئي و بالتالي يؤدي الى انخفاض نسبة الكربوهيدرات خلال وقت قصير جداً حيث عند التعرض لمسببات الأمراض، تحفز النباتات العديد من الجينات المرتبطة بالمسارات الأيضية الأولية، مثل تلك المشاركة في تخليق أو تحلل الكربوهيدرات والأحماض الأمينية والدهون (Berger و اخرون ، 2007).

يعود السبب في انخفاض عدد النورات الزهرية في النباتات المصابة الى تأثير الفايروس على العديد من العمليات الحيوية والفسلجية المهمة لديمومة نمو النبات و منها بناء الهرمونات النباتية مثل هرمون الجبريلين والعناصر المعدنية مثل الكالسيوم والصوديوم و كذلك تأثيره على النمو الطبيعي لأنسجة النبات و هذا ما تم أثباته في النتائج المذكورة في هذه الدراسة. اتفقت هذه النتائج مع كريم (2016) وعباس والعايدي (2017) و التميمي (2019) الذين لاحظوا من خلال نتائجهم وجود اختزال واضح في عدد النورات الزهرية لعدد من التراكيب الوراثية لنباتات الطماطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV). كما ذكر في دراسات سابقة إن للاصابات الفايروسية تأثيراً واضحاً في خفض امتصاص بعض المواد المغذية بسبب تأثيره على أنسجة النبات و منها أنسجة الجذر، كذلك تأثيره على بعض العمليات الفسيولوجية للنبات التي تظهر تأثيراتها على النبات بشكل أعراض مرضية كتجعد في الأوراق و تقزم شديد في النبات بالاضافة الى تأثير الإصابة على الكثير من معايير النمو المختلفة ومنها تكوين و احداث تغيرات عديدة مرتبطة بمعايير النمو المختلفة للنبات ومنها تكوين النورات الزهرية و خفض نسبة العقد في الازهار (التميمي،2019).

جدول 23: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) في عدد النورات الزهرية (نورة نبات¹) للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة.

المعدل	عدد النورات الزهرية (نورة نبات ¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات غير مصابة بالفايروس	نباتات مصابة بالفايروس	
33.67	33.67	33.67*	Bayan
38.83	26.00	51.67	Emmylou
35.00	30.33	39.67	Joleene
35.33	29.67	41.00	Madina
31.33	24.67	38.00	Heba
33.33	27.00	39.67	Plato
23.50	13.00	34.00	Zenga
31.17	27.67	34.67	Mercur
36.00	28.00	44.00	Oscar
42.50	43.00	42.00	Basmah
	28.30	39.83	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
6.71	4.74	2.12	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-11-4 عدد الازهار في النورة زهرة. نورة¹

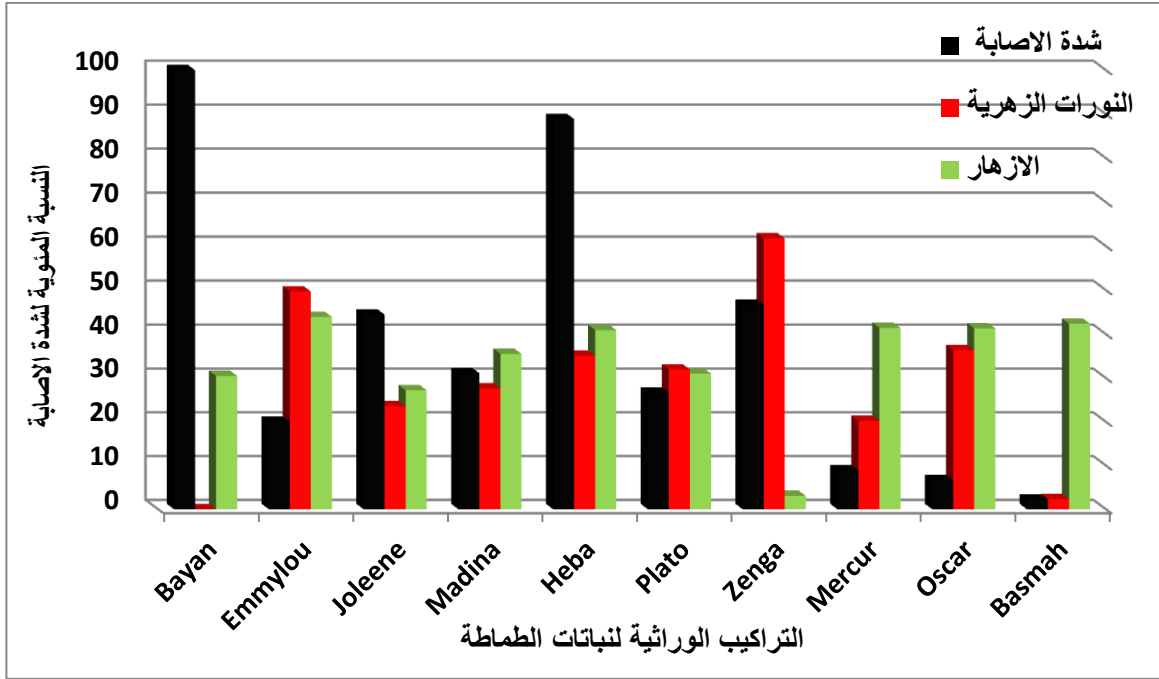
يتضح من النتائج المثبتة في جدول 24 ان الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) ادى اختزال واضح في عدد الازهار في النورة الزهرية لنباتات الطماطة و اختلافها بفارق معنوي عن عدد الازهار في النباتات غير مصابة و بمعدلات بلغت 58.83 و 90.03 زهرة/ نورة، على التوالي. كما يتضح من معطيات نفس الجدول اختلاف عدد الازهار في التراكيب الوراثية فيما بينها، فقد تفوق التركيب الوراثي Bayan معنوياً على جميع التراكيب الوراثية بإعطائه أعلى معدل وصل إلى 30.48 زهرة.نورة¹، بينما أعطى التركيب الوراثي Mercur اقل المعدلات لعدد الازهار (41.41 زهرة.نورة¹) و الذي اختلف معنوياً عن عدد الازهار الناتجة في نباتات التراكيب الوراثية الاخرى. لوحظ أيضاً من خلال التداخل ان التركيب الوراثي Mercur المصاب بفايروس موزائيك الخيار (CMV) كان الأكثر انخفاضاً في عدد الازهار و بمعدل بلغ 44.33 زهرة.نورة¹ و اختلافه بفارق معنوي عن عدد الازهار التي سجلت في النباتات غير المصابة من

نفس التركيب و التي وصلت الى 75.67 زهرة.نورة¹. اما التركيب الوراثي Bayan المصاب فقد اعطى اقل عددا من الازهار بلغ 81.33 زهرة.نورة¹ مقارنة بالنباتات غير المصابة للتركيب الوراثي نفسه الذي اعطى 117.00 زهرة.نورة¹ (شكل 29).
جدول 24: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) في صفة عدد الازهار زهرة.نورة¹ للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة.

المعدل	عدد الازهار (زهرة.نورة ¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
99.17	81.33	117.00*	Bayan
72.33	52.00	92.67	Emmylou
65.67	55.33	76.00	Joleene
75.67	59.33	92.00	Madina
74.50	55.33	93.67	Heba
76.33	62.33	90.33	Plato
64.33	63.33	65.33	Zenga
60.00	44.33	75.67	Mercur
80.67	59.67	101.67	Oscar
75.67	55.33	96.00	Basmah
	58.83	90.03	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
6.476	4.579	2.048	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

اتفقت هذه النتائج مع ما ذكره العديد من الباحثين بشأن تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على عملية التزهير و خفض عدد الازهار وكذلك عدد النورات الزهرية المتكوّنة و خصوصا عند إصابة النبات بالمراحل المبكرة من النمو و التي قد ينعدم فيها تكوّن الازهار تماماً مع انخفاض نسبة عقد الازهار وتساقطها (الرفاعي وآخرون، 2007 و Tajul وآخرون، 2011 و Khalil وآخرون، 2014 و كريم، 2016 و عباس والعبادي، 2017). تعمل الإصابة الفايروسية على التأثير في انتاج الهرمونات النباتية التي يكون لها دور مهم في عملية التزهير في النباتات حيث تؤدي الى خفض العمليات الايضية في داخل النباتات مما يسبب في انخفاض عدد الازهار والنورات الزهرية (Montasser وآخرون، 2012).



شكل 29: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لا انخفاض عدد النورات الزهرية وعدد الازهار في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفيروس موزايك الخيار (CMV).

3-11-4 حاصل النبات الواحد (غم. نبات¹)

يتضح من خلال النتائج المثبتة في جدول 25 وجود تأثير معنوي لفايروس موزايك الخيار (CMV) في خفض حاصل النبات، اذ بلغ معدل الانتاجية للنباتات المصابة 1437 غم. نبات¹ قياساً بإنتاجية نفس النباتات غير المصابة بالفايروس التي بلغت 2666 غم. نبات¹. كما وجد إن هناك تفاوتاً في معدلات انتاجية نباتات التراكيب الوراثية المختلفة، فكان أعلاها عند التركيب الوراثي Plato و بمعدل بلغ 3207 غم. نبات¹ و اختلافه إحصائياً عن معدلات الانتاجية لبقية نباتات التراكيب الوراثية و التي سجل اقلها في التركيب الوراثي Bayan و بمعدل 1133 غم. نبات¹. كما يتضح من معطيات نفس الجدول في المقارنة ان التراكيب الوراثية Emmylou كان الأكثر من بين التراكيب الوراثية المختبرة في هذه الدراسة تحملاً لفايروس موزايك الخيار (CMV)، اذ بلغت انتاجية النبات 2653 غم. نبات¹ و بفارق معنوي عن حاصل نفس النبات للتركيب الوراثي غير المصاب الذي اعطى 2209 غم. نبات¹. لوحظ أيضاً إن اقل معدل (817 غم. نبات¹) كان في التركيب الوراثي المصاب Joleene مقارنة بالتركيب الوراثي غير

المصاب الذي اعطى حاصلًا بلغ 1762 غم. نبات¹، بينما التركيب الوراثي Plato فقد اعطى أعلى معدل لإنتاجية النبات الواحد 4634 غم. نبات¹ مقارنة بالتركيب الوراثي نفسه المصاب والذي اعطى 1780 غم. نبات¹ (شكل 30).

جدول 25: تأثير فيروس موزائيك الخيار (CMV) على الحاصل (غم. نبات¹) للتراكيب الوراثية لنبات الطمطة.

المعدل	حاصل النبات (غم. نبات ¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
1133	850	1417*	Bayan
2778	2653	2902	Emmylou
1289	817	1762	Joleene
1863	330	3397	Madina
2910	2237	3583	Heba
3207	1780	4634	Plato
1612	1437	1787	Zenga
2617	2300	2933	Mercur
1707	950	2464	Oscar
1400	1017	1783	Basmah
	1437	2666	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
0417	4932	6131	L.S.D. (0.05)

* كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

يمكن تحليل سبب انخفاض إنتاجية التراكيب الوراثية المصابة إلى التأثير الواضح لفايروس موزائيك الخيار (CMV) على الكثير من الوظائف الضرورية لديمومة حياة النبات مثل انخفاض معدلات بناء الكلوروفيل ومنظمات النمو مثل الجبريلين و كذلك امتصاص العناصر المعدنية مثل المغنسيوم و الكالسيوم و البوتاسيوم والحديد و الفسفور و تأثير كل ذلك بشكل مجتموع على التزهير وعقد الأزهار و حاصل النبات وهذا ما تم اثباته في الدراسة الحالية. أشار بعض الباحثين إلى إن زيادة أو نقصان حاصل النبات يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمعايير النمو المختلفة للنبات و منها الوزن الجاف للنبات و كذلك محتوى النبات من منظمات النمو و التي من الممكن أن تؤثر بشكل سلبي على عملية التزهير و عدد الأزهار الناتجة وعقد الأزهار و تساقط الأزهار وعدم عقدها وعدم تكوين النبات لثمار الطمطة وأن تكونت فتكون صغيرة الحجم، وبالتالي انخفاض حاصل النبات

المصاب بالفايروس و هذا ما تم اثباته في نتائج هذه الدراسة. اتفقت هذه النتائج مع ما توصل اليه كل من جبار (2022) و المسعودي (2022) بخصوص الانخفاض المعنوي لفايروس موزائيك الخيار (CMV) لانتاجية نبات الخيار والبطيخ. كما اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع ما وجدته كريم (2023) في دراسة حول تأثير فايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCSV) و دوره في خفض معايير النمو المدروسة و منها حاصل نبات الطماطة. ان العناصر المعدنية الكبرى و الصغرى في النباتات تتاثر تأثيراً واضحاً بالإصابة الفايروسية حيث تنخفض العمليات الحيوية الفسلجية مما يؤدي الى انخفاض نمو النبات وبالتالي التأثير على عدد الازهار وحاصل النبات

4-11-4 الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم. نبات¹)

وجد ان الاوزان الجافة للمجموعين الخضري و الجذري للتراكيب الوراثية لنباتات الطماطة هي الاخرى تاترت بالإصابة الفايروسية لفايروس موزائيك الخيار (CMV)، اذ بلغ معدل الوزن الجاف للنباتات المصابة 29.9 غم/ نبات مقارنة بـ 52.4 غم. نبات¹ عند نباتات المقارنة غير المصابة بالفايروس (جدول 26). كما أظهرت التراكيب الوراثية اختلافات واضحة في معدلات الأوزان الجافة التي بلغ أعلاها عند التركيب الوراثي Oscar و بمعدل وصل الى 51.2 غم. نبات¹ وبفارق معنوي عن الوزن الجاف الذي اعطاه التركيب الوراثي Joleene و البالغ 30.3 غم. نبات¹ والذي كان اقل الاوزان الجافة من بين التراكيب الوراثية الاخرى. اثبتت نتائج المقارنة بين الأوزان الجافة للتراكيب الوراثية المصابة وغير المصابة ان التركيب الوراثي Basmah المصاب بالفايروس اعطى اعلى وزن جاف 34.3 غم. نبات¹ والذي اختلف معنوياً عن الوزن الجاف لنفس التركيب الوراثي في نباتات المقارنة التي كان معدلها 68.0 غم. نبات¹. كما اعطى التركيب الوراثي Joleene المصاب بالفايروس اقل وزناً جافاً بلغ 25.7 غم/ نبات مختلفاً بفارق معنوي عن الوزن الجاف لنفس التركيب الوراثي غير المصاب بالفايروس (35.0 غم. نبات¹) (شكل 30).

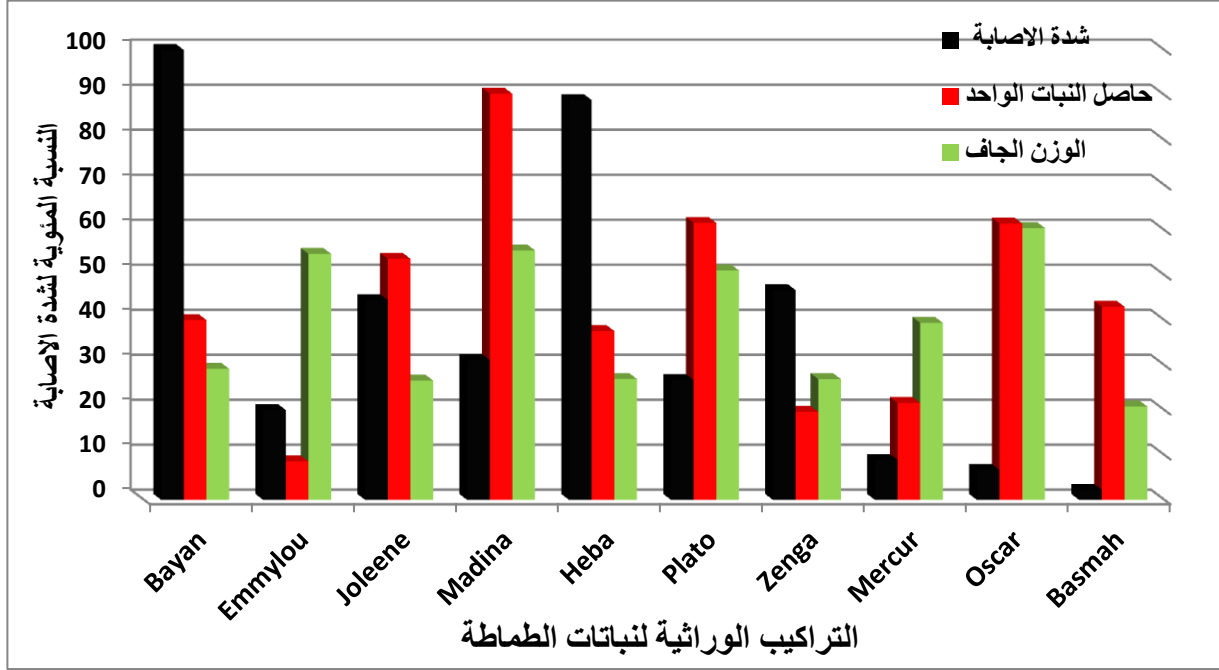
جدول 26: تأثير فايروس موزائيك الخيار (CMV) على الوزن الجاف للمجموع الخضري و الجذري للتراكيب الوراثية لنبات الطماطة.

