

تأثير التفاعل المشترك للصنف ومواعيد الزراعة والكثافة النباتية في الحد من انتشار الفيروسات التابعة لعائلة الإصفرار *Luteoviridae* على محصول الحمص في منطقة الغاب، سورية

نادر يوسف أسعد^{1,3}، صفاء غسان قمرى²، أمين حاج قاسم³، صلاح الشعبي⁴ وعطية عرب⁴

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث الغاب، حماة، سورية، البريد الإلكتروني: asaad_nader@yahoo.com

(2) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، محطة تربل، البقاع، لبنان؛ (3) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب،

حلب، سورية؛ (4) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

الملخص

أسعد، نادر يوسف، صفاء غسان قمرى، أمين حاج قاسم، صلاح الشعبي وعطية عرب. 2019. تأثير التفاعل المشترك للصنف ومواعيد الزراعة والكثافة النباتية في الحد من انتشار الفيروسات التابعة لعائلة الإصفرار *Luteoviridae* على محصول الحمص في منطقة الغاب- سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 37(4): 342-358.

تم تنفيذ هذا البحث خلال الموسمين الزراعيين 2016/2017 و 2017/2018 بهدف دراسة التأثير المشترك لثلاثة مواعيد للزراعة (10 و 30 كانون الأول/ديسمبر و 20 كانون الثاني/يناير)، وخمسة أصناف من الحمص (غاب 3، غاب 4، غاب 5، FLIP 95-67 و JG62)، التي زرعت وفق 5 مستويات للكثافة النباتية (20، 25، 30، 35 و 40 نبات/م²) للحد من انتشار فيروسات الإصفرار (عائلة *Luteoviridae*) تحت ظروف العدوى الطبيعية، مع التركيز على أثر المعطيات المناخية في وبائيات الإصابة. بينت النتائج أنّ الفيروسات التابعة لعائلة *Luteoviridae* مسؤولة بصورة رئيسة عن أعراض الإصفرار والتقرم على نباتات الحمص. كانت الفروقات بين المعاملات المدروسة ذات معنوية عالية ($P < 0.001$) في كلا الموسمين الزراعيين، مع تفوق قيم جميع المؤشرات المدروسة (عدد النباتات المصابة/القطعة، نسبة الإصابة % والغلة الحبيبة) معنوياً في الموسم الثاني مقارنةً بالموسم الأول. خفّضت الزراعة في الموعد الأول نسبة الإصابة بفيروسات الإصفرار عما هي عليه في الموعدين الثاني والثالث بمقدار 55.7 و 77.7%، على التوالي، في الموسم الأول، قابلتها النسب 48.9 و 73.3%، على التوالي، في الموسم الثاني. كما أسهم الموعد الثاني في خفض الإصابة بنسبة 49.6 و 47.7% مقارنةً بالموعد الثالث في الموسمين الأول والثاني، على التوالي. كانت الفروقات بين متوسط نسب الإصابة معنوية ($P < 0.001$) بين جميع مستويات الكثافة النباتية (باستثناء المستوى الرابع والخامس) والتي تناقصت بتدرج تنازلي في الموسم الأول ($2.93 < 2.12 < 1.45 < 0.90 < 0.55$ %) والثاني ($3.46 < 2.67 < 1.94 < 1.19 < 0.71$ %) بتناسق عكسي مع ازدياد قيمة الكثافة النباتية ($20 > 25 > 30 > 35 > 40$ نبات/م²)، على التوالي. إلا أنه كان لزيادة الكثافة النباتية 35 نبات/م² تأثير سلبي واضح في خفض غلة المحصول (20-28%). تباين أداء أصناف الحمص المختبرة إزاء فيروسات الإصفرار وبفروق معنوية عالية ($P < 0.001$)، فسجلت أقل نسبة إصابة في الصنف FLIP95-67، وأعلىها في الصنف JG62؛ مع تسجيل بعض الفروقات في تفاعل الأصناف وفقاً للموسم الزراعي. وأظهرت النتائج وجود تفاعل ديناميكي قوي بين كامل المعاملات المدروسة فيما بينها والمعطيات البيئية السائدة في الموسم الزراعي بما يفضي إلى التأثير المشترك في نسبة انتشار فيروسات الإصفرار في محصول الحمص. أمكن خفض نسبة الإصابة الفيروسية إلى درجة كبيرة وزيادة الغلة الحبيبة للمحصول (حتى في الصنف الحساس JG62) عند الزراعة في الموعد المبكر وبكثافة نباتية 20-30 نبات/م²، بينما أفادت زيادة الكثافة حتى 35 نبات/م² عند الزراعة بمواعيد متأخرة. ولعلّ المؤشرات المتحصّل عليها في هذه الدراسة من تقويم نتائج التأثير المشترك للمعاملات الثلاث معاً ومراعاة تداخلها مع الظروف البيئية المحيطة بالمحصول، تشكل ركيزة أساسية لفهم أفضل وأعمق لوبائيات فيروسات الإصفرار على محصول الحمص، وبصورة أكثر وضوحاً ممّا يشرح عن دراسة تأثير أيّ من هذه العوامل بشكل منفصل، أو حتى عند دمج عاملين معاً؛ بما يسمح باقتراح حلول مبسّطة وأكثر استدامة للحد من انتشار هذه الفيروسات.

كلمات مفتاحية: بصمة النسيج النباتي المناعي، حُصص، الكثافة النباتية، مواعيد الزراعة، سورية، فيروسات الإصفرار.

المقدمة

140 بلداً، واتسعت رقعة زراعته لتشمل أكثر من 50 دولة، نظراً لأهميته الزراعية والغذائية والطبية، وخصوصاً على ضوء التغيرات المناخية الحاصلة باعتباره من أكثر المحاصيل البقولية تحملاً للجفاف وارتفاع درجات الحرارة (Leterme, 2002؛ Muehlbauer & Sarker, 2017).

يشغل محصول الحمص المرتبة الثالثة من حيث المساحة والثانية من حيث الإنتاج بين البقوليات الحبية المزروعة حول العالم، كما بدأ واضحاً تنامي حجم الطلب العالمي على هذا المحصول، فيستورده ما يربو على

من أضرار الإصابات الفيروسية على المحاصيل البقولية وغيرها، والتي استندت في معظم الحالات على تقليل مصادر العدوى، وكبح أو إعاقة انتشار النواقل الحوية للفيروسات (Makkouk & Kumar *et al.*, 2008؛ Zitter & Simons, 1980؛ Rashed *et al.*, 2018؛ *et al.*, 2014)، ويأتي في طليعتها تلك الطرائق التي تعتمد على التلاعب ببعض الممارسات الزراعية لتوفير فرص أكبر للحد من انتشار هذه الفيروسات؛ لكونها أبسط وأقل كلفة من النواحي التطبيقية وأكثر ملاءمة للبيئة ويسهل تبنيها من قبل المزارعين أنفسهم (Basha *et al.*, 2017؛ Hema *et al.*, 2014؛ Makkouk & Kumari, 2009؛ Makkouk *et al.*, 2014؛ Thresh, 2003). ويعد اختيار الصنف النباتي والموعِد الأمثل للزراعة وضبط معدل البذار حسب ظروف كل منطقة من أهم المقاربات التي ثبتت كفاءتها من الناحيتين الوقائية والإنتاجية على محاصيل مختلفة ضمن هذا السياق (قواص وأخرون، 2002؛ Hema *et al.*, 2014؛ Makkouk *et al.*, 1998؛ Saxena *et al.*, 1997؛ Schwinghamer *et al.*, 2009).

هدف هذا البحث إلى دراسة كفاءة مواعيد الزراعة والكثافة النباتية وتفاعلها مع بعض أصناف الحمص في الحد من انتشار الفيروسات المسببة لاصفرار وتقرم محصول الحمص تحت ظروف الإصابة الطبيعية في منطقة الغاب، سورية.

مواد البحث وطرائقه

الموقع

تم تنفيذ التجربة خلال الموسمين الزراعيين 2016/2017 و2017/2018، في مركز البحوث العلمية الزراعية في الغاب الذي يبعد 65 كم شمال غرب مدينة حماه و7 كم غرب مدينة السقيلية (الإحداثيات: 35.23 شرقاً و36.19 شمالاً، الارتفاع عن سطح البحر: 174 م، معدّل الهطول السنوي: 647 مم). يمتاز الموقع بتربة طينية خصبة متعادلة وغير متملحة (مختبر فيزياء وكيمياء التربة، مركز بحوث الغاب)، ولذلك توجد فيها زراعة الحمص، وقد تتجاوز الغلة الحبيبة للمحصول 4000 كغ/هكتار في بعض المواسم.

تصميم التجربة والمعاملات

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات المنشقة-المنشقة Split-Split Design وبثلاثة مكررات، وباستخدام المعاملات التالية:

المادة النباتية - تم اختبار الأصناف الخمسة التالية من الحمص: FLIP 88-85C (غاب4)، FLIP 93-93C (غاب3)، FLIP 82-150C (غاب3)

سجلت إصابة الحمص بما يزيد عن 172 ممرضاً من بينها الأمراض الفيروسية (Nene *et al.*, 2012)، وتعد الفيروسات التابعة لعائلة الاصفرار *Luteoviridae*، كفيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر *Beet western yellows virus* (BWYV) وتقرم واصفرار الحمص *Chickpea chlorotic stunt virus* (CpCSV) وبدرجة أقل فيروس التفاف أوراق الفول *Bean leafroll virus* (BLRV) وتقرم فول الصويا *Soybean dwarf virus* (SbDV) من أهم الفيروسات التي تصيبه في كثير من دول العالم ومنها سورية، مسببة له أعراض الاصفرار والتقرم بدرجات مختلفة، وهي تثقل بوساطة أنواع مختلفة من حشرات المن بالطريقة المثابرة (الدوارة) ومن الشائع وجودها معاً كإصابات مختلطة في نبات/عائل واحد (Bos *et al.*, 1988؛ Hema *et al.*, 2014؛ Kumar *et al.*, 2008)؛ ويمكن أن تتسبب له بأضرار اقتصادية وقد تؤدي بكامل المحصول في بعض المواسم (Bosque-Perez & Buddenhagen, 1990؛ van Leur *et al.*, 2013). كما أنّ مداها العوائل الواسع في سورية والذي يشمل المحاصيل البقولية وغير البقولية الشتوية والصفية إضافة للأعشاب البرية التي تتبع فصائل نباتية متعددة فضلاً عن شيوع الإصابات المختلطة بأكثر من نوع فيروسي (أسعد وآخرون، 2009؛ حسن وآخرون، 1999؛ مهنا وآخرون، 1994؛ Asaad *et al.*, 2009) قد أكسبها أهمية إضافية على المستويين البحثي والاقتصادي وخلق تحديات جديدة لابتنكار طرائق ناجعة للحد من انتشارها (Rashed *et al.*, 2018).

ما تزال مكافحة فيروسات النبات تعتمد إلى حد كبير على استخدام مبيدات الآفات لاستهداف النواقل الحوية لهذه الفيروسات على الرغم من حقيقة أنها قد لا تكون فعالة لتحقيق هذا الغرض بالمستوى المطلوب وخصوصاً على ضوء النتائج المتفاوتة لاستخدامها (أسعد وآخرون، 2012) أو أنها غير مجدية أحياناً كما في حالة الإصابات البوائية كما في حالة فيروسات اصفرار وتقرم الحمص في بعض المواسم (Rashed *et al.*, 2018؛ Verrell & Moore, 2015)، فضلاً عن التكلفة الاقتصادية والآثار البيئية الناجمة عن استخدام المبيدات. ومن جهة أخرى، ربّما يكون الاعتماد على الأصناف المقاومة للفيروس فعّالاً جداً، ولكنه من المؤسف أنها غير متاحة لجميع الفيروسات ولجميع المحاصيل، فضلاً عن احتمال كسر مقاومتها عند نشوء سلالات جديدة للفيروسات وشيوع الإصابات المختلطة بأكثر من فيروس ضمن العائل النباتي الواحد (Gómez *et al.*, 2009). وفي هذا السياق، فإنّ هناك حاجة ملحة لإدارة المحصول والأنظمة الزراعية وفقاً لأكثر الأساليب الناجعة في الحد من انتشار الأمراض الفيروسية، ويتطلب ذلك فهماً عميقاً للعوامل البيئية المحددة لبائيات الأمراض الفيروسية لإحكام استهدافها بإجراءات وقائية ناجعة تقلل من فرص انتشارها؛ وقد وضعت مقاربات مختلفة للتخفيف

(كغ/ كمبيد فطري بمعدل 1.5 غ مادة تجارية/كغ بذور قبل الزراعة، كما تم رش نباتات التجربة كاملةً بالمبيد الفطري كلورتوسيب (كلوروثالونيل 40%) بمعدل 2 لتر مادة تجارية/هكتار، وكُرر الرش ثلاث مرات خلال موسم النمو اعتباراً من النصف الأول من شهر شباط/فبراير وبفاصل أسبوعين بين الرشات المتعاقبة، تفادياً للإصابة بلفحة الأسكوكايتا بسبب انتشارها الواسع في منطقة الدراسة خلال فترة تنفيذ البحث.

القراءات المسجلة

أخذت البيانات المناخية (متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى، كمية الأمطار..) خلال فترة تنفيذ البحث من محطة الكريم للأرصاء الجوية والواقعة ضمن موقع مركز بحوث الغاب (جدول 1). تمّت مراقبة تكشّف الأعراض الظاهرية للإصابة بفيروسات الاصفراء على نباتات الحمص، وجمعت 100 عينة انتقائية تمثل النباتات التي أبدت هذه الأعراض لتأكيد إصابتها، بوساطة اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) (مكوك وقمري، 1996) باستخدام الأمصال المضادة التالية: الجسم المضاد وحيد الكلون 5G4 الذي يكشف الفيروسات التابعة لعائلة *Luteoviridae* المسببة لاصفرار المحاصيل البقولية (Katul, 1992)، والجسم المضاد وحيد الكلون (رقم E92) لفيروس الاصفراء المमित للقول (FBNYV) (Franz et al., 1996)، والجسم المضاد متعدد الكلون الذي يكشف عن فيروس التقزم الشاحب للحمص (CpCDV) (Kumari et al., 2006)؛ وذلك في مختبر الفيروسات التابع لإيكاردا (محطة تريل، لبنان). وحدّدت نسب الإصابة الظاهرية في المعاملات المختلفة عند مرحلة تشكل وامتلاء القرون وفقاً للمعادلة:

$$\text{نسبة الإصابة \%} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة/القطعة التجريبية}}{\text{عدد النباتات الكلية/القطعة التجريبية}} \times 100$$

تمّ حصاد القطع التجريبية يدوياً في نهاية موسم النمو، وجمعت البذور لحساب الغلة الحبية فيها. ولمعرفة مقدار تأثير المعاملة في الصفات المدروسة، فقد تمّ احتسابه كنسبة مئوية وفق المعادلة التالية:

$$\text{نسبة تأثير المعاملة \%} = \frac{\text{مقدار صفة المعاملة الأعلى - مقدار صفة المعاملة الأدنى}}{\text{مقدار صفة المعاملة الأعلى}} \times 100$$

حلّلت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SAS, 9.1، وتمّت المقارنة بين المعاملات بوساطة اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمالية 5%.

(غاب5) (وهي أصناف معتمدة في سورية)، FLIP 95-67C (سلالة مبشرة)، JG62 وهو صنف صغير البذرة (ديزي) أظهر قابلية عالية للإصابة بفيروسات الاصفراء خلال مواسم سابقة في منطقة الغاب (معلومات غير منشورة). تمّ الحصول على أصناف ومداخلات الحمص المختبرة من قسم تربية البقوليات الغذائية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR)، دمشق، سورية، باستثناء الصنف رقم 5 (JG62)، فكان مصدره المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا).

مواعيد الزراعة - زرعت التجربة بثلاثة مواعيد متتالية، بفاصل 20 يوماً وفق الآتي: الموعد الأول = 10 كانون الأول/ديسمبر؛ الموعد الثاني = 30 كانون الأول/ديسمبر؛ الموعد الثالث = 20 كانون الثاني/يناير.

الكثافة النباتية - استخدمت خمسة مستويات من الكثافة النباتية (20، 25، 30، 35 و 40 نبات/م²) والتي تمّ تحقيقها عن طريق تغيير المسافة بين البذور ضمن خط الزراعة (10، 8، 6.6، 5.7، 5 سم، على التوالي) (Gaur et al., 2010).

خصّصت القطع الرئيسة في تصميم التجربة لمواعيد الزراعة (بلغ عددها 3)، وكانت القطع الثانوية لمعاملات الكثافة النباتية (بلغ عددها 5)، والقطع تحت الثانوية لأصناف الحمص (وعددها 5). بلغ عدد القطع التجريبية في المكرر الواحد 75 قطعة، والعدد الكلي للقطع التجريبية 225 قطعة (45 قطعة/صنف). بلغت مساحة القطعة التجريبية 8 م²، وضمت كلّ منها 4 خطوط بطول 4 م، تفصل بينها مسافة 50 سم. تركت ممرات دون زراعة بعرض 1 م ما بين القطع المتجاورة، و3 م ما بين القطع الرئيسية في المكرر الواحد وما بين مكررات التجربة بمساحة إجمالية للتجربة قدرها 3200 م².

الزراعة وتنفيذ المعاملات

تمّ تجهيز الأرض للزراعة وفقاً للطريقة التقليدية المتبعة مع إضافة الأسمدة الفوسفاتية (سوبر فوسفات 46% بمعدل 110 كغ/هكتار). وتمّت زراعة بذور الفول (صنف حماه 2) في حفر على مسافات متباعدة كمنطقات داخلية وخارجية على حدود القطع التجريبية وفقاً لتصميم التجربة وذلك قبل أسبوعين من موعد زراعة بذور الحمص، ليتسنى لها النمو بصورة أسرع في محاولة لاستقطاب حشرات المنّ والمساهمة في زيادة نشر العدوى طبيعياً. زرعت بذور التجربة يدوياً، بعد معاملة كامل كمية بذور مداخلات الحمص بالفيتافاكس (كاربوكسين 375 غ/كغ + ثيرام 375 غ

Table 1. Weather data for the 2016/2017 and 2017/2018 cropping seasons.