المعدل	الوزن الجاف (غم. نبات ¹)		التراكيب الوراثية
	نباتات مصابة بالفايروس	نباتات غير مصابة بالفايروس	
32.2	26.7	37.7*	Bayan
50.8	31.7	70.0	Emmylou
30.3	25.7	35.0	Joleene
48.2	29.7	66.7	Madina
36.3	30.7	42.0	Heba
50.7	33.3	68.0	Plato
33.5	28.3	38.7	Zenga
39.3	29.7	49.0	Mercur
51.2	29.0	73.3	Oscar
38.8	34.3	43.3	Basmah
	29.9	52.4	المعدل
التداخل	الإصابة	التراكيب الوراثية	
14.61	10.33	4.62	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

يعود سبب انخفاض معدلات الاوزان الجافة للتراكيب الوراثية لنباتات الطماطة المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و الذي ادى الى خفض واضح في معدلات نمو النبات من خلال خفض محتوى النبات من بعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم و المغنسيوم و كذلك بناء بعض الهرمونات النباتية مثل الجبريلين الذي له دور في انقسام و استطالة خلايا النبات و انعكاس ذلك على معدلات الاوزان الجافة للنبات (Khalil وآخرون، 2014). لوحظ في دراسات سابقة إن للإصابة بفايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) في شتلات الطماطة تأثيراً واضحاً في اختزال مؤشرات نمو النبات و منها ارتفاع النبات و المساحة الورقية و عدد الأوراق لنبات الطماطة و انعكاس ذلك سلباً في معدلات الأوزان الجافة للنباتات المصابة و اختلافها معنوياً عن الأوزان الجافة لنباتات غير المصابة (العبادي، 2012 و كريم، 2016 و عباس و العبادي، 2017، و التميمي، 2020). كما اظهرت دراسة اجريت من قبل جبار (2022) و المسعودي (2022) و كريم (2023) انخفاض الاوزان الجافة لنباتات الخيار و البطيخ المصابة بفايروس موزائيك الخيار

(CMV) و الطمطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطمطة (TYLCV) بسبب تأثير الفايروس على معايير النمو المدروسة و بفارق معنوي عن معاملة المقارنة.



شكل 30: العلاقة بين شدة الإصابة والنسبة المئوية لانخفاض حاصل النبات الواحد والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري في النباتات المختبرة ضد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

4-12-1 تقييم كفاءة بعض المبيدات الاحيائية في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV)

يتضح من النتائج المثبتة في جدول 27 ان لوقت المعاملة بالمواد الاحيائية المستعملة في هذه الدراسة تأثيراً واضحاً على شدة الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)، فقد لوحظ ان شدة الإصابة كانت اقلها (0.29%) عند معاملة النباتات بالمواد الاحيائية قبل الإصابة بالفايروس قياساً بشدة الإصابة التي سجلت في النباتات المعاملة اثناء وبعد الإصابة و التي بلغت 0.42% و 0.54%، على التوالي.

كما اختلفت شدة الإصابة باختلاف المعاملات الاحيائية، اذ سجل المبيد الاحيائي Verox اقل شدة إصابة (0.14%) واختلفت بفارق معنوي عن نباتات المقارنة المصابة بالفايروس فقط التي كان معدلها 1.32%، في حين وجد ان اعلى شدة إصابة 0.35% كانت عند النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 قياساً بنباتات المقارنة (غير المصابة) التي أعطت معدلاً بلغ 0.00%.

حقق التداخل بين المبيد الاحيائي Trichozon قبل الإصابة اقل شدة اصابة بلغت 0.00% و باختلاف معنوي عن موعد تنفيذ نفس المعاملة اثناء و بعد الإصابة و التي وصلت معدلاتها الى 0.34% و 0.53%، على التوالي. كما سجل المبيد الاحيائي Verox قبل الإصابة اقل شدة اصابة بلغت 0.00% و باختلاف معنوي عن موعد تنفيذ نفس المعاملة اثناء و بعد الإصابة و بمعدلات بلغت 20% و 23%، على التوالي. خلاف ذلك، فقد سجلت المعاملة بالمبيد TriBio5 قبل الإصابة اعلى معدل لشدة الإصابة (0.25%) و بفارق معنوي عن شدة الإصابة التي سجلت في النباتات المعاملة اثناء او بعد الإصابة و التي كانت معدلاتها 0.31% و 0.48%، على التوالي. تشير هذه النتائج الى ان جميع المعاملات الاحيائية المستعملة في مقاومة فايروس موزائيك الخيار (CMV) أدت الى خفض شدة الإصابة بالفايروس على نبات الطماطة عند مقارنتها بمعاملة المقارنة المصابة بالفايروس (CMV).

جدول 27: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على شدة الإصابة في نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

المعدل	شدة الإصابة (%)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
0.00	0.00	0.00	0.00*	المقارنة (غير المصابة)
1.32	1.46	1.26	1.24**	المقارنة (المصابة)
0.29	0.53	0.34	0.00	Trichozon
0.35	0.48	0.31	0.25	TriBio5
0.14	0.23	0.20	0.00	Verox
	0.54	0.42	0.29	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.05	0.02	0.03	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات. ** تم تحويل الارقام في الجدول تحويل زاوي.

4-12-2 تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى النبات المصاب من العناصر المعدنية الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الفسفور و الحديد و الرصاص

4-12-2-1 الكالسيوم

يتبين من نتائج جدول 28 أن محتوى نباتات الطماطة المصابة من عنصر الكالسيوم قد

تأثر بموعد معاملة النباتات بالمبيدات الاحيائية، اذ بلغ اعلاها عند المعاملة قبل الإصابة و بمعدل

وصل الى 35.42 ملي مول. لتر⁻¹ و بفارق عن محتوى النباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و التي بلغت معدلاتها 35.55 و 30.31 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي. كما اختلف تأثير المعاملات فيما بينها في محتوى النباتات من عنصر الكالسيوم، فقد لوحظ ان اعلى محتوى لهذا العنصر كان عند النباتات المعاملة بمبيد TriBio5 و بمعدل بلغ 35.63 ملي مول. لتر⁻¹ و الذي اختلف معنوياً عن محتوى النباتات غير مصابة بالفايروس (المقارنة) التي اعطت معدلاً بلغ 45.37 ملي مول. لتر⁻¹، في حين كانت النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon الاقل معدلاً 32.70 ملي مول. لتر⁻¹ لمحتوى عنصر الكالسيوم من بين النباتات المعاملة و التي اختلفت بفارق معنوي عن نباتات المقارنة المصابة بالفايروس (CMV) التي كان معدلها 20.14 ملي مول. لتر⁻¹.

تبين ايضا من خلال المقارنة أن النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 قبل الإصابة بفايروس (CMV) كانت الأعلى محتوى من عنصر الكالسيوم و بمعدل بلغ 38.93 ملي مول. لتر⁻¹ و اختلافه معنوياً عن محتوى نباتات معاملة المقارنة (غير المصابة) من عنصر الكالسيوم التي كان معدلها 45.37 ملي مول. لتر⁻¹، في حين اختلفت هذه المعاملة معنوياً عن محتوى النباتات من الكالسيوم عند المعاملة اثناء أو بعد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) والتي اعطت معدلات بلغت 37.05 و 30.92 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي. كما اعطت النباتات المصابة والمعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon بعد الإصابة اقل المعدلات (21.14 ملي مول. لتر⁻¹) قياساً بمحتوى النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس التي سجلت معدلات بلغت 38.90 و 38.08 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي.

جدول 28: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الكالسيوم.

المعدل	محتوى الكالسيوم (ملي مول. لتر ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
45.37	48.31	45.92	41.90*	المقارنة (غير المصابة)
20.14	20.09	20.11	20.24	المقارنة (المصابة)
32.70	21.14	38.08	38.90	Trichozon
35.63	30.92	37.05	38.93	TriBio5
34.95	31.09	36.61	37.17	Verox
	30.31	35.55	35.42	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	6.59	2.94	3.80	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-2-12-4 الصوديوم

توضح النتائج المثبتة في جدول 29 أن لاستعمال المعاملات الاحيائية تأثيراً معنوياً في محتوى النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الصوديوم، اذ تفوقت جميع النباتات المعاملة بعد الإصابة في محتواها من عنصر الصوديوم و بمعدل وصل الى 67.87 جزء بالمليون (ppm) و اختلافها معنوياً عن محتوى النباتات المعاملة اثناء و قبل الإصابة (66.47 و 62.82 جزء بالمليون، على التوالي). كما اختلفت المعاملات فيما بينها في محتوى النبات من عنصر الصوديوم، فقد لوحظ زيادة محتوى النباتات من هذا العنصر عند المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox و بمعدل بلغ 72.37 جزء بالمليون و بفارق معنوي عن محتوى نباتات المقارنة المصابة بالفايروس فقط التي سجلت معدلاً بلغ 78.06 جزء بالمليون. خلاف ذلك، أعطت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 اقل محتوى من الصوديوم (67.76 جزء بالمليون) و الذي اختلف معنوياً عن محتوى النباتات في معاملة المقارنة غير مصابة بالفايروس التي كان معدلها 40.86 جزء بالمليون.

وجد من خلال التداخل في المعاملة بالمواد الأحيائية و موعد تنفيذ المعاملة ان اعلى زيادة في المحتوى لهذا العنصر (77.07 جزء بالمليون) كان عند النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox بعد الإصابة بالفايروس و التي اختلف بفارق معنوي عن محتوى النباتات المعاملة قبل الإصابة

بالفايروس و بمعدل بلغ 69.02 جزء بالمليون، تلتها زيادة ملحوظة في محتوى النباتات من هذا العنصر اثناء و بعد الإصابة لتصل معدلاتها الى 71.02 و 77.07 جزء بالمليون (ppm)، على التوالي.

جدول 29: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الصوديوم.

المعدل	محتوى الصوديوم جزء بالمليون (ppm)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
40.86	40.01	40.14	42.43*	المقارنة (غير المصابة)
78.06	78.00	78.08	78.10	المقارنة (المصابة)
69.55	73.19	73.04	62.43	Trichozon
67.76	71.09	70.08	62.12	TriBio5
72.37	77.07	71.02	69.02	Verox
	67.87	66.47	62.82	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	8.11	2.27	4.77	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

3-2-12-4 البوتاسيوم

يلاحظ من النتائج الموضحة في جدول 30 أن موعد معاملة النباتات بالمواد الاحيائية قبل و اثناء الإصابة بالفايروس كانت الأقل محتوى من عنصر البوتاسيوم قياساً بمعاملة النباتات بعد الإصابة التي لوحظ فيها ارتفاع في محتوى النباتات المصابة من عنصر البوتاسيوم و بمعدل بلغ 77.88 جزء بالمليون (ppm) و اختلفها عن النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة التي بلغت معدلاتها 72.83 و 76.48 جزء بالمليون (ppm)، على التوالي. كما اختلف تأثير المعاملة بالمواد الاحيائية على محتوى النباتات من عنصر البوتاسيوم، اذ سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox اعلى زيادة في محتوى هذا العنصر و بمعدل بلغ 82.38 جزء بالمليون (ppm) و التي اختلفت معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 50.87 جزء بالمليون (ppm). بينت النتائج ايضاً أن محتوى النباتات المعاملة بالمبيد TriBio5 كان الأقل من بين المعدلات المسجلة لعنصر البوتاسيوم و التي اعطت معدلاً بلغ 77.77 جزء بالمليون (ppm) و مختلفاً بفارق معنوي عن محتوى تلك النباتات في معاملة

المقارنة المصابة بالفايروس التي كان معدلها 88.07 جزء بالمليون (ppm). فيما يخص نتائج التداخل بين المعاملات الإحيائية و موعد الإصابة بالفايروس، وجد ان النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox بعد الإصابة كانت الأعلى محتوى من هذا العنصر (87.08 جزء بالمليون) قياساً بمحتوى النباتات المعاملة قبل وأثناء الإصابة التي أعطت معدلات بلغت 79.03 و 81.03 جزء بالمليون (ppm)، على التوالي. أعطت النباتات المعاملة بالمبيد TriBio5 قبل الإصابة اقل زيادة في محتوى العنصر (72.13 جزء بالمليون)، خلاف ذلك وجد ان هناك زيادة معنوية في محتوى النباتات من عنصر البوتاسيوم عند المعاملة اثناء و بعد الإصابة بالفايروس و بمعدلات وصلت الى 80.09 و 81.10 جزء بالمليون (ppm)، على التوالي.

جدول 30: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر البوتاسيوم.

المعدل	محتوى البوتاسيوم جزء بالمليون (ppm)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
50.87	50.02	50.15	52.44*	المقارنة (غير المصابة)
88.07	88.01	88.09	88.11	المقارنة (المصابة)
79.56	83.20	83.05	72.44	Trichozon
77.77	81.10	80.09	72.13	TriBio5
82.38	87.08	81.03	79.03	Verox
	77.88	76.48	72.83	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	15.22	7.30	9.25	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

4-2-12-4 الفسفور

اشارت النتائج المثبتة في جدول 31 أن النباتات المعاملة بالمواد الاحيائية اثناء و بعد الإصابة بالفايروس كانت الأقل محتوى من عنصر الفسفور و بمعدلات بلغت 26.78 و 28.24 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي و اختلافها بفارق معنوي عن محتوى النباتات المعاملة قبل الإصابة والتي بلغ معدلها 28.63 ملي مول. لتر⁻¹. كما اختلف تأثير المعاملة بالمواد الإحيائية على محتوى النباتات من عنصر الفسفور، اذ سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox اعلى زيادة في

محتوى هذا العنصر و بمعدل بلغ 26.33 ملي مول. لتر⁻¹ والتي اختلفت معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 37.82 ملي مول. لتر⁻¹. بينت النتائج ايضاً أن محتوى نباتات الطمطة التي تم معاملتها بعد الإصابة كان الأقل من بين المعدلات المسجلة لعنصر الفسفور و التي اعطت معدلاً بلغ 26.78 ملي مول. لتر⁻¹ و اختلافه بفارق معنوي عن محتوى نباتات الطمطة في معاملة المقارنة المصابة بالفايروس التي بلغ معدلها 24.68 ملي مول. لتر⁻¹. كما وجد ان النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox بعد الإصابة كانت الاقل محتوى من هذا العنصر و بمعدل بلغ 23.00 ملي مول. لتر⁻¹ قياساً بمحتوى النباتات المعاملة قبل و أثناء الإصابة التي أعطت معدلات بلغت 26.67 29.33 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي، بينما أعطت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon قبل الإصابة اقل زيادة في محتوى العنصر 27.60 ملي مول. لتر⁻¹، في حين أظهرت زيادة معنوية في محتوى النباتات من عنصر الفسفور عند المعاملة اثناء وبعد الإصابة بالفايروس و بمعدلات وصلت الى 26.00 و 21.67 ملي مول. لتر⁻¹ على التوالي.

جدول 31: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطمطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الفسفور.

المعدل	محتوى الفسفور (ملي مول. لتر ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
37.82	40.33	38.13	35.00*	المقارنة (غير المصابة)
24.68	27.23	24.43	22.38	المقارنة (المصابة)
25.09	21.67	26.00	27.60	Trichozon
25.52	21.67	26.00	28.88	TriBio5
26.33	23.00	26.67	29.33	Verox
	26.78	28.24	28.63	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.189	0.007	0.015	L.S.D. 0.05

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

5-2-12-4 الحديد

أظهرت النتائج المثبتة في جدول (32) وجود فروقات معنوية بين مواعيد المعاملة بالمواد الاحيائية و موعد اصابة النباتات بفايروس موزائيك الخيار (CMV) في محتواها من الحديد و الذي كان اعلاها عند معاملة النباتات قبل الإصابة بالفايروس و بمعدل 30.28 ملي مول. لتر⁻¹

و اختلافه بفارق معنوي عن محتوى النباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة بالفايروس التي سجلت معدلات بلغت 29.3 و 27.55 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي. كما اظهرت المعاملات الاحيائية اختلافات فيما بينها في محتوى النباتات من عنصر الحديد، فقد تفوقت النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon و بمعدل بلغ 26.96 ملي مول. لتر⁻¹ معنوياً على محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي كان معدلها 40.62 ملي مول. لتر⁻¹. كما سجلت النباتات المعاملة بالمبيد TriBio5 اقل معدل من عنصر الحديد (26.82 ملي مول. لتر⁻¹) قياساً بالنباتات المصابة بالفايروس (CMV) (المقارنة) التي بلغ معدلها 23.48 ملي مول. لتر⁻¹.

وجد ايضاً من خلال التداخل بين المعاملة بالمواد الاحيائية وموعد الإصابة ان معاملة النباتات بالمبيد الاحيائي TriBio5 قبل الإصابة اعطى اعلى المعدلات لمحتوى النبات من الحديد 31.89 ملي مول. لتر⁻¹. كما اعطت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox قبل الإصابة بالفايروس اقل المعدلات (30.17 ملي مول. لتر⁻¹) و انخفض محتوى تلك النباتات من عنصر الحديد اثناء و بعد الإصابة بالفايروس ليصل الى 27.70 و 22.87 ملي مول. لتر⁻¹، على التوالي.

جدول 32: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الحديد.