2018/2017				2017/2016				الشهر Month	
عدد أيام الصقيع No. of frost days	متوسط درجة الحرارة (س°) Mean temperature (C°)		كمية الهطول (مم) Rainfall (mm)	عدد أيام الصقيع No. of frost days	متوسط درجة الحرارة (س°) Mean temperature (C°)		كمية الهطول (مم) Rainfall (mm)		
	الصغرى Min	العظمى Max.			الصغرى Min	العظمى Max.			
-	9.40	23.1	0.0	-	7.5	23.1	13.0	15-1	تشرين الثاني/نوفمبر
-	6.90	17.7	57.0	6	5.5	17.5	57.0	30-16	November
5	2.00	13.5	13.0	4	2.9	13.4	123.0	15-1	كانون الأول/ديسمبر
-	4.20	14.6	31.5	7	0.3	5.8	149.0	31-16	December
-	5.50	15.4	71.5	2	2.9	10.4	69.5	15-1	كانون الثاني/يناير
3	2.90	13.1	114.0	8	0.6	10.1	32.0	31-16	January
-	5.70	17.2	11.5	5	0.4	12.5	7.0	15-1	شباط/فبراير
-	6.50	17.1	52.0	6	-0.1	16.9	0.0	28-16	February
-	9.20	22.0	5.0	-	6.8	17.2	72.5	15-1	آذار/مارس
-	10.10	22.3	19.0	-	5.4	19.4	7.5	31-16	March
-	8.30	25.4	8.0	-	8.2	20.8	16.0	15-1	نيسان/أبريل
-	9.20	26.6	82.0	-	8.9	26.4	0.0	30-16	April
-	13.90	27.5	65.0	-	10.7	29.9	5.0	15-1	أيار/مايو
-	19.20	34.3	3.0	-	13.2	28.0	44.5	31-16	May
-	20.57	32.0	2.0	-	16.9	32.4	0.0	15-1	حزيران/يونيو
-	21.07	32.0	0.0	-	18.6	33.9	0.0	30-16	June
			534.5				596.0	مجموع أمطار الموسم (مم) Total rainfall (mm)	

(Gaur et al., 2010)؛ إلا أن توزيعها خلال الموسم لم يكن موافقاً بالشكل الأمثل لتحقيق غلة عالية (قد تتجاوز 4000 كغ/هكتار في بعض المواسم) تشتهر بها منطقة الغاب/سورية. وأبعد من ذلك، فقد كان هذا التوزيع من العوامل الأساسية المحددة للغلة وفقاً لظروف كل موسم، إذ تفوقت قيمة متوسط غلة المحصول في الموسم الزراعي الثاني (2018/2017) على مثلتها في الموسم الأول (2017/2016) وبفروق معنوية عالية ($P < 0.001$) بزيادة بلغت 14.4% (شكل 1) على الرغم من كون الهطولات المطرية في الموسم الأول أعلى من الموسم الثاني بحوالي 60 مم، إلا أن تناوب فترتي جفاف خلال شهري شباط/فبراير ونيسان/أبريل في الموسم الأول قد أثر سلباً في أداء المحصول، كما كان للأمطار المتأخرة خلال النصف الثاني من شهر نيسان/أبريل والنصف الأول من شهر أيار/مايو (جدول 1) الدور الكبير في زيادة غلة ووزن بذور المحصول في الموسم الثاني، وقد نوهت دراسات سابقة لحساسية هذا المحصول تجاه رطوبة التربة قرب مرحلة النضج ويمكن أن يصل

النتائج والمناقشة

نتائج الإختبارات المصلية/السيروولوجية لعينات الحمص

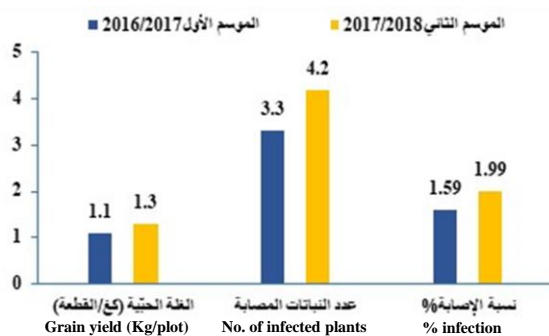
أكدت نتائج اختبار عينات الحمص المنتقاة عشوائياً بواسطة اختبار بصمة النسيج النباتي، أنّ أعراض الاضرار والنقرم على النباتات كانت نتيجة لإصابتها بأحد الفيروسات التابعة لعائلة *Luteoviridae*، مثل فيروس الاضرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (BWYV)، تقزم واصفرار الحمص (CpCSV)، النفاق أوراق الفول (BLRV) وتقزم فول الصويا (SbDV)، ولم تسجل أية إصابة بفيروس الاضرار المميت للفول (FBNYV) أو فيروس النقرم الشاحب للحمص (CpCDV).

تأثير الموسم والظروف المناخية المرافقة للتجربة في غلة المحصول

وتردد الإصابة بفيروسات الاضرار

تجاوزت كمية الهطولات المطرية 500 مم في كلا الموسمين (جدول 1) والتي تعدّ كافيةً من حيث كميتها لإعطاء غلة جيدة لمحصول الحمص

إليه أبحاث سابقة حول زيادة نسبة حدوث بعض الأمراض الفيروسية المنقولة بحشرات المنّ في المواسم الجافة بفروق معنوية عما هي عليه في المواسم الرطبة، في حين يمكن أن نصادف عكس ذلك بالنسبة لفيروسات أخرى (Kone et al., 2017). كما أنه يمكن للعجز المائي أن يزيد من كفاءة الحشرات الناقلة في نشر الفيروسات على عوائلها النباتية (van Munster et al., 2017)، ويتضافر ذلك بقوة مع دور طبيعة الغطاء النباتي الطبيعي والمحاصيل المجاورة والتي يعدّ الكثير منها عوائل طبيعية للفيروسات المدروسة وللناقل الحيوي معاً (أسعد وآخرون، 2009؛ van Leur & Kumari, 2011). ويأتي هذا التفاوت في نسبة انتشار فيروسات الاصفرار وفقاً لظروف كل موسم زراعي ضمن السياق الطبيعي لوبائيات الأمراض الفيروسية عموماً، فقد بيّنت الدراسات المعمّقة أهمية التفاعل بين المعطيات البيئية وفيروسات النبات ولاسيماً في حال اعتماد هذه الأخيرة (كما في حالة الفيروسات المدرجة ضمن هذا البحث) على النواقل الحويّة في انتشارها، والتي بدورها يرتبط سلوكها ونشاطها بصورة وثيقة مع تغير الظروف البيئية (كدرجات الحرارة والهطولات المطرية..)، مع الأخذ بعين الاعتبار وجود الأعداء الطبيعية لهذه النواقل ضمن هذه المعادلة (Jeger et al., 2018).



شكل 1. تأثير الموسم الزراعي في متوسط غلّة القطعة التجريبية (كغ/القطعة «8 م²»)، ونسبة الإصابة بفيروسات الاصفرار في محصول الحمص تحت ظروف الإصابة الطبيعية في منطقة الغاب، سورية. قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمالية 0.05 = 36.6 للغلة، 0.57 لعدد النباتات المصابة/القطعة، و 0.26 لنسبة الإصابة %.

Figure 1. Effect of cropping season on grain yield (kg/plot of 8 m²) and Luteovirus natural incidence on chickpea at Al Ghab Region, Syria. LSD at P 0.05= 36.6 for grain yield, 0.57 for infected plant no./plot, and 0.26 for % infection.

الفقد في غلّة المحصول حتى 50% في حال صادف حدوث جفاف خلال تلك المرحلة (Devasirvatham & Tan, 2018)؛ Gaur et al., 2010؛ وقد أشارت أبحاث سابقة إلى تفوق غلة المحصول في بعض السنوات الجافة قياساً بالسنوات الرطبة لاعتبارات تتعلق بتوافر الأمطار في التوقيت المناسب للمحصول، وبالإجهادات المرضية السائدة من جهةٍ أخرى (Ruggeri et al., 2017)؛ وعموماً تتباين غلّة محصول الحمص تبعاً لتفاعل الأصناف المزروعة مع الظروف البيئية (حرارة، أمطار...)) والاجتهادات الحويّة السائدة في كل موسم زراعي (Kumar et al., 2017؛ Singh et al., 2017؛ López-Bellido et al., 2008).

وعلى غرار ذلك فقد كان للمعطيات المناخية تأثيرها الواضح في نسبة تردّد الإصابة بفيروسات الاصفرار وفقاً لظروف الموسم الزراعي؛ حيث تفوقت نسبة متوسط الإصابة في الموسم الثاني (2017/2016) عما هي عليه في الموسم الأول (2017/2016) وبفروق معنوية عالية ($P < 0.001$) بزيادة بلغت 20% (شكل 1)، مع تكشّف أعراض الإصابة بوقتٍ أبكر (النصف الثاني من شهر شباط/فبراير وأوائل شهر آذار/مارس) في الموسم الثاني، في حين تأخّر تكشّف أولى الأعراض للنصف الثاني من شهر آذار/مارس في الموسم الأول (2017/2016)، كما ارتبط ذلك مع الرصد البصري المبكر لحشرات المنّ (الناقل الحيوي) خلال أوائل شهر شباط/فبراير (الموسم الثاني) في حين لم نلاحظ أية حشرات منها على النباتات الجاذبة (الفول) أو الحمص قبل أواخر شهر شباط/فبراير في الموسم الأول. فقد اتّسم الموسم الثاني بميل درجات الحرارة للارتفاع بدءاً من شهر شباط/فبراير واستمرت صعوداً خلال شهر آذار/مارس ولم يتخللها حدوث موجات صقيع خالفاً للموسم الأول (جدول 1)، وكان هذا من العوامل المشجّعة لنشاط حشرات المنّ وبالتالي زيادة فرص انتقال وانتشار فيروسات الاصفرار. وقد أشارت دراسات سابقة إلى رصد حشرات المنّ غير المجنج على نبات الحمص حتى خلال شهر كانون الثاني/يناير في سورية رغم حدوث فترات من الصقيع (قواس وآخرون، 2002) واقتران ذلك بانتشار الإصابة بهذه الفيروسات. علاوةً على ذلك، فقد أسهمت ندرة الأمطار خلال شهري آذار/مارس ونيسان/أبريل ولاسيماً مع اقترانها بارتفاع درجات الحرارة (جدول 1) بدورٍ مهمّ في تفاقم الإصابة بفيروسات الاصفرار على نحوٍ سريع ومبكر وبتردّدٍ أكبر خلال الموسم الثاني مقارنةً بالموسم الأول الذي اقترن فيه الجفاف مع فترات صقيع ودرجات حرارة أقل مما كانت عليه في الموسم التالي، الأمر الذي ترجمته بوضوح الأعراض المبكرة للإصابة والنشاط المميز لحشرات المنّ المجنّحة (الموسم الثاني) التي هجرت عوائلها القديمة (كالأعشاب البرية والمحاصيل البقولية التي زرعت في موعد سابق لزراعة الحمص كالبازلاء والفول...) نتيجة للجفاف، مستفيدةً من توافر درجات حرارة مواتية أثناء رحلة البحث عن عوائل جديدة. ويؤيد ذلك ما أشارت

التوالي (جدول 2). وبمعنى أدق فقد خفّض التبريد في موعد الزراعة (الموعدين الأول والثاني والثالث بمقدار 55.7 و 77.7% على التوالي في الموسم الأول، قابلتها النسب 48.9 و 73.3% على التوالي في الموسم الثاني؛ كما أسهم الموعد الثاني (30 كانون الأول/ديسمبر) في خفض الإصابة بنسبة 49.6 و 47.7% مقارنةً بالموعدين الثالث في الموسمين الأول والثاني، على التوالي. وينصوي تفسير هذه النتائج تحت مظلة تكتيك يفضي إلى زراعة المحصول وتأمين بزوغ بادرته خلال فترات تخلو أو لا تسمح بنشاط حشرات المنّ (الناقل الحيوي) مع توفير وقت إضافي يتيح للمحصول الهروب من الإصابة في مراحله الأولى قدر الإمكان على اعتبارها من أكثر المراحل تفضيلاً لحشرات المنّ من جهة وأكثرها قابليةً للإصابة بهذه الفيروسات إذا ما قورنت بالمراحل المتقدمة من عمر النبات (Jones, 2006؛ Kumar *et al.*, 2008؛ Sastry & Zitter, 2014؛ Thresh, 2003).

تأثير مواعيد الزراعة في غلة محصول الحمص وانتشار الإصابة بفيروسات الاصفار

بدا جلياً وجود تباين ظاهري في متوسط عدد النباتات التي أبدت أعراض التقرم والاصفرار/الشحوب ما بين القطع التجريبية وفقاً لمواعيد الزراعة المدروسة، وكانت تلك الفروقات الظاهرية ذات معنوية عالية ($P < 0.001$) في كلا الموسمين الزراعيين. كما أشارت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.98$) إلى مدى تأثير مواعيد الزراعة في المؤشرات المدروسة (غلة المحصول ونسبة الإصابة بفيروسات الاصفار) (جدول 2). وعلى اعتبار أنّ احتساب عدد النباتات المصابة في القطعة التجريبية قد لا يعطي مؤشراً دقيقاً عن حجم الإصابة الفيروسية لوجود كثافات نباتية متغيرة وفقاً للمعاملة، فقد اعتمدنا كلياً على النسبة المئوية للإصابة. سجّلت أعلى نسبة إصابة (2.78 و 3.37%) في موعد الزراعة الثالث المتأخرة (20 كانون الثاني/يناير) وأقلها (0.64 و 0.90%) في موعد الزراعة الأول المبكرة (10 كانون الأول/ديسمبر) في الموسمين الأول والثاني على

جدول 2. تأثير مواعيد الزراعة، الكثافة النباتية والصنف المزروع في غلة محصول الحمص ونسب إصابته بفيروسات الاصفار تحت ظروف الإصابة الطبيعية.

Table 2. Effect of planting date, plant density and chickpea genotype on grain yield and incidence of Luteoviruses under natural infection conditions.

2018/2017			2017/2016			المعاملات	Treatments
عدد النباتات المصابة/القطعة	نسبة الإصابة %	الغلة (غ)	عدد النباتات المصابة/القطعة	نسبة الإصابة %	الغلة (غ)		
No. of infected plants/plot	Incidence %	Yield (gr)	No. of infected plants/plot	Incidence %	Yield (gr)		
مواعيد الزراعة							
0.90 c	1.87 c	1437 a	0.64 c	1.32 c	1256 a	10 December	10 كانون الأول/ديسمبر
1.72 b	3.75 c	1429 a	1.27 b	2.72 b	1229 a	30 December	30 كانون الأول/ديسمبر
3.37 a	7.07 a	966 b	2.87 a	5.99 a	796 b	20 January	20 كانون الثاني/يناير
الكثافة النباتية							
3.46 a	5.53 a	1298 b	2.93 a	4.69 a	1083 b	20 plants/m ²	20 نبات/م ²
2.67 b	5.33 a	1351 b	2.12 b	4.24 ab	1161 ab	25 plants/m ²	25 نبات/م ²
1.94 c	4.67 a	1413 a	1.45 c	3.49 b	1218 a	30 plants/m ²	30 نبات/م ²
1.19 d	3.33 b	1315 b	0.90 d	2.53 c	1128 b	35 plants/m ²	35 نبات/م ²
0.71 d	2.27 c	1011 c	0.55 d	1.76 c	876 c	40 plants/m ²	40 نبات/م ²
أصناف الحمص							
1.74 b	3.60 b	1264 c	1.35 b	2.80 b	1055 c	Ghab 3	غاب 3
1.49 bc	3.16 bc	1354 b	1.18 bc	2.44 b	1166 b	Ghab 4	غاب 4
1.90 c	4.04 b	1253 c	1.32 bc	2.78 b	1079 c	Ghab 5	غاب 5
1.04 c	2.31 a	1654 a	0.93 c	2.00 b	1463 a	FLIP95-67C	FLIP95-67C
3.79 a	8.02 a	862 d	3.18 a	6.69 a	703 d	JG62	JG62
1.99	4.23	1277.4	1.59	3.34	1093.30	Mean total	المتوسط العام
0.49	1.05	59.68	0.41	0.89	87.22	LSD	أقل فرق معنوي
16.60	16.34	5.50	20.79	20.27	6.27	C.V	معامل الاختلاف
0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	R2	معامل التحديد

أشارت دراسات سابقة إلى وجود علاقة وثيقة بين موعد الزراعة وانتشار الفيروسات في المحاصيل البقولية (Hema et al., 2014؛ Jones, 2012؛ Makkouk et al., 2014)، وهذا ما يفسر ارتفاع نسبة الإصابة في موعد الزراعة المتأخر (الثالث) والذي تكون نباتاته ماتزال غضةً وفتية خلال فترة شباط/فبراير-آذار/مارس، التي يمكن أن تبلغ فيها حشرات المن ذروة نشاطها فيما لو توافرت معطيات بيئية مشابهة للموسم 2018/2017، مما يزيد من فرص نشرها لتلك الفيروسات (قواص وآخرون، 2002؛ Makkouk et al., 1998؛ Saxena et al., 1997). وإضافةً لذلك، فقد كان للتبكير في موعد الزراعة أثر ملموس في زيادة متوسط غلة محصول الحمص حيث تفوق كلاً من الموعدين الأول والثاني على الموعد الثالث بفوارق معنوية في كلا الموسمين الزراعيين (جدول 2)، وتحققت زيادة في الغلة بلغت حوالي 37% و35% (الموسم الأول)، و33% و32% (الموسم الثاني)، على التوالي، ولم تكن الفروق معنوية بين الموعدين الأول والثاني (جدول 2). وتبرز هذه النتائج ما يلعبه موعد الزراعة من دور كبير في رفع كفاءة استفادة المحصول من الأمطار المبكرة بالدرجة الأولى بما يسهم في زيادة الكتلة الحيوية للنبات الاختيار الأمثل لموعد الزراعة لتفادي خطر الإصابة بمثل تلك الفيروسات وتحسين غلة المحصول في آنٍ معاً (Makkouk et al., 1998؛ Saxena et al., 1997)، والتي صادفت أن تكون خلال شهر كانون الأول/ديسمبر (الموعد الأول والثاني) في بحثنا هذا، في حين أدى تأخير موعد الزراعة إلى منتصف شهر كانون الثاني/يناير إلى خسارة تجاوزت 30% في الغلة، وفاقمت الإصابة بفيروسات الاصفرار بما يتراوح ما بين 48-73%.