المعدل	الحديد (ملي مول. لتر ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
40.62	45.68	40.98	35.21*	المقارنة (غير المصابة)
23.48	23.19	23.29	23.96	المقارنة (المصابة)
26.96	23.56	27.11	30.21	Trichozon
26.82	22.47	26.11	31.89	TriBio5
26.91	22.87	27.70	30.17	Verox
	27.55	29.3	30.28	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.202	0.009	0.022	L.S.D. 0.05

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

6-2-12-4 الرصاص

يلاحظ من النتائج المذكورة في جدول 33 أن لموعد معاملة النباتات بالمواد الاحيائية تأثيراً على وجود عنصر الرصاص في النباتات المصابة، اذ تبين ان النباتات المعاملة قبل الإصابة تفوقت

بمحتواها من الرصاص ليصل الى 0.0628 ملي مول. لتر⁻¹ مقارنة بمعدل الرصاص اثناء الإصابة و الذي بلغ 0.0622 ملي مول. لتر⁻¹، في حين سجل اقل معدل للرصاص في النباتات المعاملة بعد الإصابة 0.0618 ملي مول. لتر⁻¹. كما لوحظ اختلاف تأثير معاملة النباتات بالمواد الإحيائية على محتوى النباتات من عنصر الرصاص، اذ سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 اعلى زيادة في محتوى هذا العنصر و بمعدل بلغ 0.063 ملي مول. لتر⁻¹ و الذي اختلفت معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 0.071 ملي مول. لتر⁻¹. بينت النتائج ايضاً أن محتوى النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon و Verox كان الأقل من بين المعدلات المسجلة لعنصر الرصاص والتي اعطت معدلاً بلغ 0.060 ملي مول. لتر⁻¹ لكلا المبيدين و مختلفاً بفارق معنوي عن محتوى النباتات في معاملة المقارنة المصابة بالفايروس التي كان معدلها 0.058 ملي مول. لتر⁻¹. تشير نتائج التداخل بين المعاملات الإحيائية وموعد الإصابة بالفايروس ان النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 بعد الإصابة كانت الأعلى محتوى من هذا العنصر مقارنة ببقية المواد و بمعدل بلغ 0.060 ملي مول. لتر⁻¹، اما اقل معدل للنباتات المعاملة بعد الإصابة سجلها المبيد الاحيائي Trichozon فقد أعطت معدل بلغ 0.054 ملي مول. لتر⁻¹، في حين أظهرت زيادة معنوية في محتوى النباتات من عنصر الرصاص عند المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس و بمعدلات وصلت الى 0.064 و 0.062 ملي مول. لتر⁻¹ على التوالي.

جدول 33: تأثير بعض المعاملات الإحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من عنصر الرصاص.

المعدل	الرصاص (ملي مول. لتر ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
0.071	0.078	0.068	0.066*	المقارنة (غير المصابة)
0.058	0.061	0.059	0.055	المقارنة (المصابة)
0.060	0.054	0.062	0.064	Trichozon
0.063	0.060	0.063	0.065	TriBio5
0.060	0.056	0.059	0.064	Verox
	0.0618	0.0622	0.0628	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.0048	0.0022	0.0029	L.S.D. 0.05

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع ما ذكره كلاً من Jones و Huber (2012) الذين أكدوا ان الإصابة الفايروسية للنبات تؤثر على العمليات الفسيولوجية في النباتات ومنها الإصابة بفايروس موانيك التبغ (TMV) الذي ادى الى خفض محتوى النبات المصاب من العناصر المعدنية الكالسيوم و المغنسيوم و المنغنيز. أكد Khalil و آخرون (2014) و Ilyas و آخرون (2016) ان الإصابة الفايروسية للنبات بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) تؤدي الى اختزال واضح في مستوى عنصر الكالسيوم و انخفاض عدد و حجم الخلايا و حصول تقزم حاد في النباتات. اثبتت التميمي (2019) ان اصابة نباتات الطماطة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) ادى الى خفض محتوى النباتات من العناصر المعدنية الكالسيوم و المغنسيوم و المنغنيز. ذكر (Wang و آخرون، 2013 و Shabala و Pottosin، 2014) ان الاجهادات الاحيائية و غير الاحيائية التي تتعرض لها النباتات تؤدي الى حدوث ردود فعل غير طبيعية لدى النباتات لمقاومة تلك الاجهادات و منها زيادة في امتصاص بعض العناصر المعدنية و منها البوتاسيوم والصوديوم و بمستوى اعلى من المستوى الطبيعي لهذه العناصر في النباتات. لوحظ زيادة معنوية لمستويات عنصر البوتاسيوم و الصوديوم نتيجة الإصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) و التي تحدث في النباتات كوسيلة دفاعية ضد الفايروس مما يؤدي الى زيادة الضغط التناضحي في خلايا النباتات و الذي يؤدي الى زيادة امتصاص الماء و كذلك بعض العناصر المذابة في التربة (Khalid و آخرون، 2014 و التميمي، 2019). تبين ايضا ان اصابة بعض من انواع النباتات البقولية بفايروس تليفيريا (TeMV) ادى الى اختزال بعض العناصر المعدنية منها الكالسيوم و المغنسيوم و المنغنيز و بفارق معنوي عن محتوى النباتات غير المصابة (Mofunanya و آخرون، 2015).

3-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النبات المصاب بفايروس موزانيك الخيار (CMV) من الفيولولات الكلية

يتضح من خلال بيانات جدول 34 ان لاستعمال المعاملات الاحيائية و موعد الإصابة بفايروس موزانيك الخيار (CMV) تأثيراً واضحاً على محتوى النبات من الفيولولات الكلية و التي لوحظ اعلاها في النباتات المعاملة بعد الإصابة (24.90 ملغم غم⁻¹ وزن جاف) و اختلافه بفارق معنوي عن المعدلات التي تم الحصول عليها من النباتات المعاملة اثناء و قبل الإصابة بالفايروس

و البالغة 24.23 و 24.04 ملغم غم⁻¹ وزن جاف، على التوالي. كما وجد ان هنالك تفاوت في محتوى الفينولات في النباتات المعاملة بمختلف المواد الاحيائية و التي كان اعلاها في النباتات المعاملة بالمبيد Verox و بمعدل بلغ 30.48 ملغم غم⁻¹ وزن جاف و اختلافه معنوياً عن محتوى الفينولات في النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) و التي بلغ معدلها 12.71 ملغم غم⁻¹ وزن جاف. أوضحت النتائج ايضاً ان اقل محتوى للفينولات كان في النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon و بمعدل بلغ 26.13 ملغم غم⁻¹ وزن جاف وباختلاف معنوي عن محتوى النباتات المصابة بالفايروس (CMV) الذي وصل الى 23.83 ملغم غم⁻¹ وزن جاف.

اثبتت نتائج التداخل بين المبيدات الاحيائية و موعد الإصابة بالفايروس (CMV) ان اعلى زيادة في محتوى النباتات من الفينولات (31.90 ملغم غم⁻¹ وزن جاف) سجل في النباتات المعاملة بالمبيد Verox بعد الإصابة بالفايروس (CMV)، في حين كان اقلها عند معاملة النباتات بالمبيد Trichozon قبل الإصابة و التي اعطت معدلاً بلغ 24.49 ملغم غم⁻¹ وزن جاف و ازداد محتوى النبات من المركبات الفينولية عند المعاملة Trichozon بعد الإصابة ليصل الى 28.33 ملغم غم⁻¹ وزن جاف.

جدول 34: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الفينولات.

المعدل	الفينولات (ملغم غم ⁻¹ وزن جاف)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
12.71	11.47	13.14	13.51*	المقارنة (غير المصابة)
23.83	23.18	23.59	24.73	المقارنة (المصابة)
26.13	28.33	25.58	24.49	Trichozon
28.87	29.60	28.78	28.23	TriBio5
30.48	31.90	30.07	29.47	Verox
	24.90	24.23	24.04	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.274	0.008	0.019	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

تبين من خلال النتائج اعلاه ان زيادة محتوى النباتات المصابة و المعاملة بالمبيدات الاحيائية من الفينولات ارتبط بعلاقة طردية مع شدة الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) بسبب دور تلك المواد في تحفيز المقاومة الجهازية للنبات. اوضح Lattanzio (2013) ان زيادة

الفينولات في النباتات يعد وسيلة دفاعية ترتبط بعلاقة طردية مع شدة الإصابة بالمسببات المرضية و منها فايروسات النبات و يزداد انتاج هذه المواد بفعل بعض العوامل الاحيائية الاخرى التي لها دور في تحفيز المقاومة الجهازية ضد المسببات المرضية. اوضح AL-Tuwaijri (2009) ان المبيدات الاحيائية التي تم تصنيعها من الفطر *T. viride* و البكتريا *B. subtilis* اثبتت كفاءتها في مكافحة الفطرين *F. oxysporum* و *F. solani* المسببين لمرض تعفن جذور نبات الخيار حيث ازداد محتوى النباتات من المركبات الفينولية نتيجة لتحفيز المقاومة الجهازية في النبات ضد المسببات المرضية و تحسين موشرات النمو مثل النمو الزهري و الخضري و الانتاجية للنباتات. اتفقت نتائج هذه الدراسة مع ما توصل اليه إبراهيم وآخرون (2020) الذين وجدوا ان نباتات الفلفل (*Capsicum annum*) المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) ازداد محتواها من المركبات الكيميائية و منها المركبات الفينولية كوسيلة دفاعية ضد الإصابة بالفايروس. كما اشار حميد (2005) ان بعض اصناف نخيل التمر (*Phoenix dactylifera*) تختلف في استجابتها للإصابة بمرض خياس طلع النخيل المسبب عن الفطر *Thielaviopsis paradoxa* بسبب اختلاف الاصناف باننتاجها لمستويات مختلفة من الفينولات. اتفقت هذه النتائج ايضا مع ما وجده إبراهيم و آخرون (2020) بان معاملة نباتات الفلفل المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) حامض الساليسيليك (Salicylic acid) و بعض المخصبات الحيوية ادى الى زيادة محتوى النباتات من المركبات الفينولية. اشار الشامي و آخرون (2017) الى انخفاض شدة الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) في نباتات الخيار المعاملة ببعض عزلات البكتريا المحفزة للنمو بسبب دور هذه العزلات في تحفيز المقاومة الجهازية و انتاج بعض المواد الكيميائية و منها بيروكسيد الهيدروجين و الفينولات. بين (جبار، 2022 و المسعودي، 2022 و كريم، 2023) أن مستوى الفينولات الكلية ازداد بفارق معنوي عند معاملة نباتات البطيخ و الخيار المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و الطمطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطمطة (TYLCV) عند معاملتها بالأحماض الأمينية و المحفز الحيوي Biohealth و مستخلص الطحالب.

4-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النبات المصاب بفايروس موزانيك الخيار (CMV) من الهرمونات الجبريلين (GA) و السايبتوكاينين (CK)

1-4-12-4 هرمون الجبريلين (Gibberellin)

وجد من خلال النتائج المثبتة في جدول 35 ان لموعد المعاملة تأثيراً واضحاً في زيادة أو انخفاض محتوى النبات من هرمون الجبريلين، إذ لوحظ وجود اختزلاً معنوياً في محتوى النباتات المعاملة بتلك المواد اثناء و بعد الإصابة بالفايروس و بفارق معنوي عن محتوى النباتات من الجبريلين عند المعاملة قبل الإصابة و التي سجلت معدلاً بلغ 25.73 مايكروغرام/ مل⁻¹ مختلفاً بفارق معنوي عن محتوى النباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة و التي بلغت معدلاتها 24.86 و 24.27 مايكروغرام/ مل⁻¹، على التوالي. كما سجلت النباتات المعاملة بالعوامل الاحيائية اختلافات واضحة في محتواها من الجبريلين، اذ وجد اعلاها (26.89 مايكروغرام/ مل⁻¹) عند النباتات المعاملة بالمبيد Verox و بفارق معنوي عن محتوى النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon التي اعطت معدلاً بلغ 24.39 مايكروغرام/ مل⁻¹ قياساً بالنباتات غير مصابة بالفايروس (المقارنة) التي وصل معدلها الى 29.46 مايكروغرام/ مل⁻¹. كما وجد ان من بين جميع المعاملات المنفذة في هذه التجربة، أن النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 هي الاقل محتوى من هرمون الجبريلين (26.11 مايكروغرام/ مل⁻¹) و اختلافه بفارق معنوي عن محتوى النباتات المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ فيها المستوى الطبيعي للهرمون 17.96 مايكروغرام/ مل⁻¹.

اعطى التداخل بمعاملة النباتات بالمبيد Verox والموعد بتطبيق المعاملة قبل الإصابة بالفايروس اعلى المعدلات 27.84 مايكروغرام/ مل⁻¹ والذي انخفض بشكل معنوي عند معاملة النباتات اثناء و بعد الإصابة بالفايروس لتصل مستويات هرمون الجبريلين فيها الى 26.52 و 26.32 مايكروغرام/ مل⁻¹، على التوالي. كما سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon بعد الإصابة بالفايروس اقل محتوى للهرمون 23.47 مايكروغرام/ مل⁻¹ خلافاً لمستواه الأعلى و المختلف معنوياً في النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس و التي بلغت معدلاتها 25.23 و 23.47 مايكروغرام/ مل⁻¹.

جدول 35: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الجبريلين.

المعدل	الجبريلين (مايكروغرام/ مل ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
29.46	29.21	29.52	29.64*	المقارنة (غير المصابة)
17.96	16.20	18.16	19.53	المقارنة (المصابة)
24.39	23.47	24.37	25.23	Trichozon
26.11	26.18	25.73	26.44	TriBio5
26.89	26.32	26.52	27.84	Verox
	24.27	24.86	25.73	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.038	0.010	0.022	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-4-12-4 هرمون السايوتوكاينين (Cytokinin)

اوضحت بيانات الجدول 36 ان لمعاملة النباتات بالمواد الاحيائية و وقت احداث الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) تأثيراً على محتوى النبات من هرمون السايوتوكاينين، اذ لوحظ زيادة تركيز الهرمون في النبات عند المعاملة بالمواد الاحيائية بعد الإصابة بالفايروس و التي بلغت 26.29 مايكروغرام/ مل⁻¹، في حين كان مستوى هذا الهرمون اقل عند معاملة النباتات قبل و اثناء الإصابة بالفايروس و بمعدلات بلغت 24.79 و 25.3 مايكروغرام/ مل⁻¹، على التوالي. كما كان للمعاملة بالمواد الاحيائية لوحدها تأثيراً متبايناً في محتوى النبات من هرمون السايوتوكاينين الذي كان اعلاه عند المعاملة بالمبيد Trichozon و بمعدل بلغ 27.72 مايكروغرام/ مل⁻¹ و اختلافها معنوياً عن محتوى النباتات المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 27.63 مايكروغرام/ مل⁻¹.

كما بينت النتائج ان اقل معدل (25.63 مايكروغرام/ مل⁻¹) لمحتوى النبات من هرمون السايوتوكاينين المعاملة بالمبيد Verox و الذي اختلف معنوياً عن محتوى نباتات معاملة المقارنة (غير مصابة بالفايروس) التي كان معدلها 19.49 مايكروغرام/ مل⁻¹. وجد من خلال التداخل ان النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon بعد الإصابة بالفايروس كان الاعلى محتوى من الهرمون و بمعدل بلغ 29.47 مايكروغرام/ مل⁻¹ قياساً بمحتوى النباتات المعاملة اثناء وقبل الإصابة

بالفايروس التي اعطت معدلات بلغت 27.37 و 26.23 مايكروغرام/ مل⁻¹ على التوالي، في حين اعطت النباتات المعاملة بالمبيد Verox قبل الإصابة بالفايروس أقل المعدلات بلغ 23.84 مايكروغرام/ مل⁻¹ و ازداد محتوى تلك النباتات من الساييتوكاينين اثناء و بعد الإصابة بالفايروس ليصل الى 25.52 و 27.52 مايكروغرام/ مل⁻¹، على التوالي. كما لوحظ ان مستوى هرمون الساييتوكاينين في النباتات المعاملة بالمبيد Verox كان اقل عند المعاملة اثناء الإصابة و بمعدل 25.52 مايكروغرام/ مل⁻¹ و بفارق معنوي عن مستوى الهرمون في النباتات المعاملة قبل الإصابة بالفايروس و الذي بلغ معدله 23.84 مايكروغرام/ مل⁻¹.

جدول 36: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الساييتوكاينين.

المعدل	السايتوكاينين (مايكروغرام/ مل ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
19.49	19.31	19.52	19.64*	المقارنة (غير المصابة)
27.63	26.40	26.66	29.83	المقارنة (المصابة)
27.72	29.47	27.37	26.23	Trichozon
26.88	28.78	27.43	24.44	TriBio5
25.63	27.52	25.52	23.84	Verox
	26.29	25.3	24.79	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.035	0.011	0.020	L.S.D. 0.05

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

تشير نتائج هذه الدراسة الى ان للإصابة بالفايروسية تأثير معنوي على العمليات الحيوية داخل النبات و منها بناء هرمون الجبريلين المهم لانقسام واستطالة خلايا النبات مؤكداً ما توصلت اليه نتائج هذه الدراسة بظهور النباتات المصابة بمظهر متقزم و الانعكاس تلك الإصابة سلبياً على بعض مؤشرات النمو المدروسة و منها الوزن الجاف للمجموعتين الخضري و الجذري للنباتات المصابة. لوحظ في دراسات سابقة أن إصابة نباتات الطماطة بفايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) اثر سلباً على عملية انقسام واستطالة الخلايا النباتية للنبات المصاب و ظهور النبات بأعراض مرضية مختلفة منها تقزم النبات بسبب انخفاض تركيز الجبريلين (Alazem و Lin، 2017). اما زيادة الساييتوكاينين في النباتات المصابة بالفايروس تحدث بسبب زيادة تعبير الجينات

المسؤولة عن انتاج الساييتوكاينين و التي تعد جزءاً من الاستجابة الدفاعية للنبات لتقليل خطر الإصابة. كما ان معاملة النباتات بالمواد الكيميائية و الاحيائية زاد من كفاءة امتصاص النبات للمغذيات و انتقالها عبر الانسجة النباتية و بالتالي يؤدي الى زيادة كفاءة مسارات انتاج هذه الهرمونات التي تنعكس ايجابياً على مقاومة النبات للمسببات المرضية.