تأثير الكثافة النباتية في انتشار فيروسات الاصفرار على الحمص

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية ($P < 0.001$) ما بين قيم متوسطات عدد النباتات المصابة ونسبتها بعلاقة تناسب عكسي مع زيادة الكثافة النباتية ضمن معاملات التجربة في كلا الموسمين الزراعيين. وهذا ما أكدته القيمة المرتفعة لمعامل التحديد ($R^2 = 0.98$) (جدول 2) والتي تعبر عن النسبة المئوية (98%) لمساهمة المعاملة (الكثافة النباتية) في قيم المؤشرات المدروسة (عدد النباتات المصابة ونسبتها). ويجدر التنويه إلى أنه نظراً لتباين إجمالي عدد النباتات/م² وفقاً لمستوى معاملة الكثافة، فإن التعبير الدقيق عن مقدار التأثير تعكسه النسبة المئوية للإصابة حسبما أبدته النتائج (جدول 2). حيث تناقصت بتدرج تنازلي في الموسم الأول ($2.93 < 2.12 < 1.45 < 0.90 < 0.55$ %) والثاني ($3.46 < 2.67 < 1.94 < 1.19 < 0.71$ %) مع ازدياد قيمة الكثافة النباتية ($20 > 25 > 30 > 35 > 40$ نبات/م²) على التوالي (جدول 2)، وكانت الفروقات

معنوية بين جميع قيم متوسطاتها مع غياب المعنوية ما بين مستويي الكثافة الرابع والخامس (جدول 2). بمعنى أن قيمة النسبة المئوية للإصابة الفيروسية عند الكثافة المرتفعة (40 نبات/م²) كانت أقل بمعدل 81.2 و79.5% في الموسمين الأول والثاني، على التوالي، عما هي عليه في حال الكثافة المنخفضة (20 نبات/م²). حتى أن زيادة الكثافة النباتية من 20 إلى 25 نبات/م² قد خفّضت نسبة الإصابة بفارق معنوي (27.6 و22.8% في الموسمين الأول والثاني، على التوالي)، مما يعكس قوة تأثير معاملات الكثافة النباتية في نسبة حدوث فيروسات الاصفرار المنقولة بحشرات المن على محصول الحمص، وهذا ما أكدته نتائج أبحاثٍ مشابهة أجريت في أستراليا (Sharman et al., 2014؛ Verrell & Moore, 2015). وعلى اعتبار أن نبات الحمص من العوائل غير المفضلة لحشرات المن وأنه سأم لبعض أنواعها، بالإضافة إلى أنه في أغلب الأحيان لا تتجح بتأسيس مستعمرات مستقرة عليه (باستثناء من اللوبياء الأسود *Aphis craccivora*) (Kaiser et al., 1990؛ Rubiales et al., 2015)، وبالتالي فإن انتقال فيروسات الاصفرار وانتشارها في هذا المحصول يعتمد كلياً على حشرات المن المجنحة التي يمكن أن تغزو هذا المحصول بشكلٍ مؤقت أثناء رحلتها للبحث عن عوائل جديدة، فتنتقل العدوى الفيروسية خلال تلك الفترة القصيرة (Rubiales et al., 2015). وعليه، فإن دور الكثافة النباتية في تعديل نسبة انتشار فيروسات الاصفرار على الحمص يندرج تحت مظلة تأثيرها المباشر في سلوك حشرات المن المجنحة وتقليل فرص هبوطها على المحصول أثناء طيرانها في رحلة تبديلها لعوائلها النباتية (Rubiales et al., 2015). وقد أجمعت حصيلة دراسات سابقة كثيرة ضمن هذا السياق على أن زيادة الكثافة النباتية تخفّض بوجهٍ عام نسبة حدوث الإصابات الفيروسية في وحدة المساحة، إذ تكون المساحات ذات التربة العارية الظاهرة حول النباتات (التباين اللوني) في حال الكثافات المنخفضة أكثر جذباً لحشرات المن المجنحة من تلك المساحات التي يسودها لون الغطاء النباتي بسبب ميل النباتات إلى النمو وتشكيل مجموع خضري على نحوٍ أسرع نتيجة المنافسة فيما بينها في حال الكثافات المرتفعة (Sastry & Makkouk et al., 2014؛ Sharman et al., 2014؛ Zitter, 2003؛ Thresh, 2003).

ومن جهةٍ أخرى، فقد تفاعلت غلة المحصول مع تغير الكثافة النباتية معنوياً (جدول 2)، فكانت أعلى قيمة لها (1218 و1413 غ/القطعة في الموسمين الأول والثاني، على التوالي) عند مستوى الكثافة الثالث (30 نبات/م²) وبفروق غير معنوية عن مستوى الكثافة الثاني (25 نبات/م²) في الموسم الأول، إلا أنها كانت معنوية في الموسم الثاني، ويعكس ذلك تأثير تباين ظروف الموسم الزراعي، كما تفوقت معنوياً على باقي المستويات في كلا الموسمين الزراعيين. بينما لم تكن الفروق معنوية

ما بين مستويات الكثافة الأولى والثانية والرابعة (20، 25 و35 نبات/م²) والتي تفوقت معنوياً عما هي عليه عند المستوى الخامس (40 نبات/م²) والذي سجلت فيه أقل قيمة لغلة القطعة التجريبية (876 و1011 غ/القطعة في الموسمين الأول والثاني، على التوالي).

وبمعنى آخر، يبدو أن لزيادة الكثافة النباتية عن 35 نبات/م² تأثير سلبي واضح لجهة انخفاض غلة المحصول بحدود 20-28%، وهذا ما أشارت إليه دراسات عديدة سابقة بأن الكثافة النباتية للمحص تعد من أهم محددات الغلة والتي تختلف حسب ظروف كل منطقة (Ayaz et al., 1999؛ Ruggeri et al., 2017؛ Singh et al., 2017)، مما يؤكد على أهمية ضبط معدل البذار لتحقيق كثافة نباتية ملائمة تضمن تغطية كاملة للأرض دون أن يؤدي ذلك إلى تخفيض الغلة نتيجة زيادة المنافسة بين النباتات، بحيث تخفص نسبة الإصابة بالفيروسات من جهة وتضمن الحصول على أعلى غلة ممكنة من جهة أخرى (Johnstone et al., 1982؛ Sastry & Zitter, 2014).

تأثير الصنف المزروع في انتشار فيروسات الاصفرار على الحمص

تباين أداء أصناف الحمص المختبرة إزاء فيروسات الاصفرار وبفروق معنوية عالية ($P < 0.001$) (جدول 2)، وقد أمكن ترتيبها في ثلاثة مجاميع من حيث نسبة الإصابة، فسجلت أقل نسبة إصابة (0.93 و1.04%) في الصنف FLIP95-67، وأعلى نسبة إصابة (3.18 و3.79%) في الصنف JG62 خلال الموسمين الأول والثاني على التوالي، مع تسجيل بعض الفروقات في تفاعل الأصناف وفقاً للموسم الزراعي، حيث لم تكن الفروق معنوية ما بين الأصناف (غاب3 وغاب4 وغاب5) في الموسم الأول، بينما كانت هناك فروق معنوية ما بين الصنفين غاب3 وغاب5 في الموسم الثاني. وتشير هذه النتائج إلى أهمية وجود أصناف أكثر تحملاً للإصابة الفيروسية لما يمكن أن تحققه من خفض لانتشار الإصابة (تجاوزت نسبة الخفض 70%)، وقد أشارت دراسات سابقة إلى وجود هذه التباينات في أداء أصناف مختلفة من الحمص تجاه فيروسات اصفرار وتقرم الحمص (أسعد وآخرون، 2012؛ قواص وآخرون، 2002). من جهة أخرى، فقد تفاوتت غلة المحصول وفقاً للصنف المزروع وبفروق معنوية عالية ($P < 0.001$) (جدول 2)، وتميزت في أربعة مجاميع في كلا الموسمين الزراعيين، ويأتي هذا ضمن سياق النتائج الطبيعية التي تعكس التفاعل الوراثي للصنف مع العوامل البيئية والمرضية في محيطه (Gaur et al., 2010؛ Hema et al., 2014؛ Kumar et al., 2017؛ Singh & Saxena, 1999).

التفاعل بين مواعيد الزراعة والكثافة النباتية

بيّنت نتائج هذه الدراسة وجود تفاعل واضح بين موعد الزراعة ومستوى الكثافة النباتية مما أفضى إلى وجود فوارق معنوية (جدول 3). كان هناك

تأثير لعامل الكثافة النباتية بشكل كبير وفقاً لموعد الزراعة سواء في مستوى أداء مستويات الكثافة ضمن موعد الزراعة نفسه، أو لجهة تفاعل مستوى الكثافة الواحدة نفسها باختلاف موعد الزراعة. تحققت أدنى نسبة للإصابة (0.19 و0.25%) عند مستوى الكثافة الأعلى (40 نبات/م²) والموعد الأول (10 كانون الأول/ديسمبر)، في حين كانت أعلى نسبة إصابة (5.42 و6.21%) عند الكثافة الأدنى (20 نبات/م²) والموعد الثالث (20 كانون الثاني/يناير) في الموسمين الأول والثاني على التوالي (جدول 3)، أي أنها كانت أعلى بحوالي 25-30 ضعفاً في حال الكثافة المنخفضة والزراعة في موعد متأخر. من جهة أخرى فقد أثر التفاعل المشترك لهذه المعاملات في مدى استجابة المحصول للكثافات النباتية المختلفة فيما بينها ضمن الموعد الواحد فكانت الفروق بين قيم متوسطات نسبة الإصابة عالية المعنوية ما بين جميع مستويات الكثافة في الموعد الثالث (20 كانون الثاني/يناير) وأدت زيادة الكثافة النباتية إلى تخفيض نسبة الإصابة معنوياً وبفروق كبيرة بين كل مستوى وما يليه باستثناء الفروق ما بين قيمها عند المستويين الآخرين (30 و40 نبات/م²)، بينما كانت هذه الفروق متفاوتة في الموعد الثاني (30 كانون الأول/ديسمبر) وغالبيتها غير معنوية في الموعد الأول (10 كانون الأول/ديسمبر)، وبمعنى أدق، لم يكن لزيادة الكثافة النباتية لأكثر من 25 نبات/م² أي تأثير معنوي في خفض الإصابة الفيروسية عند الزراعة في الموعد المبكر (جدول 3). في المقابل، كان التباين واضحاً على مستوى تفاعل معاملة الكثافة الواحدة نفسها باختلاف موعد الزراعة، فمتوسط نسبة الإصابة عند مستوى الكثافة المنخفضة (20 نبات/م²) وموعد الزراعة الأول المبكر (5 كانون الأول/ديسمبر) أقل مما هي عليه بمقدار 41 و77% (الموسم الأول) و32 و73% (الموسم الثاني) في الموعد الثاني والثالث، على التوالي، عند مستوى الكثافة ذاته. بينما لم يتأثر تفاعل مستوى الكثافة النباتية المرتفعة (40 نبات/م²) بشكل معنوي مع تغيير موعد الزراعة. ولهذا أهمية كبيرة في اختيار الكثافة النباتية المناسبة وفقاً لموعد الزراعة، إذ أن زيادة الكثافة النباتية لأكثر من 25-30 نبات/م² يكون غير مجدٍ أو مبرر عند الزراعة في الموعد المبكر (النصف الأول من شهر كانون الأول/ديسمبر)، بينما تستوجب الزراعات المتأخرة (النصف الثاني من شهر كانون الثاني/يناير) زيادة الكثافة النباتية لأكثر من ذلك للحد من انتشار فيروسات الاصفرار في الحمص. وتتوافق هذه النتائج مع خلاصة أبحاث سابقة أجريت في استراليا (Sharman et al., 2014)، كما تدعم ما أشارت إليه دراسات كثيرة حول أهمية إدراج مواعيد الزراعة والكثافة النباتية كأسلوب فعال في برامج مكافحة المتكاملة لكثير من الفيروسات على محاصيل مختلفة (Hema et al., 2014؛ Kumar et al., 2008؛ Singh et al., 2018؛ Sastry & Zitter, 2014)، حيث أثبتت فعاليتها في الوقت الذي فشلت فيه الطرائق الكيميائية (سواء بمعاملة البذور