اتفقت هذه النتائج مع ما وجدته (جبار، 2022 و المسعودي، 2022 و كريم، 2023) الى ان الهرمون النباتي الساييتوكاينين يرتفع عند اصابة نباتات البطيخ و الخيار بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و اصابة نباتات الطماطة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV). أثبتت التميمي (2019) أن إصابة بعض التراكيب الوراثية لنبات الطماطة (Red cherry و Oula T25 و Marmande) بفايروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) ادى الى خفض مستوى بعض الهرمونات و منها هرمون الجبريلين و زيادة معنوية في مستوى الساييتوكاينين مقارنة بالنباتات غير المصابة.

5-12-5 تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من فيتامين C (Ascorbic acid)

بينت النتائج المثبتة في جدول 38 أن محتوى نباتات الطماطة من فيتامين C كان الاعلى عند معاملة النباتات قبل الإصابة بالفايروس و بمعدل بلغ 15.65 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري و اختلافه بفارق معنوي عن المعدلات التي تم الحصول عليها في النباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة (13.61 و 12.17 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري، على التوالي). كما اختلف تأثير المعاملات فيما بينها على محتوى النباتات المعاملة من الفيتامين، فقد سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox أعلى المعدلات (14.52 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري) و اختلافها معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 19.50 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري. بينت النتائج ايضاً أن اقل مستوى لهذا الفيتامين كان في النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 و الذي بلغ 13.54 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري مقارنة بمحتوى النباتات في معاملة النباتات المصابة بالفايروس و التي وصل معدلها الى 7.54 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري.

اوضح التداخل بأن النباتات المعاملة بالمبيد Verox قبل الإصابة بالفايروس كانت الاعلى محتوى من فيتامين C (17.28 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري) قياساً بمحتوى النباتات المعاملة اثناء

وبعد الإصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) التي أعطت معدلات بلغت 14.25 و 12.02 ملغم. 100 غم⁻¹ وزن طري، على التوالي، في حين أعطت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 بعد الإصابة بالفايروس اقل المعدلات بلغ 10.75 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري و ازداد محتوى تلك النباتات من الفيتامين اثناء و قبل الإصابة بالفايروس ليصل الى 14.20 و 15.68 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري، على التوالي.

جدول 38: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) من فيتامين C.

المعدل	تركيز فيتامين C (ملغم. 100 غم ⁻¹ وزن طري)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
19.50	19.54	19.51	19.44*	المقارنة (غير المصابة)
7.54	6.98	6.87	8.77	المقارنة (المصابة)
13.97	11.58	13.24	17.08	Trichozon
13.54	10.75	14.20	15.68	TriBio5
14.52	12.02	14.25	17.28	Verox
	12.17	13.61	15.65	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.024	0.008	0.014	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

فيتامين C يتواجد في جميع الانسجة النباتية و تحت مستويات طبيعة تنخفض عند التعرض لاجهادات احيائية و غير احيائية و منها الإصابة بالمسببات المرضية (Smirnoff و Wheeler، 2000) اتفقت نتائج هذه الدراسة مع Akladios و آخرون (2013) الذي اشار الى ان حامض الاسكوربك انخفض معنوياً في نبات الطماطة عند تعرضه لاجهادات مختلفة او ظروف غير ملائمة. اكد كريم (2023) ان اصابة نباتات الطماطة بفيروس تجعد و اصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) ادى الى تاثر محتوى النبات من الفيتامينات ومنها فيتامين C و فيتامين E حيث كانت النباتات المصابة هي الاقل معدلاً من الفيتامينات.

6-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار

(CMV) من الحامض الأميني البرولين (Proline)

النتائج المثبتة في جدول 39 توضح ان لموعد المعاملة بالمواد الاحيائية و الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) تأثيراً واضحاً على محتوى النبات من الحامض الأميني البرولين، إذا لوحظ ان هناك اختلافاً معنوياً في محتوى النباتات عند معاملتها اثناء و بعد الإصابة بالفايروس (37.43 و 38.09 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري، على التوالي) و بفارق معنوي عن محتوى النباتات عند المعاملة قبل الإصابة والتي سجلت معدلاً بلغ 37.86 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري. كما سجلت النباتات المعاملة بالمبيدات الاحيائية اختلافات واضحة في محتواها من البرولين، اذ سجل اعلاها 41.91 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري عند النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 و بفارق غير معنوي عن محتوى النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozone التي اعطت اقل معدلاً بلغ 35.45 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري و الذي اختلف معنوياً عما وصل اليه مستوى هرمون البرولين في النباتات المصابة بالفايروس (المقارنة) و البالغ 39.05 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري.

كما وجد من بين جميع المعاملات المنفذة في هذه التجربة، أن النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozone هي الاقل محتوى من الحامض الأميني البرولين (35.45 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري) و بفارق معنوي عن محتوى النباتات غير مصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ فيها المستوى الطبيعي للحامض 30.73 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري. اعطى التداخل عند معاملة النباتات بالمبيد الاحيائي TriBio5 قبل الإصابة بالفايروس اعلى المعدلات (40.64 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري) و الذي ارتفع بشكل معنوي عند معاملة النباتات اثناء و بعد الإصابة بالفايروس لتكون مستويات البرولين فيها 42.11 و 42.98 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري، على التوالي. كما سجلت النباتات المعاملة بالمبيد Trichozone بعد الإصابة بالفايروس اقل محتوى للحامض بلغ 39.28 مايكروغرام. غم⁻¹ وزن طري.

جدول 39: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الحامض الأميني البرولين.

المعدل	البرولين (مايكروغرام. غم ⁻¹ وزن طري)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
30.73	29.42	30.18	32.58*	المقارنة (غير المصابة)
39.05	35.92	39.90	43.58	المقارنة (المصابة)
35.45	39.28	34.08	32.98	Trichozon
41.91	42.98	42.11	40.64	TriBio5
41.10	42.86	40.89	39.55	Verox
	38.09	37.43	37.86	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.038	0.010	0.021	L.S.D. 0.05

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

توضح النتائج في هذه الدراسة ان الإصابة الفايروسية اثرت على محتويات النبات و منها الحامض الأميني البرولين الذي يعد منظم نمو ازموزي و مضاد للاكسدة و ان ازدياد محتوى النباتات من البرولين يشير الى تعرض النبات لعوامل غير ملائمة للنمو او التعرض للاجهادات المختلفة، كما ان ازدياد محتوى البرولين و بنسب متفاوتة ترجع الى طبيعة التراكيب الوراثية المختلفة للنباتات التي تتلائم مع الظروف المحيطة بالنباتات. وجد ان بعض التراكيب الوراثية تمتلك خاصية تثبيط عملية بناء البروتين و ذلك نتيجة لزيادة الانزيمات المحللة للبروتين مثل انزيم Proteinase و بذلك يزداد محتوى الحامض الأميني البرولين مما يقلل من الجهد الازموزي للخلايا لضمان استمرار عملية امتصاص الماء تحت الظروف غير ملائمة للنبات بسبب خاصية البرولين الازموزية وكذلك دوره في المحافظة على اغشية النباتات وثباتية الانزيمات (Chinnusamy، 2005).

7-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النبات المصاب بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الانزيمات البيروكسيديز و الكاتليز

1-7-12-4 انزيم البيروكسيديز (Peroxidase)

تشير نتائج جدول 40 إلى أن محتوى النبات من إنزيم البيروكسيديز كان الأعلى عند معاملة النباتات بعد الإصابة بالفايروس (11.87 وحدة. مل⁻¹) و الذي اختلف بفارق معنوي عن المعدلات التي تم الحصول عليها من النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة (11.74 و

11.50 وحدة. مل⁻¹، على التوالي). كما اختلف تأثير المعاملات فيما بينها على محتوى النباتات المعاملة من انزيم البيروكسيديز، فقد سجلت النباتات المعاملة بالمبيد Verox أعلى المعدلات (14.35 وحدة. مل⁻¹) واختلافها معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 4.43 وحدة. مل⁻¹. بينت النتائج أيضاً أن أقل مستوى لهذا الانزيم كان في النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon و الذي بلغ 13.16 وحدة. مل⁻¹ واختلافه معنوياً عن محتوى النباتات في معاملة المقارنة (المصابة بالفايروس) التي كان معدلها 12.26 وحدة. مل⁻¹. كما وجد من خلال التداخل أن النباتات المعاملة بالمبيد Verox قبل واثناء الإصابة بالفايروس كانت الاعلى محتوى من انزيم البيروكسيديز و بمعدل بلغ 14.87 وحدة. مل⁻¹ قياساً بمحتوى النباتات المعاملة بعد الإصابة التي أعطت معدلاً بلغ 14.92 وحدة. مل⁻¹، في حين أعطت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 بعد الإصابة بالفايروس أقل المعدلات و البالغ 13.69 وحدة. مل⁻¹ و ازداد محتوى تلك النباتات من البيروكسيديز اثناء و قبل الإصابة بالفايروس حيث اعطى نفس المعدل بلغ 14.64 وحدة. مل⁻¹ لكل منهما.

جدول 40: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطمطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من البيروكسيديز.

المعدل	تركيز انزيم البيروكسيديز (وحدة. مل ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
4.43	4.67	4.35	4.28*	المقارنة (غير المصابة)
12.26	12.11	12.50	12.17	المقارنة (المصابة)
13.16	13.96	12.76	12.76	Trichozon
14.32	13.69	14.64	14.64	TriBio5
14.35	14.92	13.27	14.87	Verox
	11.87	11.50	11.74	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.030	0.007	0.016	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-7-12-4 انزيم الكاتليز (Catalase)

اثبتت النتائج المبينة في جدول 41 أن محتوى النبات من انزيم الكاتليز (Catalase) كان الاعلى عند معاملة النباتات بعد الإصابة بالفايروس و بمعدل بلغ 1.21 وحدة. مل⁻¹ و الذي اختلف

بفارق معنوي عن المعدلات التي تم تسجيلها في النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة و البالغة 1.56 و 1.53 وحدة. مل⁻¹، على التوالي. كما اختلف تأثير المعاملات فيما بينها على محتوى النباتات المعاملة من انزيم الكاتليز، فقد سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox أعلى المعدلات (2.42 وحدة. مل⁻¹) واختلافها معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 0.53 وحدة. مل⁻¹. بينت النتائج ايضاً أن اقل مستوى لهذا الانزيم كان في محتوى النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 والذي بلغ 1.08 وحدة. مل⁻¹ و اختلافه معنوياً عن محتوى النباتات في معاملة المقارنة (المصابة بالفايروس) والتي كان معدلها 1.09 وحدة. مل⁻¹.

كما وجد من خلال التداخل أن النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox بعد الإصابة بالفايروس كانت الاعلى محتوى من الكاتليز (1.72 وحدة. مل⁻¹) قياساً بمحتوى النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon قبل و اثناء الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) التي أعطت معدلات بلغت 1.32 و 1.27 وحدة. مل⁻¹، على التوالي، في حين أعطت النباتات المعاملة بمبيد TriBio5 بعد الإصابة بالفايروس اقل المعدلات و البالغ 1.13 وحدة. مل⁻¹، كما انخفض محتوى النباتات المعاملة بالمبيد نفسه من انزيم الكاتليز اثناء و قبل الإصابة بالفايروس ليصل الى 1.10 و 1.01 وحدة. مل⁻¹، على التوالي.

جدول 41: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الكاتليز (Catalase).

المعدل	تركيز انزيم الكاتليز (وحدة. مل ⁻¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
0.53	0.27	0.33	0.98*	المقارنة (غير المصابة)
1.09	1.78	1.99	1.93	المقارنة (المصابة)
1.25	1.16	1.27	1.32	Trichozon
1.08	1.13	1.10	1.01	TriBio5
2.42	1.72	2.96	2.59	Verox
	1.21	1.53	1.56	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.021	0.007	0.013	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

اثبتت النتائج ان المعاملة بالمبيدات الاحيائية ادت الى زيادة محتوى النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من انزيمي البيروكسيديز و الكاتليز، اذ ان زيادة مستوى انزيم البيروكسيديز في النبات يعد وسيلة دفاعية لمواجهة اي اجهادات و منها الإصابة الفايروسية بسبب زيادة عدد الجذور الحرة في الانسجة النباتية بكميات كبيرة و التي يكون لها دور في بناء المركبات المضادة للاكسدة و منها انزيم البيروكسيديز و كذلك زيادة ثباتية اغشية الخلايا وبناء الكلوروفيل (Mittler، 2002). يعد البيروكسيديز (Peroxidase) من الانزيمات التي تتاثر باجهادات النبات الاحيائية او غير الاحيائية و يعمل كمضاد للاكسدة في النباتات وان وظيفته هي ازالة الجذور الحرة من النباتات و منها H_2O_2 و O_2^- التي تنتشط عند تعرض النبات للاجهادات المختلفة (Mittler، 2002).

8-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على محتوى النبات المصاب بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الكربوهيدرات (Carbohydrate)

تشير النتائج المثبتة في جدول 42 الى أن أعلى نسبة للكربوهيدرات كان في النباتات التي تم معاملتها بالمبيدات الاحيائية قبل الإصابة بالفايروس و بمعدل وصل الى 52.06% و الذي اختلف بفارق معنوي عن المعدلات التي تم الحصول عليها عند المعاملة اثناء و بعد الإصابة 45.49% و 40.04%، على التوالي. كما اختلف تأثير المعاملات فيما بينها على محتوى النباتات المعاملة من الكربوهيدرات، فقد سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox أعلى المعدلات (50.22%) و اختلفها معنوياً عن محتوى النباتات غير المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 61.85%. بينت النتائج ايضاً أن اقل مستوى للكربوهيدرات كان في محتوى النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon و الذي بلغ 40.99% و اختلفه معنوياً عن محتوى النباتات في معاملة المقارنة (المصابة بالفايروس) و التي كان معدلها 29.05%.

كما وجد من خلال التداخل أن النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Verox قبل الإصابة بالفايروس كانت الأعلى محتوى من الكربوهيدرات (61.07%) قياساً بمحتوى النباتات المعاملة اثناء وبعد الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) التي أعطت معدلات بلغت 48.23% و 41.37%، على التوالي، في حين أعطت النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon بعد الإصابة

بالفايروس اقل المعدلات والبالغ 32.47% و ازداد محتوى تلك النباتات من الكربوهيدرات اثناء وقبل الإصابة بالفايروس ليصل الى 39.90% و 50.60%، على التوالي.

جدول 42: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على محتوى نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) من الكربوهيدرات.

المعدل	النسبة المئوية للكربوهيدرات			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
61.85	61.85	61.85	61.85*	المقارنة (غير المصابة)
29.05	29.05	29.05	29.05	المقارنة (المصابة)
40.99	32.47	39.90	50.60	Trichozon
47.97	35.50	50.67	57.73	TriBio5
50.22	41.37	48.23	61.07	Verox
	40.04	45.94	52.06	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.041	0.018	0.028	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

9-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على عدد النورات الزهرية و عدد الزهيرات في النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV)

1-9-12-4 عدد النورات الزهرية نورة زهرية. نبات¹

اوضحت النتائج المبينة تأثر عدد النورات الزهرية لكل نبات بفعل المعاملات الاحيائية والإصابة بالفايروس، اذ لوحظ أن أعلى معدل لعدد النورات في النبات الواحد كان عند تنفيذ المعاملات قبل الإصابة بالفايروس و بمعدل وصل الى 31.06 نورة زهرية. نبات¹، بينما كان اقل معدل لعدد النورات الزهرية عند معاملة النباتات بعد الإصابة بالفايروس (24.86 نورة زهرية. نبات¹)، تلاها عدد النورات في النباتات المعاملة اثناء الإصابة و التي وصلت الى 26.73 نورة زهرية. نبات¹. كما وجد إن أعلى معدل للنورات الزهرية كان في النباتات المعاملة بالمبيد Trichozon والتي أعطت معدلا بلغ 29.78 نورة زهرية. نبات¹ واختلافها معنوياً عن عدد النورات في نباتات المقارنة المصابة بالفايروس (18.33 نورة زهرية. نبات¹). إما أقل عدد للنورات الزهرية سجل في نباتات التي تم معاملة بالمبيد الاحيائي Verox و التي بلغ معدلها 24.00 نورة زهرية. نبات¹ (جدول 43).

اشارت نتائج التداخل ان النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozone قبل الإصابة اعطت اعلى معدل بلغ 37.33 نورة زهرية. نبات¹ مقارنة بالنباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة التي كانت معدلاتها 28.33 و 23.67 نورة زهرية. نبات¹، على التوالي. بينما أعطت معاملة النباتات بالمبيد TriBio5 بعد الإصابة بالفايروس اقل المعدلات لعدد النورات (20.00 نورة زهرية. نبات¹) والذي اختلف معنوياً عن النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس لنفس المعاملة والتي سجلت معدلات بلغت 30.67 و 23.33 نورة زهرية. نبات¹، على التوالي.

جدول 43: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على عدد النورات الزهرية في نباتات الطمطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

المعدل	عدد النورات الزهرية (نورة زهرية. نبات ¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
41.00	41.00	41.00	41.00*	المقارنة (غير المصابة)
18.33	18.33	18.33	18.33	المقارنة (المصابة)
29.78	23.67	28.33	37.33	Trichozone
24.67	20.00	23.33	30.67	TriBio5
24.00	21.33	22.67	28.00	Verox
	24.86	26.73	31.06	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	1.28	0.012	0.025	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

4-12-9-2 عدد الازهار في النورة الزهرية زهرة. نورة¹

يتضح من النتائج المثبتة في جدول 44 ان للمعاملات الاحيائية تأثيراً واضح على عدد الازهار في كل نورة زهرية، فقد لوحظ أن اقل معدل لعدد الازهار كان عند تنفيذ المعاملات الاحيائية بعد الإصابة بالفايروس و التي أعطت معدلاً بلغ 51.39 زهرة. نورة¹ و اختلفها معنوياً عن عدد الازهار في النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس التي بلغت معدلاتها 60.79 و 67.66 زهرة. نورة¹، على التوالي.

اختلف عدد الازهار لكل نورة زهرية في النباتات باختلاف المعاملات الاحيائية المستعملة

في التجربة، فقد سجلت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي TriBio5 اقل عدد للزهيرات بلغ

55.33 زهرة. نورة¹ والذي اختلف معنوياً عن عدد الازهار في النباتات غير المصابة

بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 84.67 زهرة. نورة¹. كما وجد ان معدل عدد الازهار في النباتات المعاملة بمادة Trichozon بلغ 66.89 زهرة. نورة¹ والذي اختلف معنويًا عن معدل عدد الازهار في نباتات المقارنة المصابة بالفايروس و البالغ 32.97 زهرة. نورة¹.

أما بالنسبة الى التداخل، فقد أعطت النباتات المعاملة Trichozon قبل الإصابة بالفايروس أعلى المعدلات (82.67 زهرة. نورة¹) قياساً بمعدلات عدد الازهار في النباتات المعاملة أثناء و بعد الإصابة بالفايروس و البالغة 65.33 و 52.67 زهرة. نورة¹، على التوالي. بينما أعطت معاملة النباتات بالمبيد Verox بعد الإصابة بالفايروس اقل المعدلات لعدد الازهار (42.33 . نورة¹) والذي اختلف معنويًا عند معاملة النباتات اثناء و قبل الإصابة بالفايروس لنفس المعاملة و التي حققت معدلات بلغت 62.33 و 75.00 زهرة. نورة¹، على التوالي.

جدول 44: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على عدد الازهار في النورة الزهرية/ نبات في نباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

المعدل	عدد الازهار في النورة الزهرية (زهرة. نورة ¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
84.67	84.67	84.67	84.67	المقارنة (غير المصابة)
32.97	32.97	32.97	32.97	المقارنة (المصابة)
66.89	52.67	65.33	82.67	Trichozon
55.33	44.33	58.67	63.00	TriBio5
59.89	42.33	62.33	75.00	Verox
	51.39	60.79	67.66	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	6.18	1.31	3.89	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

10-12-4 تأثير المعاملات الاحيائية على النباتات المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) على حاصل النبات الواحد و الوزن الجاف للمجموعتين الخضري و الجذري

1-10-12-4 حاصل النبات الواحد (غم. نبات¹)

أشارت النتائج المبينة في جدول 45 أن حاصل النبات هو الاخر قد تأثر بفعل المعاملات الاحيائية و الإصابة بالفايروس، فقد لوحظ أن أعلى معدل لحاصل النبات الواحد كان عند المعاملات قبل الإصابة بالفايروس والتي أعطت معدلا بلغ 1140 غم. نبات¹ و اختلفها معنويًا

عن حاصل النباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة بالفايروس والتي أعطت معدلات بلغت 951 و 850 غم. نبات¹، على التوالي. اوضحت النتائج ايضا ان هناك اختلاف في وزن حاصل النبات الواحد باختلاف المعاملات الاحيائية المستعملة في التجربة، اذ اعطت النباتات المعاملة بالمبيد Verox أعلى وزناً للحاصل بلغ 509 غم. نبات¹ والذي اختلف معنويًا عن حاصل النباتات المصابة بالفايروس (المقارنة) التي بلغ معدلها 108 غم. نبات¹. بينت النتائج ايضاً أن اقل وزن للحاصل وجد في نباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozone (234 غم. نبات¹) و الذي اختلف معنويًا عن حاصل النباتات في معاملة المقارنة غير المصابة بالفايروس التي كان معدلها 3630 غم. نبات¹. إما بالنسبة إلى التداخل، فقد أعطت النباتات المعاملة بالمبيد Verox قبل الإصابة بالفايروس أعلى المعدلات (867 غم. نبات¹) قياساً بمعدلات حاصل النباتات المعاملة أثناء و بعد الإصابة بالفايروس و البالغ 426 و 233 غم. نبات¹، على التوالي. بينما انتجت النباتات المعاملة بالمبيد Trichozone بعد الإصابة بالفايروس اقل المعدلات لوزن الحاصل بلغ 130 غم. نبات¹ والذي اختلف معنويًا عن انتاجية النباتات المعاملة اثناء و قبل الإصابة بالفايروس لنفس المعاملة والتي حققت معدلات بلغت 198 و 375 غم. نبات¹، على التوالي. بينما اعطى المبيد الاحيائي Verox اعلى معدل لوزن الحاصل بعد الإصابة بالفايروس 233 غم. نبات¹ مقارنة ببقية المعاملات الاخرى ومختلفا عن المعدلات التي تم الحصول عليها من النباتات المعاملة قبل و اثناء الإصابة بالفايروس والتي بلغت 867 و 426 غم. نبات¹، على التوالي.

جدول 45: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على حاصل النبات الواحد في نباتات الطمطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

المعدل	حاصل النبات الواحد (غم. نبات ¹)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
3630	3620	3630	3640*	المقارنة (غير المصابة)
108	108	108	108	المقارنة (المصابة)
234	130	198	375	Trichozone
423	162	393	713	TriBio5
509	233	426	867	Verox
	850	951	1140	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	2.63	0.65	1.55	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

2-10-12-4 الوزن الجاف للمجموعين الخضري و الجذري (غم/ نبات)

أثبتت النتائج المبينة في جدول 46 أن الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري للنباتات المعاملة بالمبيدات الاحيائية كانت الاعلى قبل الإصابة بالفايروس و بمعدل بلغ 56.99 غم/ نبات و اختلافه بفارق معنوي عن المعدلات التي تم الحصول عليها عند المعاملة اثناء و بعد الإصابة بالفايروس و التي بلغت معدلاتها 45.47 و 40.85 غم/ نبات، على التوالي. كما اختلفت المعاملات الاحيائية في تأثيرها على الوزن الجاف للمجموعين الخضري و الجذري، فقد سجلت النباتات المعاملة بالمبيد Verox أعلى المعدلات (47.41 غم/ نبات) و الذي اختلف معنوياً عن الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري لنباتات معاملة المقارنة غير المصابة بالفايروس و التي بلغ معدلها 87.04 غم/ نبات. كما أعطت النباتات المعاملة بالمبيد الاحيائي Trichozon اقل المعدلات للوزن الجاف للمجموع الجذري و الجذري البالغ 37.43 غم/ نبات و اختلافه معنوياً عن معاملة المقارنة المصابة بالفايروس التي أعطت وزناً جافاً بلغ 23.00 غم/ نبات.

اوضحت نتائج التداخل أن الوزن الجاف للنباتات كان اعلاه عند المعاملة بالمبيد Verox قبل الإصابة بالفايروس والتي أعطت أعلى معدلاً بلغ 67.10 غم/ نبات و اختلافه معنوياً عن الاوزان الجافة للنباتات المعاملة اثناء و بعد الإصابة (41.07 و 34.06 غم/ نبات، على التوالي)، في حين لوحظ أن معاملة النباتات بالمبيد الاحيائي Trichozon بعد الإصابة بالفايروس أعطت اقل المعدلات (28.07 غم/ نبات) والتي اختلفت معنوياً عن المعدلات التي أعطتها النباتات المعاملة بنفس المبيد اثناء و قبل الإصابة بالفايروس و التي بلغت 37.10 و 47.11 غم/ نبات، على التوالي.

جدول 46: تأثير بعض المعاملات الاحيائية على الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنباتات الطماطة صنف Joleen المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV).

المعدل	الوزن الجاف للمجموعين الخضري و الجذري (غم/ نبات)			المعاملة
	بعد الإصابة	اثناء الإصابة	قبل الإصابة	
87.04	87.00	87.00	87.11*	المقارنة (غير المصابة)
23.00	23.00	23.00	23.00	المقارنة (المصابة)
37.43	28.07	37.10	47.11	Trichozon
44.00	32.13	39.20	60.67	TriBio5
47.41	34.06	41.07	67.10	Verox
	40.85	45.47	56.99	المعدل
	للتداخل	للمواعيد	للمعاملات	
	0.60	0.13	0.33	L.S.D. (0.05)

*كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات.

يستنتج من نتائج هذه الدراسة أن النباتات المصابة بالفايروس والمعاملة بالمبيدات الاحيائية أعطت زيادة معنوية في حاصل النبات الواحد و الوزن الجاف للمجموعين الخضري و الجذري و قد يعود السبب الى تشجيع نمو النبات بفعل الاحياء الموجودة في المبيدات المستعملة من خلال دورها في زيادة انقسام و استطالة خلايا النبات و زيادة امتصاص العناصر المغذية من التربة، فضلا عن دورها في تقليل الإصابة الفيروسية و انعكاس ذلك على تقليل تساقط الازهار والمحافظة على عقد الازهار و زيادة وزن الثمار و الذي انعكس ايجابيا على زيادة حاصل النبات (Nahed و Balbaa، 2007، و Jasim و Salman، 2020). أشار مندو و آخرون (2011) و الفهد و آخرون (2020) الى أن الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) أدت الى اختزال واضح في انتاجية نباتات الباقلاء (*Vicia faba*) و الكوسا (*Cucurbita pepo var. patissoniana*) و البطيخ الاصفر (*Melon yellow*) و الخيار (*Cucumber*) بسبب تأثيره على العمليات الحيوية و الفسلجية للنبات التي انعكست سلباً على عدد و نسبة عقد الازهار و تكوين الثمار و انخفاض الانتاجية.

اثبتت زغير (2017) و قواس و آخرون (2017) في دراستهم انخفاض في حاصل الثمار لنبات الطماطة والبادنجان المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV). كما أثبتت التميمي

(2019) انخفاض انتاجية نباتات الطماطة المصابة بفايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) و بفارق معنوي عن معاملة المقارنة بسبب تأثير الإصابة الفيروسية على بعض محتويات النباتات المدروسة مثل انخفاض العناصر المعدنية و الهرمونات النباتية اضافة الى انخفاض مؤشرات النمو و التزهير. كما اكد جبار (2022) و المسعودي (2022) ان نباتات الخيار و البطيخ المصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) انخفض فيها حاصل الثمار للنبات الواحد و بفارق معنوي عن النباتات غير المصابة. اشار كريم (2023) الى ان نباتات الطماطة المصابة بفايروس تجعد و اصفرار اوراق الطماطة (TYLCV) انخفضت فيها الانتاجية و بفارق معنوي عن النباتات غير المصابة.

5- الاستنتاجات و التوصيات Conclusions and Recommendations

1-5 الاستنتاجات Conclusions

1- حساسية جميع التراكيب لنبات الطماطة (Bayan و Heba و Madina و Mercur و Joleene و Oscar و Emmylou و Basmah و Plato و Zenga) المختبرة في هذه الدراسة و بدرجات مختلفة للإصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) و بشدة إصابة لوحظ أكثرها عند التراكيب Bayan و Heba و أقلها عند التركيبين الوراثةيان Oscar و Basmah.

2- اتضح إن للإصابة بفيروس موزائيك الخيار (CMV) تأثيراً معنوياً في خفض محتوى ثمار الطماطة من العناصر المعدنية (الكالسيوم والفسفور والحديد والرصاص) و هرمون الجبريلين وفيتامين C والكربوهيدرات والوزن الجاف وحاصل النبات الواحد وكذلك عدد الازهار والزهيرات، اضافة الى زيادة محتوى النبات من الصوديوم و البوتاسيوم و الفينولات و هرمون السايوتوكاينين و انزيمي الكاتيليز (Catalase) و البيروكسيديز (Peroxidase) و بفارق معنوي عن معاملة المقارنة (المصابة بالفايروس).

3- بينت النتائج استجابة نباتات الطماطة الحساسة للمعاملة بمبيد Trichozon و المبيد الاحيائي TriBio5، اذ كان لها تأثيراً واضحاً عند المعاملة قبل الإصابة بالفايروس في خفض شدة الاعراض المرضية و المحافظة على محتوى النبات من العناصر المعدنية و الهرمونات النباتية والانزيمات وفيتامين C و الكربوهيدرات و عدد النورات و الزهيرات وكذلك حاصل النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنباتات، وزيادة في مستويات المركبات الفينولية والحامض الاميني البرولين قياساً بمعاملة النباتات اثناء و بعد الإصابة بالفايروس، مما يشير الى إن لهذه المواد دوراً في تثبيط تضاعف و حركة الفايروس داخل خلايا النبات.

4- مقارنة بعوامل المقاومة الاخرى، اثبت إن المبيد الاحيائي Verox كان الافضل من خلال تأثيره الواضح في خفض الإصابة الفيروسية و المحافظة على محتوى النبات من العناصر المعدنية و المركبات الكيميائية و الهرمونات خصوصاً عند المعاملة قبل الإصابة مقارنة بالمبيدات الاحيائية المستعملة الاخرى.

2-5 التوصيات Recommendations

1. زراعة التراكيب الوراثية Oscar و Basmah لنبات الطماطة لكونها الاكثر تحملاً للإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و ادخالها ضمن برامج مكافحة المتكاملة (Integrated pest management).
2. اختيار تراكيب وراثية اخرى لنباتات الطماطة للحصول على نباتات مقاومة أو اكثر تحملاً للإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) وذات صفات كمية و نوعية مرغوبة أجراء دراسات تقييمية للتراكيب الوراثية للطماطة المستوردة قبل اعتمادها من قبل وزارة الزراعة لتحديد مدى مقاومتها أو تحملها للفيروسات المنتشرة في العراق و منها فايروس موزائيك الخيار (CMV).
3. إجراء مسح ميداني لمناطق زراعة الطماطة في العراق لتشخيص عزلات من فايروس موزائيك الخيار (CMV) جزيئياً لتحديد أي منها أكثر انتشاراً و خطورة.
4. معاملة نباتات الطماطة بالمبيد الاحيائي Verox قبل الاصابة بفايروس موزائيك الخيار و تطبيق المعاملات الإحيائية المستعملة في هذه الدراسة و خصوصاً المبيد الاحيائي Verox قبل الاصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) و التي قد تكون مفيدة ايضاً في مكافحة او مقاومة مسببات مرضية اخرى و منها الفايروسات.
5. اعتماد برامج تربية معتمدة على الطريقة التقليدية و الهندسة الوراثية لاستنباط صنف أو أصناف مقاومة أو متحملة للإصابة الفيروسية من خلال عملية التضريب بين التراكيب الوراثية ذات الصفات المرغوبة و التي تلائم البيئة العراقية و التوصية بزراعته.
6. التحري عن تأثير الإصابة بفايروس موزائيك الخيار (CMV) على محتويات الثمار ذات القيمة الغذائية و الصحية للإنسان في انواع نباتية اخرى.

6- المصادر References

1- المصادر العربية

إبراهيم، محمد سلمان، ياسر علي حماد وسليم راعي (2020). دور بعض المخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك في المحتوى الفينولي ونشاط انزيم البيروكسيداز في أوراق نباتات الفليفلة المعددة بفايروس موزائيك الخيار. مجلة وقاية النبات العربية، 38(4): 327-332.

التميمي، سهير قاسم حسن أحمد (2019). التشخيص الجزيئي لبعض سلالات فايروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة الكوفة. 112 صفحة.

جبار، عمار ستار (2022). تقييم عدد من التراكيب الوراثية والمستحضرات الاحيائية والمركبات الكيميائية في مكافحة فايروس موزائيك الخيار (*Cucumber mosaic virus*) على نبات البطيخ (*Cucumis melo L.*). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة كربلاء. 116 صفحة.

حميد، محمد عبد الرزاق (2005). حساسية أصناف مختلفة من نخيل التمر. *Phoenix dactylifera* للإصابة بالفطر *Thielaviopsis paradoxa* المسبب لمرض خياس الطلع مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر (4) 1-2.

الراوي، خاشع محمود و خلف الله، عبد العزيز محمد (2000). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. كلية الزراعة، الطبعة الثانية. جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جمهورية العراق.

الرفاعي، فيصل عبد الرحمن والدوغجي، عصام حسين وحمادي، كاظم جاسم (2007). اختبار مقاومة عدة اصناف من الطماطة *Lycopersicon esculentum* Mill للإصابة بمرض تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV). مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 20 (2)، 85-97.

زغير، شروق سامي سوادي (2017). استخدام البكتريا *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum brasilense* والمبيد Actara في استحثاث المقاومة الجهازية المكتسبة ضد فايروس موزائيك الخيار CMV على نبات الباذنجان. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الكوفة. 95 صفحة.

زغير، شروق سامي سوادي (2021). تحديد التسلسل النوكليوتيدي الكامل لفايروس موزائيك التين *Fig mosaic emaravirus* وتقويم كفاءة بعض العوامل الاحيائية والنانوية في مقاومته. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة الكوفة. 222 صفحة.

السامرائي، اسماعيل خليل (1998). ظاهرة الاصفرار الحديدي و اثرها في انخفاض الانتاجية في المحاصيل الزراعية. مجلة الزراعة العراقية، (1)، 14-16.

النشامي، رامز و ياسر حماد و عماد اسماعيل (2017). تقييم فعالية التلقيح بالبكتريا المحفزة لنمو النبات في الحد من تأثير فايروس موزائيك الخيار في بعض معايير نمو نباتات الطماطة. مجلة

جامعة البعث. 20: 39.