الكثافات التي تزيد عن 25 نبات/م² على باقي المعاملات في حال تأخير موعد الزراعة (الموعد الثالث 20 كانون الثاني/يناير). ولهذه النتائج أهميتها عند تحديد معدل البذار بما ينسجم مع موعد الزراعة، بحيث تؤدي المحصلة النهائية إلى تشجيع تكوين غطاء نباتي بوقت مبكر من دون الإضرار بغلة المحصول (Saxena et al., 1997). وبناء عليه يمكن القول بأنه لا مبرر (من الناحيتين المرضية والإنتاجية) لزيادة الكثافة النباتية عن 30 نبات/م² عند الزراعة في الموعد المبكر تحت ظروف مشابهة لمعطيات بحثنا هذا، في حين قد تحدي زيادة الكثافة النباتية (35-40 نبات/م²) في الحد من انتشار فيروسات الاصفار وزيادة غلة المحصول في حال تأخر موعد الزراعة للنصف الثاني من شهر كانون الثاني/يناير.

بالمبيدات أو الرش بها) في إحراز تقدّم ملموس في السيطرة على الفيروسات التي تصيب الحمص (وأهمها فيروسات الاصفار) في حال الإصابات البوائية (Verrell & Moore, 2015).

أما فيما يتعلق بغلة المحصول، فقد كانت هناك فروق معنوية عالية وفقاً لتفاعل مستويات المعاملات المدروسة (جدول 4)، والتي اتخذت منحىً مشابهاً تقريباً لما تمّ توضيحه أعلاه بخصوص نسبة الإصابة بالفيروسات، فكانت أفضل المعاملات عند مستويات الكثافة الثلاثة الأولى (20، 25 و30 نبات/م²) دون وجود فروق معنوية فيما بينها في موعد الزراعة الأول (10 كانون الأول/ديسمبر)، وكذلك عند مستوى الكثافة الرابع (35 نبات/م²) في الموعد الثاني (30 كانون الأول/ديسمبر)، وكان لزيادة الكثافة إلى المستوى الخامس (40 نبات/م²) تأثير سلبي كبير في الغلة في كلا الموعدين (جدول 4)، بينما تقوّقت

جدول 3. تأثير التفاعل بين مواعيد الزراعة وكلّ من الكثافة النباتية والصنف المزروع في نسب إصابة الحمص بفيروسات الاصفار تحت ظروف الإصابة الطبيعية.

Table 3. Effect of interaction of planting dates with each of plant density and chickpea genotype on incidence of Luteoviruses under natural infection conditions.

نسبة الإصابة (%) بفيروسات الاصفار Incidence (%) of infection with Luteoviruses						المعاملات	
مواعيد الزراعة Planting dates							
20 كانون الثاني/يناير 20 January		30 كانون الأول/ديسمبر 30 December		10 كانون الأول/ديسمبر 10 December		Treatments	
2017/2018	2016/2017	2017/2018	2016/2017	2017/2018	2016/2017		
						Plant density	الكثافة النباتية
6.21 a	5.42 a	2.50 cd	2.13 cd	1.67 def	1.25 ef	20 plants/m ²	20 نبات/م ²
4.47 b	3.87 b	2.20 cde	1.63 de	1.33 efg	0.87 efg	25 plants/m ²	25 نبات/م ²
3.17 c	2.64 c	1.89 de	1.19 efg	0.78 fgh	0.53 fgh	30 plants/m ²	30 نبات/م ²
1.71 def	1.40 de	1.38 efg	0.95 efg	0.48 gh	0.36 gh	35 plants/m ²	35 نبات/م ²
1.27 efg	1.02 efg	0.60 gh	0.44 fgh	0.25 h	0.19 h	40 plants/m ²	40 نبات/م ²
						Mean total	المتوسط العام
						0.97	أقل فرق معنوي
						67.35	معامل الاختلاف
						1.59	معامل التحديد
						0.85	
						LSD	
						C.V	
						R2	
						Chickpea genotypes	أصناف الحمص
3.00 b	2.45 b	1.48 cde	1.12 def	0.74 ef	0.48 ef	Ghab 3	غاب 3
2.39 bc	2.14 bc	1.36 de	0.96 def	0.74 ef	0.44 f	Ghab 4	غاب 4
3.1 b	2.37 b	1.51 cde	1.02 def	1.89 def	0.58 ef	Ghab 5	غاب 5
1.87 cd	1.59 bcd	0.99 def	0.85 def	0.26 f	0.35 f	FLIP95-67C	FLIP95-67C
6.46 a	5.81 a	3.24 b	2.39 b	1.67 cde	1.34 cde	JG62	JG62
						1.99	المتوسط العام
						1.02	أقل فرق معنوي
						0.74 ef	معامل الاختلاف
						C.V	

جدول 4. تأثير التفاعل بين مواعيد الزراعة وكلّ من الكثافة النباتية والصنف المزروع في الغلّة الحبيّة لمحصول الحمص تحت ظروف الإصابة الطبيعية بفيروسات الاصفار.

Table 4. Effect of interaction of planting date with each of plant density and chickpea genotype on grain yield under natural infection with Luteoviruses.

الغلة الحبيّة (غ) Grain yield (gr)						المعاملات Treatments	المعاملات
مواعيد الزراعة Planting dates							
20 كانون الثاني/يناير 20 January		30 كانون الأول/ديسمبر 30 December		10 كانون الأول/ديسمبر 10 December		Plant density	الكثافة النباتية
2017/2018	2016/2017	2017/2018	2016/2017	2017/2018	2016/2017		
832 e	663 e	1451 ab	1188 bc	1611 ab	1399 ab	20 plants/m ²	20 نبات/م ²
848 de	676 e	1537 ab	1332 ab	1669 a	1475 a	25 plants/m ²	25 نبات/م ²
1062 cd	859 de	1585 ab	1375 ab	1592 ab	1422 a	30 plants/m ²	30 نبات/م ²
1116 c	939 d	1441 b	1259 ab	1394 b	1185 bc	35 plants/m ²	35 نبات/م ²
980 cde	841 de	1134 c	988 cd	918 cde	798 de	40 plants/m ²	40 نبات/م ²
				1277	1093	Mean total	المتوسط العام
				224.57	219.21	LSD	أقل فرق معنوي
				24.42	27.86	C.V	معامل الاختلاف
						R2	معامل التحديد
						Chickpea genotypes	أصناف الحمص
960 de	766 efg	1413 bc	1170 d	1419 bc	1228 cd	Ghab 3	غاب 3
1027 de	851 ef	1560 b	1348 c	1474 bc	1301 cd	Ghab 4	غاب 4
982 de	825 ef	1447 bc	1240 cd	1329 c	1172 d	Ghab 5	غاب 5
1082 d	913 e	1860 a	1653 b	2021 a	1823 a	FLIP95-67C	FLIP95-67C
781 f	624 g	866 ef	732 fg	941 def	755 efg	JG62	JG62
				1277	1093	Mean total	المتوسط العام
				167.14	159.28	LSD	أقل فرق معنوي
				18.18	20.24	C.V	معامل الاختلاف

الموعد الثاني (2.4 و 3.2%) والأول (1.34 و 1.67%) في الموسمين الأول والثاني، على التوالي، ويفروق معنوية عالية. أما بقية الأصناف، فقد زادت نسب الإصابة المسجلة في الموعد الثالث معنوياً على ما هي عليه في الموعدين الأول والثاني والتي لم تكن الفروق معنوية فيما بينها. تجدر الإشارة إلى أنّ أقل نسبة إصابة مسجلة (0.35 و 0.26%) كانت للصنف FLIP95-67 عند الزراعة في الموعد الأول خلال الموسمين الزراعيين، لتزداد هذه النسبة بمعدل 78 و 86%، على التوالي، عند الزراعة في الموعد المتأخر. وقد أشارت دراسات سابقة إلى وجود هذه التباينات في أداء أصناف مختلفة من الحمص تجاه فيروسات اصفار وتقزم الحمص لدى زراعتها في مواعيد مختلفة (أسعد وآخرون، 2012، قواص وآخرون، 2002). ومن جهة أخرى، فقد تفاوتت غلّة المحصول وفقاً للصنف المزروع ويفروق معنوية وفق المنحى ذاته لنسبة الإصابة (جدول 4)، مما يتوافق مع نتائج أبحاث كثيرة سابقة أشارت إلى استجابة أصناف الحمص على نحو متغاير تجاه مواعيد الزراعة المختلفة (Ali *et al.*, 2018؛ Rehman *et al.*, 2015).

التفاعل بين مواعيد الزراعة والأصناف المزروعة

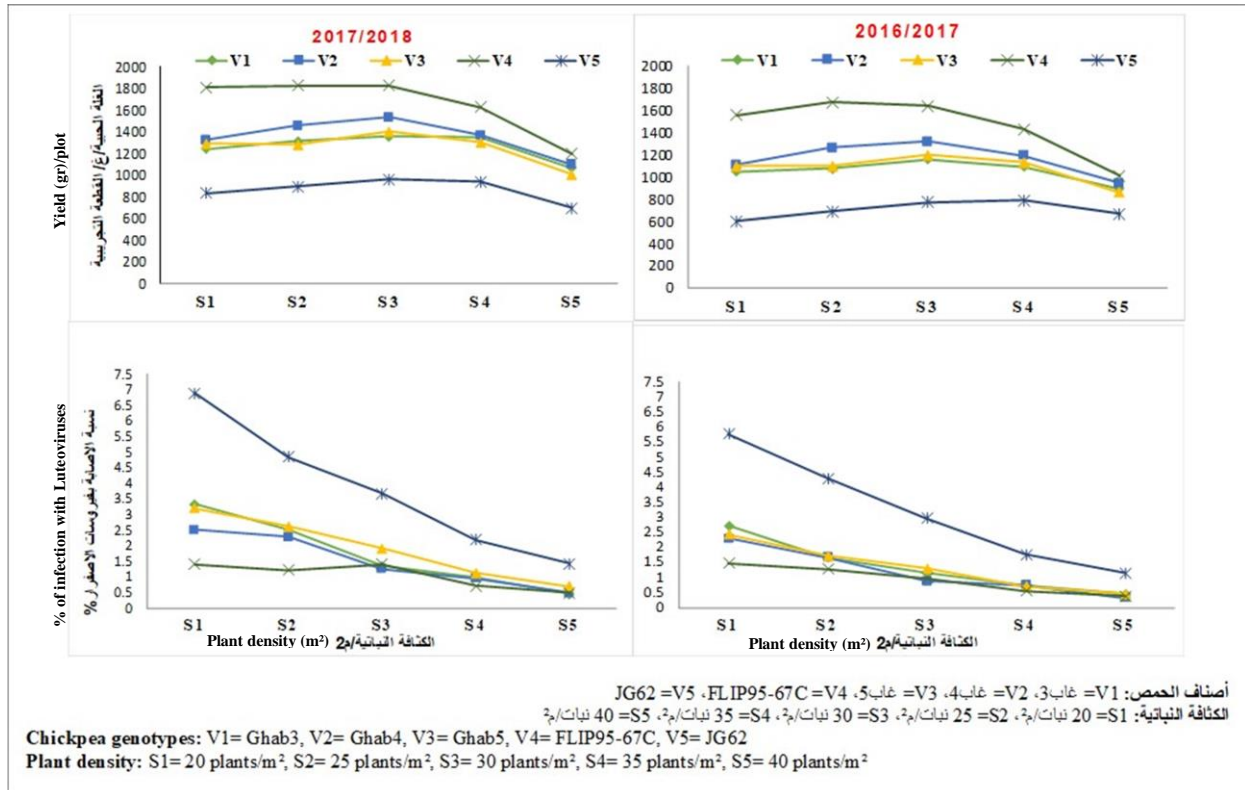
تباين أداء أصناف الحمص المختبرة إزاء فيروسات الاصفار ويفروق معنوية ($P < 0.001$) وفقاً لمواعيد الزراعة مع وجود بعض الاختلافات بين الموسمين الزراعيين (جدول 3). وقد أخذ هذا التفاعل اتجاهين رئيسيين: كان أولهما لجهة سلوك الأصناف ضمن موعد الزراعة الواحد، ففي الموسم الزراعي الأول (2017/2016) زادت نسبة الإصابة معنوياً في الصنف القابل للإصابة (JG62) عما هي عليه في أصناف الحمص الأربعة الأولى (غاب3، غاب4، غاب5 و FLIP95-67) والتي لم تكن هناك فروق معنوية فيما بينها في الموعدين الثاني والثالث، بينما لم يتفوق هذا الصنف إلا على الصنفين غاب4 و FLIP 95-67 في موعد الزراعة الأول. وكانت نتائج الموسم الثاني (2018/2017) مشابهة في المنحى العام لسلوك الأصناف في الموسم الأول مع بعض الفروقات (جدول 4). أما الاتجاه الآخر، فينصوي ضمن إطار أداء الصنف نفسه باختلاف موعد الزراعة، والذي تجلّى بوضوح في سلوك الصنف القابل للإصابة JG62 والذي سجّل أعلى نسبة إصابة (5.8 و 6.5%) عند الزراعة المتأخرة (20 كانون الثاني/يناير)، تلتها قيمة هذه النسبة في

التفاعل بين مستويات الكثافة النباتية والأصناف المزروعة

تباين أداء أصناف الحمص المختبرة إزاء فيروسات الاصفرار وبفروق معنوية ($P < 0.001$) وفقاً لمستوى الكثافة النباتية في وحدة المساحة بانخفاض نسبة الإصابة مع زيادة الكثافة النباتية (تناسب عكسي) في كلا الموسمين الزراعيين (شكل 2)، مع وجود فروق واضحة في استجابة الأصناف لمستويات الكثافة، حيث بدت أكثر وضوحاً في الصنف القابل للإصابة (JG62) وأقل وضوحاً لدى الصنف FLIP95-67. وكان الحال عكس ذلك فيما خص غلة المحصول؛ كما تباينت الأصناف في مستوى الكثافة الأمثل أو المستوى الذي تتخفف عنده غلتها بفارق معنوي (شكل 2)، مما يتوافق مع نتائج أبحاث سابقة (Singh *et al.*, 2017).

التفاعل بين مواعيد الزراعة ومستويات الكثافة وأصناف الحمص

بيّنت النتائج وجود ارتباط وثيق ما بين نسبة الإصابة بفيروسات الاصفرار والتأثير المشترك للمعاملات الثلاث المدروسة (موعد الزراعة

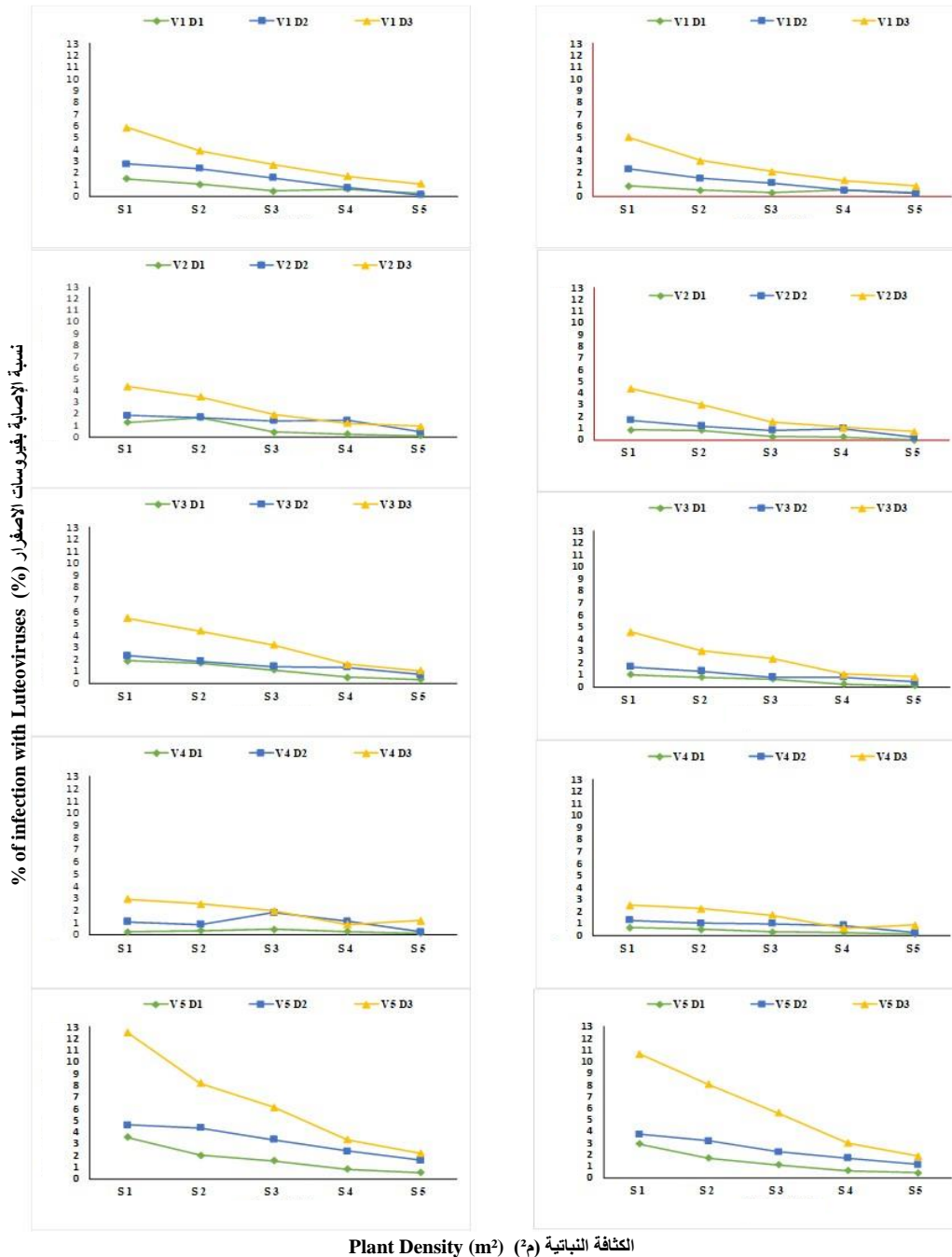


شكل 2. تأثير التفاعل بين أصناف الحمص والكثافة النباتية خلال الموسمين الزراعيين 2017/2016 و 2018/2017 في متوسط الغلة الحبيبة ونسبة الإصابة الطبيعية بفيروسات الاصفرار في منطقة الغاب-سورية. (قيمة أقل فرق معنوي LSD= 282.1 و 244.6 (الغلة الحبيبة)، 1.26 و 1.36 (نسبة الإصابة%) في الموسمين الأول والثاني، على التوالي عند مستوى احتمالية 5%).