الصوفي، محمد عبد الرزاق علي (2001). فصل انزيم البيروكسيدز وتنقيته وتوصيفه من الحليب النباتي لنبات الديباج *procera Calotropis* وامكانية استخداماته التطبيقية. رسالة ماجستير. قسم الصناعات الغذائية. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ع ص 96.

طعمة، نبراس حمزة (2023). بعض أوجه التكامل في مكافحة مرض تعفن وموت بادرات الفلفل المتسبب عن الفطر *Fusarium solani* وإمكانية مكافحته كيميائياً وحيائياً. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة كربلاء. 103 صفحة.

العبادي، مثنى جبار محمد (2012). تأثير الرش بالمستخلص المائي لعرق السوس ومعلق الخميرة *Lycopersicon esculentum* Mil في بعض صفات النمو والحاصل لصنفين هجينين من الطماطة المزروعتين تحت ظروف البيت البلاستيكي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة المتنى. 105 صفحة.

عباس، زينب مسلم و عقيل نزال العابدي (2017). التشخيص الجزيئي لفايروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة و الحشرة الناقلة ومقاومته باستعمال بعض الترايب الوراثية لنبات الطماطة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة كربلاء. 127 صفحة.

الفهد، معاذ عبد الوهاب، محمد غازي عبد المجيد وعقيل نجم عبود (2020). التشخيص الجزيئي لفايروس موزائيك الخيار و مكافحته احيائياً بالطحلب *Spirolina platensis* و البكتريا *Pseudomonas fluorescens* و بعض مستخلصات النباتات الطبية تحت ظروف الزراعة المكشوفة. مجلة وقاية النبات العربية، 38(2): 137- 148.

قواس، حنان نادر واحمد، احمد وحمودي، عمر و اسماعيل، عماد (2017). تقييم أربع سلالات من البكتيريا المحسنة لنمو النباتات (PGPR) *plant Growth Promoting Rhizobacter* في تحسين نمو نباتات البندورة تحت ظروف الإصابة بفايروس موزاييك الخيار في الزراعة المحمية. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، (13)، 3.

كريم ، مالك حسن (2016). التشخيص المناعي والجزيئي لفايروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة *tomato yellow leaf curl virus* وتقييم استجابة بعض اصناف الطماطة للاصابة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة المتنى. 104 صفحة.

كريم، مالك حسن (2023). التباين الوراثي بين سلالات فايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة (TYLCV) ومقاومته باستخدام بعض العوامل الاحيائية والكيميائية لنبات الطماطة *Lycopersicum esculentum* Mill. اطروحة دكتوراه. جامعة الكوفة/ كلية الزراعة/ قسم وقاية النبات/ 166 صفحة.

- المسعودي، زينة مطلق محسن (2022). التشخيص الجزيئي لعزلة من فايروس موزايك الخيار ومقاومته باستخدام عوامل المقاومة الاحيائية و الكيمائية والتراكيب الوراثية لنبات الخيار (L. *Cucumis sativus*). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة كربلاء. 100 صفحة.
- مطلوب، عدنان ناصر و محمد، عز الدين سلطان وعبدول، كريم صالح (1989). انتاج الخضروات. الجزء الثاني، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/ جامعة الموصل. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر- البصرة.
- مندو، محمد جمال وقاسم، امين عامر حاج والشعبي، صلاح محمود و قمري، صفاء غسان (2011). تقويم قابلية بعض المدخلات المحلية و الاصناف الهجينة من الكوسا و البطيخ الاصفر الشمام للإصابة بفيروس الموزايك الاصفر للكوسا (ZYMV) و تقدير الفاقد في الانتاج الثمري. مجلة وقاية النبات العربية، 29، 245-252.
- ياسر، امير خليل (2016). كتاب تحليل التربة العملي، قسم علوم التربة والموار المائية، كلية الزراعة. جامعة الكوفة. 109 صفحة.

2-6 المصادر الاجنبية

- Abdelkhalek, A., Al-Askar, A. A., Arishi, A. A., & Behiry, S. I. (2022).** *Trichoderma hamatum* strain Th23 promotes tomato growth and induces systemic resistance against tobacco mosaic virus. *Journal of Fungi*, 8(3), 228.
- Abirami, R., Manoranjitham, S. K., Mohankumar, S., & Karthikeyan, G. (2022).** Preponderance of mixed infection of *Cucumber mosaic virus* and *Candidatus Phytoplasma australasia* on brinjal in India. *Microbial Pathogenesis*, 105596.
- Addai, M. (2021).** Assessing the causes and effects of food loss and food waste. A comparative analysis of Ghana and Sweden. *Master Thesis Series in Environmental Studies and Sustainability Science*.
- Aebi ,H.(1974).** Catalase In :Methods of enzymatic analysis volume 2,PP.673-684.
- Agrios, G.N. (1997).** *Plant pathology*. New York. *Academic Press*.
- Ahmed, N. E.; Kanan, H. O.; Sugimoto, Y.; Ma, Y. Q. and Inanaga, S. (2001).** Effect of imidacloprid on incidence of *Tomato yellow leaf curl virus*. *Journal of Plant Disease*. 85: 84-87.
- Ahsan, M., Ashfaq, M., Mukhtar, T., and Abbasi, N. A. (2020).** Current status and genetic variability of *cucumber mosaic cucumovirus* (CMV) isolates infecting major cucurbits and solanaceous vegetables in Pothwar region of Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57(5).
- Al-Abedy, A. N., Al-Fadhal, F. A., Radi, W. A., & Salim, A. T. (2009).** Molecular Identification of *Tomato Yellow leaf curl virus* and its whitefly vector (*Bemisia tabaci*). *J. Glob. Pharm. Technol*, 10(11), 924-933.

- AL-Abedy, A. N., Al-Shujairi, K. A., Al-Salami, I., Ashfaq, M., & AL-Musawi, B. H. (2021).** Genetic variation among some isolates of *Tomato yellow leaf curl virus* and its control using some biological control fungi and nanoparticles. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 17(1), 229-236.
- Al-Abedy, A. N.; Al-Janabi, R. G.; Al-Tmeme, Z. A.; SALIM, A. T.; and Ashfaq, M. (2020).** Molecular Characterization of Novel Isolates of *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma atroviride* and *Fusarium* spp. Isolated from Different plants and cutting woods in Iraq. *Pakistan Journal of Botany*, 52(3), 1073-1082.
- Alazem, M., & Lin, N. S. (2017).** Antiviral roles of abscisic acid in plants. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1760.
- Alfahad, M. A. (2021).** The Activity of New Bio-Agent to Control Cucumovirus *Cucumber mosaic virus* (CMV). *Cucumber Economic Values and Its Cultivation and Breeding*, 145.
- Ali, M. Y., Sina, A. A. I., Khandker, S. S., Neesa, L., Tanvir, E. M., Kabir, A., ... & Gan, S. H. (2020).** Nutritional composition and bioactive compounds in tomatoes and their impact on human health and disease: A review. *Foods*, 10(1), 45.
- Ali, Q., Zheng, H., Rao, M. J., Ali, M., Hussain, A., Saleem, M. H., ... & Zhou, L. (2022).** Advances, limitations, and prospects of biosensing technology for detecting phytopathogenic bacteria. *Chemosphere*, 296, 133773.
- Al-Mansori, A. N. A., Younes, H. A., Zaid, A., and Abdelkhalek, A. (2021).** Purification and Cytopathological Effects of *Cucumber mosaic virus* on Cucurbita pepo Plants. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, H. Botany*, 12(2), 97-101.
- Al-Shami, E., Zhang, R., & Wang, X. (2018).** Point absorber wave energy harvesters: A review of recent developments. *Energies*, 12(1), 47.

- Al-Tuwaijri, M. M. (2009).** Role of the biocontrol agents *Trichoderma viride* and *Bacillus subtilis* in elimination of the deteriorative effects of the root-rot pathogens *Fusarium oxysporum* and *F. solani* on some metabolic and enzyme activities of cucumber plants. *Egyptian Journal of Experimental Biology*, 5, 29-35.
- Amer, M. A., Ibrahim, Y. E., Kheder, A. A., Hamed, A. H., Farrag, A. A., and Al-Saleh, M. A. (2020).** Confirmation incidence of *Tomato chlorosis virus* naturally infecting tomato crop in Egypt. *International Journal of Agriculture and Biology*, 23(5), 963-969.
- Aremu, A. O., Fawole, O. A., Makunga, N. P., Masondo, N. A., Moyo, M., Buthelezi, N. M., ... & Doležal, K. (2020).** Applications of cytokinins in horticultural fruit crops: Trends and future prospects. *Biomolecules*, 10(9), 1222.
- Asad, Z., Ashfaq, M., & Ahsan, M. (2019).** Serological and Molecular Identification Based on Coat Protein (CP) Gene of *Cucumber mosaic virus* (CMV) Infecting Cucumber (*Cucumis sativus* L) in Pothwar Region of Pakistan. *J Plant Biochem Physiol*, 7(231), 2.
- Atarashi, H., Jayasinghe, W. H., Kwon, J., Kim, H., Taninaka, Y., Igarashi, M., Ito, K., Yamada, T., Masuta, C., & Nakahara, K. S. (2020).** Artificially edited alleles of the eukaryotic translation initiation factor 4E1 gene differentially reduce susceptibility to *cucumber mosaic virus* and *potato virus Y* in tomato. *Frontiers in Microbiology*, 11, 3075.
- Azmir, I. A., Md-Yasin, I. S., & Esa, Y. (2022, April).** Microsatellite Marker Mining Using PCR-Based Isolation of Microsatellite Arrays (PIMA) Method on Blue-Spotted Mudskipper, *Boleophthalmus Boddarti*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 995, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.

- Bai, Y. and Lindhout, P. (2007).** Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *NCBI*, 100(5): 1085- 1094.
- Balk, J., & Schaedler, T. A. (2014).** Iron cofactor assembly in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 65, 125-153.
- Baliji, S., Lacatus, G., & Sunter, G. (2010).** The interaction between Geminivirus pathogenicity proteins and adenosine kinase leads to increased expression of primary cytokinin-responsive genes. *Virology*, 402(2), 238-247.
- Barbar, A. N. (2013).** Genetic and molecular analysis of resistance to *potato virus Y* and *potato virus S* in potato (*Solanum tuberosum*). P h D. Thesis, College of Life Sciences and Medicine. Aberdeen University. 254.
- Bates, L. S., R. P. Waldes, and T. D. Teare. (1973).** Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil.*, 39: 205-207.
- Borah, M., Kumar, R. G., and Siddappa, S. (2019).** Molecular detection and *phylogenetic analysis of Cucumber mosaic virus infecting Bhut jolokia (Capsicum chinense Jacq.) of Assam. Int. J. Econ. Plants*, 6, 126-129.
- Boroujeni, N. A., Khatouni, S. B., Motamedi, M. J., Afraz, S., Jafari, M., & Salmanian, A. H. (2022).** Root-preferential expression of Newcastle virus glycoproteins driven by NtREL1 promoter in tobacco hairy roots and evaluation of oral delivery in mice. *Transgenic Research*, 31(2), 201-213.
- Botella, M. Á., Hernández, V., Mestre, T., Hellín, P., García-Legaz, M. F., Rivero, R. M., ... & Flores, P. (2021).** Bioactive compounds of tomato fruit in response to salinity, heat and their combination. *Agriculture*, 11(6), 534.

- Campestrini, L. H., Melo, P. S., Peres, L. E., Calhella, R. C., Ferreira, I. C., & Alencar, S. M. (2019).** A new variety of purple tomato as a rich source of bioactive carotenoids and its potential health benefits. *Heliyon*, 5(11), e02831.
- Cataldo, E., Fucile, M., and Mattii, G. B. (2022).** Biostimulants in viticulture: A sustainable approach against biotic and abiotic stresses. *Plants*, 11(2), 162.
- Chanda, B., Shamimuzzaman, M., Gilliard, A., and Ling, K.-S. (2021).** Effectiveness of disinfectants against the spread of tobamoviruses: *Tomato brown rugose fruit virus* and *Cucumber green mottle mosaic virus*. *Virology Journal*, 18(1), 1–12.
- Chen, Y. K. (2003).** Occurrence of cucumber mosaic virus in ornamental plants and perspectives of transgenic control. Wageningen University and Research.
- Chen, T.-H., Hu, C.-C., Lee, C.-W., Feng, Y.-M., Lin, N.-S., & Hsu, Y.-H. (2021).** Stable display of artificially long foreign antigens on Chimeric *Bamboo mosaic virus* Particles. *Viruses*, 13(4), 572.
- Chinnusamy, V., A. Jagendorf and J. K. Zhu. (2005).** Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Sci.* 45: 437–448.
- Chiapello, M., Bosco, L., Ciuffo, M., Ottati, S., Salem, N., Rosa, C., and Turina, M. (2021).** Complexity and local specificity of the virome associated with tospovirus-transmitting thrips species. *Journal of virology*, 95(21), e00597-21.
- Chitara, M. K., Maurya, S. K., Singh, R. P., & Srivastava, J. N. (2022).** Major Diseases of Leafy Vegetables and Their Management. In *Diseases of Horticultural Crops* (pp. 283-323). Apple Academic Press.
- CSO (Central Statistical Organization). (2022).** Statistics of Area, Yield And Production for crops and vegetables for The year 2020. https://mop.gov.iq/min_publications/view/list?id=22&lastcontent=485#. Accessed 05 Jan. 2023.

- Deloko, D. C. T., Chofong, N. G., Ali, I. M., Kachiwouo, I. G., Songolo, F. O., Manock, A. R. N., ... & Njukeng, A. P. (2022).** *Detection of Cucumber mosaic virus on Solanum lycopersicum L. and Capsicum annuum L. in the Western region of Cameroon. Journal of Agriculture and Food Research, 8, 100294.*
- Devi, R., Kaur, T., Guleria, G., Rana, K. L., Kour, D., Yadav, N., and Saxena, A. K. (2020).** Fungal secondary metabolites and their biotechnological applications for human health. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering* (pp. 147-161). Elsevier.
- Dewangan, S. K., Shrivastava, S. K., Kehri, D., Minj, A., Yadav, V. (2023).** A review of the study Impact of micronutrients on soil physicochemical properties and Environmental Sustainability. *Epra International Journal Of Agriculture And Rural Economic Research, 11(6), p 6-9.*
- Dikilitas, M., Guldur, M. E., Deryaoglu, A., & Ozcan, E. R. E. L. (2011).** Antioxidant and oxidant levels of pepper (*Capsicum annuum* cv.'Charlee') infected with pepper mild mottle virus. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(2), 58-63.*
- Dixit, R., Kamat, S., Srivastava, A., and Kumari, M. (2022).** Molecular Basis of Plant-PGPM Interactions During Amelioration of Biotic Stress. In *Microbial Biocontrol: Food Security and Post-Harvest Management* (pp. 129-165). Springer, Cham.
- El-Gendi, H., Al-Askar, A. A., Király, L., Samy, M. A., Moawad, H., & Abdelkhalek, A. (2022).** Foliar applications of *Bacillus subtilis* HA1 culture filtrate enhance *Tomato Growth* and Induce systemic resistance against *Tobacco mosaic virus* infection. *Horticulturae, 8(4), 301.*
- Ellouze, W., Mishra, V., Howard, R. J., Ling, K. S., and Zhang, W. (2020).** Preliminary study on the control of *cucumber green mottle mosaic virus* in commercial greenhouses using agricultural disinfectants and resistant cucumber varieties. *Agronomy, 10(12),*

1879.

- Elvira González, L., Peiró, R., Rubio, L., and Galipienso, L. (2021).** Persistent southern tomato virus (STV) interacts with *cucumber mosaic and/or pepino mosaic virus* in mixed-infections modifying plant symptoms, viral titer and small RNA accumulation. *Microorganisms*, 9(4), 689.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022).** Agricultural statistics database. Food and Agriculture Organization, 2022 Rome. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Accessed 10 Sep 2022.
- FAOSTAT Database. (2015).** Tomato world production statistics http://www.growtomatoes.com/world_production_statistics.htm. [accessed on 2 August 2015].
- Ferreira, F. V, & Musumeci, M. A. (2021).** *Trichoderma* as biological control agent: Scope and prospects to improve efficacy. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(5), 1–17.
- Gailite, A; Isteinite and G.Ievinsh (2005).** Ethylene is involved in *Trichoderma* induced resistance of bean plants against *Pseudomonas syringae*. *Biology*, 691: 59-70.
- Garrett, H., Ferguson, J., & Amaranthus, M. (2021).** Pest and Disease Control. In *Organic Management for the Professional* (pp. 65–107). University of Texas Press.
- Ghosh, D., Chakraborty, S., Kodamana, H., & Chakraborty, S. (2022).** Application of machine learning in understanding plant virus pathogenesis: trends and perspectives on emergence, diagnosis, host-virus interplay and management. *Virology Journal*, 19(1), 42.
- Giron, D., & Glevarec, G. (2014).** Cytokinin-induced phenotypes in plant-insect interactions: learning from the bacterial world. *Journal of Chemical Ecology*, 40, 826-835.
- Giron, D., Frago, E., Glevarec, G., Pieterse, C. M., & Dicke, M. (2013).** Cytokinins as key regulators in plant–microbe–insect interactions:

- connecting plant growth and defence. *Functional Ecology*, 27(3), 599-609.
- Gopalakrishnan, S., Sathya, A., Vijayabharathi, R., Varshney, R. K., Gowda, C. L., & Krishnamurthy, L. (2015).** Plant growth promoting rhizobia: challenges and opportunities. *3 Biotech*, 5(4), 355–377.
- Güneş, N., & Gümüş, M. (2019).** Detection and Characterization of Tomato spotted wilt virus and *Cucumber mosaic virus* on Pepper Growing Areas in Antalya. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 259–271.
- Garcia, L. R., and Janssen, D. (2020).** Epidemiology and control of emerging criniviruses in bean. *Virus research*, 280, 197902.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1999).** An introduction to nutrient management. *Soil Fertility and Fertilizers*, 6th ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 499.
- Hedden, P., & Sponsel, V. (2015).** A century of gibberellin research. *Journal of plant growth regulation*, 34, 740-760.
- Herbert, D.; Philips, P. J. and Strange, R. E. (1971).** *Methods in Microbiology*, Acad. Press. London. U. K.
- Hossain, M. M., & Sultana, F. (2020).** Application and mechanisms of plant growth promoting fungi (PGPF) for phytostimulation. *Organic Agriculture*, 1-31.
- Huber, D. M. and Jones, J. B. (2012).** The role of magnesium in plant disease. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 1-18.
- Hull, R. 2002** *Matthew's Plant Virology*. 4th ed. Academic Press, New York, NY. 1001.
- Hussain, I.; Khan, L.; Khan, M. A.; Khan, F. U.; Ayaz, S. and Khan, F. U. (2010).** Uv spectrophotometric Analysis profile of Ascorbic acid in medical plants of Pakistan. *World Applied Sciences Journal*, 9(7):800-803.
- ICTV, (2022).** *Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of*

- Viruses. The Online (10th) Report of the ICTV.:
https://talk.ictvonline.org/ictvreports/ictv_online_report
- Ilyas, M.; Ahmad, M.; Hussain, Z.; Saeed, M.; Luqman, F.B.; Shah, K.; Mohammad Khan, I. and Shah, S. (2016).** Interactive effect of calcium and magnesium on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Pure Applied Biology*, 5(4): 876-882.
- Imamura, Y., Oishi, M., Fujiwara, Y., and Yanagisawa, H. (2021).** Complete genome sequences of anemone *mosaic virus* and ranunculus mild *mosaic virus* isolated from anemone imported from the Netherlands into Japan. *Archives of Virology*, 166(8), 2337-2341.
- Jameson, P. E., & Clarke, S. F. (2002).** Hormone-virus interactions in plants. *Critical reviews in plant sciences*, 21(3), 205-228.
- Jasim, D. Y., & Salman, F. A. (2020).** Effect of Di-1-P-Menthene and amino acid spraying on some yield and qualitative parameter of sweet pepper *Capicum annum* L. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 12(2).
- Johnson, R., Vishwakarma, K., Hossen, M. S., Kumar, V., Shackira, A. M., Puthur, J. T., Hasanuzzaman, M. (2022).** Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 172(1), p 56-69.
- Jones, J. B. (1984).** Plants. In *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Eds. S Williams. pp 38-64. Association of official Analytical Chemists, Arlington. *Virginia 22209 USA*
- Jones, J.I. (1984).** In *official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. Ed. Williams, S. Association of official analytical chemists. Arlington, Virginia. USA. 38-64.
- Karimi, K., Sadeghi, A., Maroufpoor, M., & Azizi, A. (2022).** Induction of resistance to *Myzus persicae-nicotianae* in *Cucumber mosaic virus* infected tobacco plants using silencing of CMV-2b gene. *Scientific Reports*, 12(1), 1–11.
- Katırcı, N., Işık, N., Güpür, Ç., Guler, H. O., Gursoy, O., & Yilmaz, Y.**

- (2020). Differences in antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents of commercial and homemade tomato pastes. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(4), 249-254.
- Kawanna, M., Elbebany, A., & Basyony, A. (2021).** Impact of Biochar Soil Amendment on *Tomato mosaic virus Infection*, Growth and Nutrients Uptake of Tomato Plants. *Alexandria Science Exchange Journal*, 42(4), 799-807.
- Kenney, J. R., Grandmont, M. E., and Mauck, K. E. (2020).** Priming melon defenses with acibenzolar-S-methyl attenuates infections by phylogenetically distinct viruses and diminishes vector preferences for infected hosts. *Viruses*, 12(3), 257.
- Khakimov, A., Salakhutdinov, I., Omolikhov, A., & Utaganov, S. (2022).** Traditional and current-prospective methods of agricultural plant diseases detection: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951(1), 12002.
- Khalil, R. R., Bassiouny, F. M., El-DougDoug, K. A., Abo-Elmaty, S., & Yousef, M. S. (2014).** A dramatic physiological and anatomical changes of tomato plants infecting with *Tomato yellow leaf curl gemminivirus*. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10, 1213-1229.
- Khereba, A. H., Abdallah, N. A., Hassan, H. A., Mohamed, M. A., Abdelkader, H. S., Abdrabou, A. M., & Zein, H. S. (2009).** Evaluation of some cucumber inbred lines and their hybrids for *Cucumber mosaic virus* (CMV) resistance. *Arab Journal of Biotechnology*, 12(1), 133-148.
- Kim, N. K., Lee, H. J., Kim, S. M., & Jeong, R. D. (2022).** Incidence and Distribution of *Barley yellow dwarf virus* Infecting Oats in Korea. *Research in Plant Disease*, 28(1), 32-38.
- Klap, C., Luria, N., Smith, E., Bakelman, E., Belausov, E., Laskar, O., ... & Dombrovsky, A. (2020).** The potential risk of plant-virus disease initiation by infected tomatoes. *Plants*, 9(5), 623.

- Kong, A. (2021).** *Viral Diseases of Crotalaria in Hawaii* (Doctoral dissertation, University of Hawai'i at Manoa).
- Kreuze, J. F., Souza-Dias, J. A. C., Jeevalatha, A., Figueira, A. R., Valkonen, J. P. T., & Jones, R. A. C. (2020).** Viral diseases in potato. *The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind*, 389-430.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018).** MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular biology and evolution*, 35(6), 1547.
- Kumari, L., Hussain, R., Sharma, S., & Ahmed, M. (2022).** Microbial biopesticides for sustainable agricultural practices. *In Biopesticides* (pp. 301-317). Elsevier.
- Kyrychenko, A., Snihur, H., and Shevchenko, T. (2022).** First report of cucumber mosaic virus infecting *Alliaria petiolata* in Ukraine. *Journal of Plant Pathology*, 1-1.
- Lafrance, R., Valdez-Torres, J. B., Villicaña, C., García-Estrada, R. S., Esparza-Araiza, M. J., & León-Félix, J. (2023).** Response surface methodology for optimization of multiplex-PCR protocols for detection of TYLCV, TSWV and Fol molecular markers: analytical performance evaluation. *Genes*, 14(2), 337.
- Lattanzio, V. (2013).** Phenolic Compounds: Introduction 50. *Nat. Prod*, 1543-1580.
- Leonardi, C.; Ambrosino, P.; Esposito, F. and Fogliano, V. (2000).** Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48: 4723-4727.
- Li, Y., Shirong, G. & Jun, Y. (2012).** Effects of BTH on TYLCV resistance, photosynthetic characteristics and related defense enzymes of tomato seedlings. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 35 (6), 138-144.

- Li, K., Liu, J., Geng, Z., Xu, W., Zhang, Z., Chu, D., & Guo, L. (2023).** Resistance to dinotefuran in *Bemisia tabaci* in China: status and characteristics. *Pest Management Science*, 79(2), 833-844.
- Lipinski, T., Ahmad, D., Serey, N., and Jouhara, H. (2020).** Review of ventilation strategies to reduce the risk of disease transmission in high occupancy buildings. *International Journal of Thermofluids*, 7, 100045.
- Liu, Y., Zhang, M., Meng, Z., Wang, B., and Chen, M. (2020).** Research progress on the roles of cytokinin in plant response to stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(18), 6574.
- Liu, W., Liu, K., Chen, D., Zhang, Z., Li, B., El-Mogy, M. M., ... & Chen, T. (2022).** *Solanum lycopersicum*, a model plant for the studies in developmental biology, stress biology and food science. *Foods*, 11(16), 2402.
- Magistrado-Coxen, P., Aqeel, Y., Lopez, A., Haserick, J. R., Urbanowicz, B. R., Costello, C. E., & Samuelson, J. (2019).** The most abundant cyst wall proteins of *Acanthamoeba castellanii* are lectins that bind cellulose and localize to distinct structures in developing and mature cyst walls. *PLoS neglected tropical diseases*, 13(5), e0007352.
- Mahfouze, H. A., Mahfouze, S. A., & Ottai, M. E. S. (2022).** Molecular characterization of markers linked to Tomato spotted wilt virus and *Tomato mosaic virus* resistance loci in tomato. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 10(3), 1-4.
- Maluta, N. K. P., Lopes, J. R. S., Fiallo-Olivé, E., Navas-Castillo, J., and Lourenção, A. L. (2021).** Foliar application of systemic insecticides disrupts feeding behavior of the whitefly *Bemisia tabaci* MEAM1 and the transmission of tomato chlorosis virus in potato plants. *Journal of Pest Science*, 94(4), 1265-1276.
- Martinez-Miguel, V. E., Lujan, C., Espie, T., Martinez-Martinez, D., Moore, S., Backes, C., and Bjedov, I. (2021).** Increased fidelity of protein synthesis extends lifespan. *Cell metabolism*, 33(11), 2288-2300.

- Mathews, A., & Ridgeway, V. (1981).** Personality and surgical recovery: a review. *British Journal of Clinical Psychology*, 20(4), 243-260.
- Matthews, R. C. (2012).** *Fundamentals of plant virology*. Academic Press.
- Matthews, R. E. F. (2019).** *Diagnosis of plant virus diseases*. CRC press.
- Medhat, Rehan.(2023)** Department of Plant Production and Protection, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Qassim University, Buraydah 51452, Saudi Arabia; trky@qu.edu.sa (A.A.-T.); ad.abdelmageed@qu.edu.sa (A.H.A.A.); a.mohmed@qu.edu.sa (A.F.O.)
- Mehetre, G. T., Leo, V. V., Singh, G., Sorokan, A., Maksimov, I., Yadav, M. K., ... & Singh, B. P. (2021).** Current developments and challenges in plant viral diagnostics: A systematic review. *Viruses*, 13(3), 412.
- Miozzi, L.; Napoli, C.; Sardo, L. and Accotto, G. P. (2014).** Transcriptomics of the interaction between the monopartite phloem-limited Geminivirus *Tomato yellow leaf curl sardinia virus* and *Solanum lycopersicum* highlights a role for plant hormones, autophagy and plant immune system fine tuning during infection. *PLOS ONE*. V. 9. 1-13.
- Minibaeva, F. V., & Gordon, L. K. (2003).** Superoxide production and the activity of extracellular peroxidase in plant tissues under stress conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50, 411-416.
- Mishra, J., Srivastava, R., Trivedi, P. K., & Verma, P. C. (2020).** Effect of virus infection on the secondary metabolite production and phytohormone biosynthesis in plants. *Biotech*, 10(12), 1-16.
- Mittler, R. (2002).** Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance trends. *Plant Sci*. 7:405-410.
- Mofunanya, A. A. J., Owolabi, A. T., & Nkang, A. (2015).** Reaction of *Amaranthus hybridus* L.(Green) to *Telfairia mosaic virus* (TeMV) infection. *International Journal of Virology*, 11(2), 87-95.
- Mofunanya, A. A. J. (2016).** Mineral responses of *P. vulgaris* L. to *Telfairia*

- mosaic virus infection. *Journal of Pharmaceutical and Biological Sciences*, 11(3), 1.
- Mohr, I. (2019).** *Examination of cucumber mosaic virus and sugarcane mosaic virus as VIGS and VOX vectors in Zea mays* (Doctoral dissertation, University of California, Davis).
- Montasser, M.S.; AL-Own, F. D.; Haneif , A .M.; Afzal, M. (2012).** Effect of *Tomato yellow leaf curl virus* bigeminivirus (TYLCV) infection on tomato cell ultrastructure and physiology. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 34(1): 125-144.
- Moyo, L. (2018).** *Tuber Necrosis-causing Viruses of Potato: Genetic Diversity and Host-pathogen Interactions* (Doctoral dissertation, Washington State University).
- Mrkvová, M., Hančinský, R., Predajňa, L., Alaxin, P., Achs, A., Tomašechová, J., and Glasa, M. (2022).** High-throughput sequencing discloses the *Cucumber mosaic virus* (CMV) diversity in Slovakia and reveals new hosts of CMV from the Papaveraceae Family. *Plants*, 11(13), 1665.
- Murphy, C. A., Langrish, C. L., Chen, Y., Blumenschein, W., McClanahan, T., Kastelein, R. A., and Cua, D. J. (2003).** Divergent pro-and antiinflammatory roles for IL-23 and IL-12 in joint autoimmune inflammation. *The Journal of experimental medicine*, 198(12), 1951-1957.
- Nahed, G. A., & Balbaa, L.K. (2007).** Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants.
- Naika, S.; Jeude, J.L.; Goffau, M.; Hilmi, M. and Dam, B. (2005).** Cultivation of tomato: production ,processing and marketing. Agromisa Foundation and CTA, Wageningen. The Netherlands. 6-92.
- Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (1982).** Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy. *Soil Science*

- Society of America, Madison, WI, USA, 4(2), 167-179.*
- Palumbo, J. C.; Horowitz, A. R. and Prabhaker, N. (2001).** Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*.20: 739-765.
- Pandit, M. A., Kumar, J., Gulati, S., Bhandari, N., Mehta, P., Katyal, R., and Kaur, J. (2022).** Major Biological Control Strategies for Plant Pathogens. *Pathogens, 11(2), 273.*
- Panno, S., Davino, S., Caruso, A. G., Bertacca, S., Crnogorac, A., Mandić, A., and Matic, S. (2021).** A review of the most common and economically important diseases that undermine the cultivation of tomato crop in the mediterranean basin. *Agronomy, 11(11), 2188.*
- Platoni, A. (2022).** *Effects of Cucumber Mosaic Virus on Plant-Pollinator Relationships.* University of Cambridge.
- Prasad, A., Sharma, N., Hari-Gowthem, G., Muthamilarasan, M., & Prasad, M. (2020).** *Tomato yellow leaf curl virus: impact, challenges, and management. Trends in plant science, 25(9), 897-911.*
- Qi, J., Aiuchi, D., Tani, M., Asano, S. I., & Koike, M. (2016).** Potential of entomopathogenic *Bacillus thuringiensis* as plant growth promoting rhizobacteria and biological control agents for *tomato Fusarium* wilt. *Int J Environ Agric Res, 2(6), 55-63.*
- Qin, X., Guo, S., Zhai, L., Pan, J., Khoshnevisan, B., Wu, S., Liu, H. (2020).** How long-term excessive manure application affects soil phosphorous species and risk of phosphorous loss in fluvo-aquic soil. *Environmental Pollution, 26(2), p304.*
- Radouane, N., Ezrari, S., Belabess, Z., Tahiri, A., Tahzima, R., Massart, S., Jijakli, H., Benjelloun, M., & Lahlali, R. (2021).** Viruses of *cucurbit crops*: current status in the Mediterranean Region. *Phytopathologia Mediterranea, 60(3), 493–519.*
- Ragel, P., Raddatz, N., Leidi, E. O., Quintero, F. J., & Pardo, J. M. (2019).** Regulation of K⁺ nutrition in plants. *Frontiers in Plant*

Science, 10, 281.

- Raigond, B., Verma, G., Kumar, R., & Tiwari, R. K. (2022).** Serological and molecular diagnosis of potato viruses: An Overview. *Sustainable Management of Potato Pests and Diseases*, 337-352.
- Rahman, M. S., Ahmed, A. U., Jahan, K., and Khatun, F. (2020).** Management of *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) infecting cucumber in bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 45(1), 65-76.
- Rao, A. V. and Agarwal, S. (2000).** Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. *Journal of the American College of Nutrition*. 19: 563–569.
- Richard, O.; Sue, M. ; Musser, H.; Gallucci, M.; Rochers, B.D. and Brown, J.K. (2014).** Microarray analysis of tomato plants exposed to the nonviruliferous or viruliferous whitefly vector harboring *Pepper golden mosaic virus*. *Journal of Insect Science*. 1-10.
- Rochal, K. K. L., Pierre, E., Diane, Y. Y., Sahu, K. P., Vanessa, N. D., Herman, K. W. T., ... & Louise, N. W. (2021).** Biological elicitor potential of endospheric Trichoderma and derived consortia against pepper (*Capsicum annuum* L.) leaf curl virus. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(19-20), 1926-1952.
- Routhu, G. K., Borah, M., Siddappa, S., and Nath, P. D. (2022).** Exogenous application of coat protein-specific dsRNA inhibits cognate *cucumber mosaic virus* (CMV) of ghost pepper. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(2), 293-300.
- Sadanari, H., Takemoto, M., Ishida, T., Otagiri, H., Daikoku, T., Murayama, T., and Kusano, S. (2022).** The interferon-inducible human PLSCR1 protein is a restriction factor of human cytomegalovirus. *Microbiology spectrum*, 10(1), e01342-21.
- Saeedi, Z., & Ziaee, M. (2020).** Biochemical responses of two sugarcane varieties to whitefly *Neomaskellia andropogonis* infestation and its control by a new butenolide insecticide, flupyradifurone. *Agriculture*

- & *Forestry/ Poljoprivreda i Sumarstvo*, 66(1).
- Saharan, B. S., and Nehra, V. (2011).** Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. *Life Sci Med Res*, 21(1), 30.
- Sarkar, M., Chakraborty, B., and Srivastava, J. N. (2022).** Key Diseases of Cucurbits and Their Management. In *Diseases of Horticultural Crops* (pp. 153-203). Apple Academic Press.
- Sastry, K. S., Mandal, B., Hammond, J., Scott, S. W., Briddon, R. W., Sastry, S. K., and Hammond, J. (2019).** *Ornithogalum* spp. *Encyclopedia of Plant Viruses and Viroids*, 1672-1676.
- Scalbert, A. (1991).** Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*.30:3875-3883.
- Secrist, K. E. (2021).** *Molecular and Biological Characterization of Pepper Mild Mottle Virus in Oklahoma* (Doctoral dissertation, The University of Tulsa).
- Shabala, S., & Pottosin, I. (2014).** Regulation of potassium transport in plants under hostile conditions: implications for abiotic and biotic stress tolerance. *Physiologia plantarum*, 151(3), 257-279.
- Singh, N., and Chahar, S. (2021).** Isolation and morphological identification of root knot nematode from *cucumber* roots. *International Journal of Botany Studies*, 6(5), 547-550.
- Shah, R., Al-Sadi, A. M., Scott, I. M., AlRaesi, A., & AlJahdhami, A. A. (2020).** Insecticide resistance monitoring in whitefly (*Bemisia tabaci*)(Hemiptera: Aleyrodidae) in Oman. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(4), 1248-1254.
- Shah, M. A., Naga, K. C., Subhash, S., Sharma, S., & Kumar, R. (2022).** Use of petroleum-derived spray oils for the management of vector-virus complex in potato. *Potato Research*, 65(1), 1–19.
- Shahid, M. S., Shafiq, M., and Al-Sadi, A. M. (2021).** Watermelon Chlorotic Stunt Virus is Associated with *Cucumber Yellow Mosaic* Symptoms in Oman. *International Journal of Agriculture and*

Biology, 25(4), 859-862.

- Shahwan, E. S. (2010).** Inducing systemic resistance against some tomato virus diseases. PhD thesis of Agricultural Botany Department (Plant Pathology), Faculty of Agriculture, Moshtohor, Banha University.256p.
- Shakeel, M. T., Amer, M. A., Al-Saleh, M. A., Ashfaq, M., & Haq, M. I. (2016).** Changes in chlorophyll, phenols, sugars and mineral contents of cucumber plants infected with *Cucumber mosaic virus*. *Journal of Phytopathology and Pest Management*, 1-11.
- Shehata, W. F., Iqbal, Z., Abdelbaset, T. E., Saker, K. I., El Shorbagy, A. E., Soliman, A. M., ... & El-Ganainy, S. M. (2023).** Identification of a *Cucumber mosaic virus* from *Cucurbita pepo* on new reclamation land in Egypt and the changes induced in pumpkin plants. *Sustainability*, 15(12), 9751.
- Sinha, S., Gautam, K. K., & Samad, A. (2021).** Emergence of potential threats by *Cucumber mosaic virus* on medicinal and aromatic plants: detection, characterization and their management strategies. *Medicinal Plants-International Journal of Phytomedicines and Related Industries*, 13(3), 409-426.
- Smirnoff , N. and Wheeler , G. (2000).**Ascorbic acid in plant: Biosynthesis and function , *Crit.Rev.Biochem . Mol .Biol.*35:291-314.
- Sofa, A., Scopa, A., Nuzzaci, M., & Vitti, A. (2015).** Ascorbate peroxidase and catalase activities and their genetic regulation in plants subjected to drought and salinity stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 13561-13578.
- Sofy, A. R., El-Dougdoug, K. A., Mousa, A. A., & Refaey, E. E. (2017).** Impact of two TYLCV Egyptian isolates on metabolic and antioxidant activities in some tomato cultivars. *International journal of advanced research in biological sciences*, 4(2), 110-133.
- Song, L., Wang, Y., Zhao, L., & Zhao, T. (2022).** Transcriptome profiling unravels the involvement of phytohormones in tomato resistance to

- the *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV). *Horticulturae*, 8(2), 143.
- Spadotti, D., Bibiano, L. B., and Rezende, J. A. (2021).** Unlikely transmission of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* by hand pollination of passionflower. *Tropical Plant Pathology*, 46(4), 476-480.
- Su, S. S., Chen, X. B., Zhou, L. P., Lin, P. C., Chen, J. J., Chen, C. S., ... & Li, Y. P. (2022).** Diagnostic performance of the metagenomic next-generation sequencing in lung biopsy tissues in patients suspected of having a local pulmonary infection. *BMC Pulmonary Medicine*, 22(1), 1-11.
- Sun, T. P., & Gubler, F. (2004).** Molecular mechanism of gibberellin signaling in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 197-223.
- Tajul, M. I., Naher, K., Hossain, T., Siddiqui, Y., & Sariah, M. (2011).** Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) alters the phytochemical constituents in tomato fruits. *Australian Journal of Crop Science*, 5(5), 575-581.
- Tanabe, S., Ishii-Minami, N., Saitoh, K. I., Otake, Y., Kaku, H., Shibuya, N., ... & Minami, E. (2011).** The role of catalase-peroxidase secreted by *Magnaporthe oryzae* during early infection of rice cells. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 24(2), 163-171.
- Tian, J., Ge, F., Zhang, D., Deng, S., & Liu, X. (2021).** Roles of phosphate solubilizing microorganisms from managing soil phosphorus deficiency to mediating biogeochemical P cycle. *Biology*, 10(2), 158.
- Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1966).** Soil fertility and fertilizers. *Soil Science*, 101(4), 346.
- Trebicki, P. (2020).** Climate change and plant virus epidemiology. *Virus Research*, 286, 198059.
- Tungadi, T., Watt, L. G., Groen, S. C., Murphy, A. M., Du, Z., Pate, A. E., ... & Carr, J. P. (2021).** Infection of *Arabidopsis* by *Cucumber mosaic virus* triggers jasmonate-dependent resistance to aphids that relies partly on the pattern-triggered immunity factor BAK1.

Molecular Plant Pathology, 22(9), 1082-1091.

- Unyayar, S.; Topcuoglu, S.F. and Unyayar, A. (1996).** A modified method for extraction and identification of Indole-3-acetic acid (IAA), Gibberellic acid (GA3), Abscisic acid (ABA) and Zeatin produced by *phanerochaete chrysosporium* ME446. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. 22(3-4), 105–110.
- Upadhyay, S. K. (2021).** Calcium Transport Elements in Plants. Academic Press.
- Valachas, C. A., Giantsis, I. A., Sareli, K., Winter, S., Zelezniakof, E., Pentheroudaki, Z., and Chatzivassiliou, E. K. (2021).** Molecular analysis of Greek isolates of *Cucumber mosaic virus* from vegetables shows a low prevalence of satellite RNAs and suggests the presence of host-associated virus strains. *Archives of Virology*, 166(8), 2199-2208.
- Vera-Sirera, F., Gomez, M. D., & Perez-Amador, M. A. (2016).** DELLA proteins, a group of GRAS transcription regulators that mediate gibberellin signaling. In *Plant transcription factors* (pp. 313-328). Academic Press.
- Verma, N., Mahinghara, B. K., Ram, R., & Zaidi, A. A. (2006).** Coat protein sequence shows that Cucumber mosaic virus isolate from geraniums (*Pelargonium* spp.) belongs to subgroup II. *Journal of Biosciences*, 31, 47-54.
- Veselova, S. V., Sorokan, A. V., Burkhanova, G. F., Rummyantsev, S. D., Cherepanova, E. A., Alekseev, V. Y., ... & Maksimov, I. V. (2022).** By modulating the hormonal balance and ribonuclease activity of tomato plants *Bacillus subtilis* induces defense response against *Potato virus X* and *Potato virus Y*. *Biomolecules*, 12(2), 288.
- Vinodhini, J., Rajendran, L., and Karthikeyan, G. (2022).** Comparative coat protein annotation of two biologically distinct strains of *Cucumber mosaic virus* in chilli.
- Warner, B. E. (2022).** *Novel recombinant varicella-zoster virus to study infection and induction of hypersensitivity in rat models of*

- postherpetic neuralgia* (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh).
- Wagih, E. E., Zalat, M. M., and Kawanna, M. A. (2021).** Partial characterization of two isolates of *Cucumber mosaic virus* (CMV). *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 144-157.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., & Guo, S. (2013).** The critical role of potassium in plant stress response. *International journal of molecular sciences*, 14(4), 7370-7390.
- Whitaker, J.R., and R.A. Bernard. (1972).** Experiment for Introduction to Enzymology. The Wiber Press Davis. Inc. New York, USA. Segel, I. H. 1976. Biochemical calculation, 2nd edition, John and sons. Inc. New York.72(18): 248-254.
- William, W. W., Mackey K. and Chomczynski P. (1997).** Effect of pH and ionic strength on the spectrophotometric assessment of nucleic acid purity. *Biotechniques* 22: 474-481.
- Worrall, E. A., Bravo-Cazar, A., Nilon, A. T., Fletcher, S. J., Robinson, K. E., Carr, J. P., and Mitter, N. (2019).** Exogenous application of RNAi-inducing double-stranded RNA inhibits aphid-mediated transmission of a plant virus. *Frontiers in plant science*, 10, 265.
- Xue, B., Shang, J., Yang, J., Zhang, L., Du, J., Yu, L., Yang, W., & Naeem, M. (2021).** Development of a multiplex RT-PCR assay for the detection of *Soybean mosaic virus*, *Bean common mosaic virus* and *Cucumber mosaic virus* in field samples of soybean. *Journal of Virological Methods*, 298, 114278.
- Yardimci, N., Eryigit, H., & Erda, I. (2007).** Effect of *Alfalfa mosaic virus* (AMV) on the content of some macro-and micronutrients in alfalfa. *Journal of culture collections*, 5(1), 90-93.
- Zeshan, m. A., iftikhar, y., sajid, a., ghani, m. U., zafar-ul-hye, m., and abbas, m. (2022).** Spatio-temporal analysis of *Cucumber mosaic virus* disease and its sustainable management. *Pak. J. Bot*, 54(4), 1537–1547.

- Zewide, I., Sherefu, A. (2021).** Review paper on effect of micronutrients for crop production. *J. Nutr. Food Process*, 4(7), p1- 8.
- Zhu, S., Gao, F., Cao, X., Chen, M., Ye, G., Wei, C., & Li, Y. (2005).** The Rice dwarf virus P2 protein interacts with ent-kaurene oxidases in vivo, leading to reduced biosynthesis of gibberellins and rice dwarf symptoms. *Plant physiology*, 139(4), 1935-1945.
- Zou, L., Yang, F., Ma, Y., Wu, Q., Yi, K., & Zhang, D. (2019).** Transcription factor WRKY30 mediates resistance to *Cucumber mosaic virus* in Arabidopsis. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 517(1), 118–124.
- Zrachya, A., Glick, E., Levy, Y., Arazi, T., Citovsky, V., & Gafni, Y. (2007).** Suppressor of RNA silencing encoded by *Tomato yellow leaf curl virus-Israel*. *Virology*, 358(1), 159-165.

The aim of this study was to investigate the response of some tomato genotypes against *Cucumber mosaic virus* (CMV) and to understand the impact of infection with the virus on the content of tomato fruits with some mineral elements (sodium, calcium, potassium, phosphorus, iron and lead), plant hormones (gibberellins and cytokinins), vitamin C, carbohydrates, enzymes (peroxidases and catalases), as well as the proline amino acid, total phenols, some indicators of vegetative and flowering growth, and the yield of one plant.

This study also aimed to control the virus by using some biopesticides (Trichozon, TriBio5 and Verox) by treating the plants before, during and after the infection to observe the effect of this on the severity of the infection and the plant content of some mineral elements, plant hormones, enzymes, carbohydrates, vitamin C and the amino acid proline. All experiments in this study were carried out in the plant virus laboratory, biotechnology laboratory, and plastic houses at the Department of Plant Protection/College of Agriculture, University of Kerbala, during the growing season of 2022–2023.

The results of testing genotypes of tomato plants (Bayan, Heba Madina, Mercur, Oscar, Emmylou, Basmah, Plato, Zenga, and Joleene) showed that all genotypes were sensitive to infection, with varying sensitivity degrees. It was found that the genotypes Bayan and Heba were the most sensitive to infection with CMV at 88.88% and 100%, respectively, On the other hand, the genotypes Madina, Joleene, and Zenga were the least sensitive to infection, with infection rates of 31.11%, 44.44%, and 46.66%, respectively.

The results also showed that the viral infection had a clear

effect on reducing the levels of the mineral elements calcium, phosphorus, iron, and lead in the genotypes infected with CMV, and the genotypes (Basmah and Heba) were the most affected (with a significant difference) with levels of 28.10 mmol.L⁻¹ and 1.92 mmol.L⁻¹, 0.018 ppm and 0.016 mmol L⁻¹, respectively, compared to their levels in non-infected plants, which were , 0.023 ppm, 0.024 mmol L⁻¹, 44.30 mmol.L⁻¹, 3.22 mmol.L⁻¹ , respectively. Additionally, it was observed that the viral infection had a significant effect on reducing the levels of the hormone gibberellin (53.53 µg ml⁻¹), carbohydrates (27.03%), and vitamin C (6.62 mg g⁻¹ fresh weight) with a significant difference from their content in uninfected plants, which amounted to 55.30 µg ml⁻¹, 44.93%, and 15.41 mg g⁻¹ fresh weight, respectively.

The results also showed an increase in the levels of sodium (0.38 ppm), potassium (79.93 ppm), peroxidase (11.53 units ml⁻¹), catalase (1.47 units ml⁻¹), and the amino acid proline (62.4 µg ml⁻¹) and cytokinins (87.56 µg ml⁻¹) and phenols (0.45 mg g⁻¹ dry weight) in genotypes infected with CMV virus, with a significant difference from their normal levels in uninfected plants, with rates of 0.22 ppm and 45.57 ppm, and 4.49 units ml⁻¹ and 0.63 units mL⁻¹, 28.6 µg mL⁻¹, 31.32 µg mL⁻¹, and 0.42 mg g⁻¹ dry weight, respectively. As for virus control, some biopesticides (TriBio5, Verox, and TriBio5) were used to treat tomato plants (Joleene variety) that are sensitive to Cucumber mosaic virus (CMV) before, during, and after infection with the virus to observe the effect of these treatments on the severity of the infection and the plant contents of some elements (sodium, calcium, potassium, phosphorus, iron, and lead), plant hormones (gibberellins and cytokinins), vitamin C,

carbohydrates, enzymes (peroxidase and catalase), the amino acid proline, total phenols, and some indicators of flowering growth, productivity, and dry weight of treated tomato plants. The results showed that Verox pesticide was the most effective in reducing the severity of the infection when the plants were treated before infection with the virus.

The plants treated with TriBio5 before infection also gave the highest rates in the levels of the mineral elements calcium, iron, and lead, with a significant difference from their levels in the plants infected with the virus (comparison treatment), while it was observed that the levels of sodium and potassium increased in the plants treated with Verox biopesticide after infection to reach 77.07 and 87.08 ppm, respectively. The results also showed that the treatment of tomato plants with the biopesticide Verox before infection with the virus gave the highest rates of plant content of the gibberellin hormone ($27.84 \mu\text{g ml}^{-1}$), with a significant difference from the content of the plants treated during and after infection with CMV. As for the cytokinin hormone, the treatment of plants after infection with the virus was the highest ($27.52 \mu\text{g ml}^{-1}$) compared to the treatment times before and during infection with the virus, which averaged 23.84 and $25.52 \mu\text{g ml}^{-1}$, respectively.

As for the peroxidase and catalase enzymes, their levels were highest in the plants treated with the TriBio5 biopesticide after infection with the virus, at rates of $13.69 \text{ units ml}^{-1}$ and $13.69 \text{ units ml}^{-1}$, respectively, compared to their levels in the treated plants before infection, which amounted to $14.64 \text{ units ml}^{-1}$ and $1.01 \text{ units ml}^{-1}$, respectively. Results also showed that the highest levels of vitamin C and carbohydrates were achieved in plants

treated with Verox before infection, at rates of 17.28 mg 100 g⁻¹ fresh weight and 61.07%, respectively, with a significant difference from infected plants during and after infection for both vitamins (14.25 mg 100 g⁻¹ fresh weight and 12.02 mg 100 g⁻¹ fresh weight, respectively) and carbohydrates (48.23% and 42.37%, respectively).

The plants treated with Trichozon before infection with the virus gave the highest number of inflorescences and florets 37.33 inflorescences plant⁻¹ and 82.67 flowers inflorescence⁻¹, respectively, and this differed significantly from the rates given by the plants treated with the same pesticide during infection with the virus (CMV), which amounted to 28.33 inflorescences plant⁻¹ and 65.33 flowers inflorescence⁻¹. The results also showed that the highest plant yield and the highest dry weight of the vegetative and root systems were in the plants treated with the biopesticide Verox before infection with the virus, at rates of 867 and 67.10 g plant⁻¹, respectively, and they differed significantly from the rates of yield of treated plants during and after infection with the virus, which amounted to 426 and 233 g plant⁻¹, respectively, for plant yield and 41.07 and 34.06 g plant⁻¹, respectively, for dry weight.



Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Kerbala-College of Agriculture

Department of Plant Production

**Effect of *Cucumber mosaic virus* on tomato plants
(*Solanum lycopersicom* L.) and its control using some
biological control factors and tomato genotypes**

**A Thesis submitted to the Council of the College of Agriculture/ University
of Kerbala in partial Fulfillment Requirements for the Master Degree in
Agricultural Sciences-Plant Protection**

By

Sundus Qahtan Jasim AL-Shammari

Supervised By

Prof. Dr. Aqeel N. AL-Abdey

2023 A.D.

1445 A.H.