Figure 2. Effect of interaction of plant density and chickpea genotype on grain yield and disease incidence (%) under natural infection with Luteoviruses (LSD= 282.1 and 244.6 (grain yield); 1.26 and 1.36 (disease incidence %) for 2016/2017 and 2017/2018 cropping seasons, respectively, at $P = 0.05$.

عالية بين جميع مستويات الكثافة) لم تكن الفروق معنوية بين مستويي الكثافة الرابع والخامس (35 و40 نبات/م²)، بمعنى أنّ زيادة الكثافة إلى ما بعد المستوى الرابع (35 نبات/م²) لم تخفّض الإصابة بفارق معنوي عما هي عليه في حين كانت الفروق معنوية مع باقي المستويات. وتتسجم هذه النتائج مع مخرجات أبحاث سابقة تناولت دراسة تأثير بعض تلك العوامل في نسبة الإصابة بفيروسات الاصرار (أسعد وآخرون، 2012؛ قواص وآخرون، 2002) في سورية؛ كما تؤكد على وجود تفاعل ديناميكي قوي بين كامل عناصر إدارة المحصول فيما بينها (الصنف، مواعيد الزراعة والكثافات النباتية) والمعطيات البيئية السائدة في الموسم الزراعي بما يفضي إلى التأثير المشترك في نسبة انتشار فيروسات الاصرار في محصول الحمص، من خلال تأثيرها في سلوك النواقل الحيوية بالدرجة الأولى؛ كما أشارت إليه كثير من الدراسات حول العالم (Kumar؛ Jones, 2006؛ Jeger *et al.*, 2018؛ Hema *et al.*, 2014)؛ Sastry & Zitter, 2014؛ Makkouk *et al.*, 2014؛ *et al.*, 2008؛ Thresh, 2003؛ Verrell & Moore, 2015). وعلى غرار ذلك، فقد تباينت قيمة الغلة الحبية للمحصول وفقاً لتفاعل معاملات التجربة (الصنف، موعد الزراعة والكثافة) والموسم الزراعي (شكل 4)، وسجلت أعلى قيمة (2244 و2276 غ/قطعة) في الموسم الأول و2500 و2418 غ/قطعة في الموسم الثاني لدى زراعة الصنف FLIP95-67 بمستوى الكثافة الأول والثاني، على التوالي، خلال موعد الزراعة المبكر (10 كانون الأول/ديسمبر) عند زراعته بمستوى الكثافة الأول والثاني؛ وقد قابلتها نسب إصابة منخفضة (0.63 و0.50) و(0.21 و0.33)، على التوالي؛ إلا أن قيمة غلة المحصول تلك قد تراجعت بمعدل 56 و52% في الموسمين الأول والثاني على التوالي عند مستوى الكثافة العالية (40 نبات/م²) ضمن موعد الزراعة نفسه دون تحقيق خفض معنوي في نسبة الإصابة بالفيروسات. كما كانت أفضل المعاملات بالنسبة للصنف نفسه عند زراعته بمستوى الكثافة الثانية (25 نبات/م²) في الموعد الثاني من حيث غلة المحصول ونسبة الإصابة، بينما كانت عند مستوى الكثافة الثالث والرابع (30 و35 نبات/م²) عند الزراعة في الموعد المتأخر (20 كانون الثاني/يناير)، في حين لم تحقق مستويات الكثافة المنخفضة (20 و25 نبات/م²) أية نتائج مرضية من حيث غلة المحصول أو خفض الإصابة الفيروسية في جميع مواعيد الزراعة لدى الصنف القابل للإصابة JG62. وتوضّح هذه النتائج على أهمية اختيار مستوى الكثافة المناسب للصنف من جهة ولموعد الزراعة من جهة أخرى بما يضمن تحقيق أقل نسبة إصابة وبأعلى غلة ممكنة؛ وهذا ما أكدت عليه أبحاث سابقة (Johnstone *et al.*, 1982؛ Rehman *et al.*, 2015؛ Sastry & Zitter, 2014؛ Saxena *et al.*, 1997؛ Singh *et al.*, 2018)

كما حصلنا على النتيجة نفسها تقريباً عند زراعة بقية الأصناف وفق مستوى الكثافة والموعد المذكور آنفاً، مع عدم وجود فروق معنوية بين نسب الإصابة عند هذا المستوى وفي كلا الموسمين. والجدير بالذكر، بأن نسبة الإصابة لدى الصنف FLIP95-67 كانت منخفضة جداً (0.1-0.63%) عند زراعته في الموعد الأول، وأفضى تدرج مستوى الكثافة النباتية من المستوى الأول (20 نبات م²) وحتى المستوى الخامس (40 نبات/م²) إلى تخفيض نسبة الإصابة بفروق بسيطة وغير معنوية في كلا الموسمين. في حين سجل انخفاض نسبة الإصابة في الموسم الأول لدى الأصناف غاب 3، غاب 4 وغاب 5 بشكل متفاوت ومعنوي عند مستوى الكثافة النباتية المرتفعة (40 نبات/م²) والزراعة في الموعد الأول، وكانت هذه الفروقات أكثر وضوحاً في الصنف القابل للإصابة JG62 وشملت أكثر من مستوى كثافة. أمّا في الموسم الثاني، فقد استجابت الأصناف وفق المسار ذاته فيما يخص موعد الزراعة الأول، إلا أن نسب الإصابة كانت أعلى بوجه عام وشملت الفروق المعنوية أكثر من مستوى كثافة (شكل 3). وبالاتقال إلى موعد الزراعة الثاني (30 كانون الأول/ديسمبر) ارتفعت بوضوح قيمة نسب الإصابة عموماً وزيادة تفاعل العوامل (موعد زراعة × كثافة × صنف) وبروزاً أكبر للفروق المعنوية المسجلة بين القيم وفقاً لمستوى الكثافة والصنف. واستجابت الأصناف المختبرة لزيادة مستوى الكثافة إيجابياً وتدرج انخفاض نسبة الإصابة مع زيادة الكثافة وبنسب متفاوتة. تميز الصنف FLIP95-67 بتسجيل أقل نسبة إصابة وعند جميع مستويات الكثافة مقارنةً ببقية الأصناف وفي كلا الموسمين الزراعيين. إلا أن استجابة هذا الصنف لتغير مستويات الكثافة جاءت على نحو مختلف، إذ لم تؤدّ زيادة الكثافة من المستوى الأول (20 نبات/م²) وحتى المستوى الرابع (35 نبات/م²) إلى خفض الإصابة بشكل معنوي من جهة، ومما يسرعي الاهتمام وجود شذوذ في قيمة نسبة الإصابة عند مستوى الكثافة الثالث (30 نبات/م²) خلال الموسم الثاني، لجهة كونها أعلى نسبة إصابة مسجلة (1.81%) ومتفوقة معنوياً عما هي عليه في مستويات الكثافة الأعلى والأقل منها، الأمر الذي لم نجد له تفسيراً منطقياً جازماً بعد استبعاد فرضية المصادفة لكونها تمثّل متوسط قراءة ثلاثة مكررات تحكّمها ظروف تجريبية متشابهة إلى حد كبير. سجلت أعلى نسب إصابة عند موعد الزراعة الثالث (20 كانون الثاني/يناير) وعلى جميع الأصناف بوجه عام، وكان تأثير تغير مستويات الكثافة النباتية أوضح ما يكون لجهة تخفيضها قيمة نسب الإصابة بفروق معنوية بتناسب عكسي؛ إلا أنّ نسبة الإصابة كانت لدى الصنف FLIP95-67 أخفض ممّا هي عليه في بقية الأصناف (بما فيها الصنف غاب 4) وبفروق معنوية عند جميع مستويات الكثافة. كما يجدر التنويه أنه باستثناء حالة الصنف القابل للإصابة JG62 (والذي سجلت لديه أعلى نسب إصابة وبفوارق معنوية



المتوسط العام = 1277، أقل فرق معنوي = 124.7، معامل الاختلاف = 6.06
 Mean= 1277, LSD= 124.7, C.V.= 6.06

2018/2017

المتوسط العام = 1093.3، أقل فرق معنوي = 126، معامل الاختلاف = 7.15
 Mean= 1093.3, LSD= 125.0, C.V.= 7.15

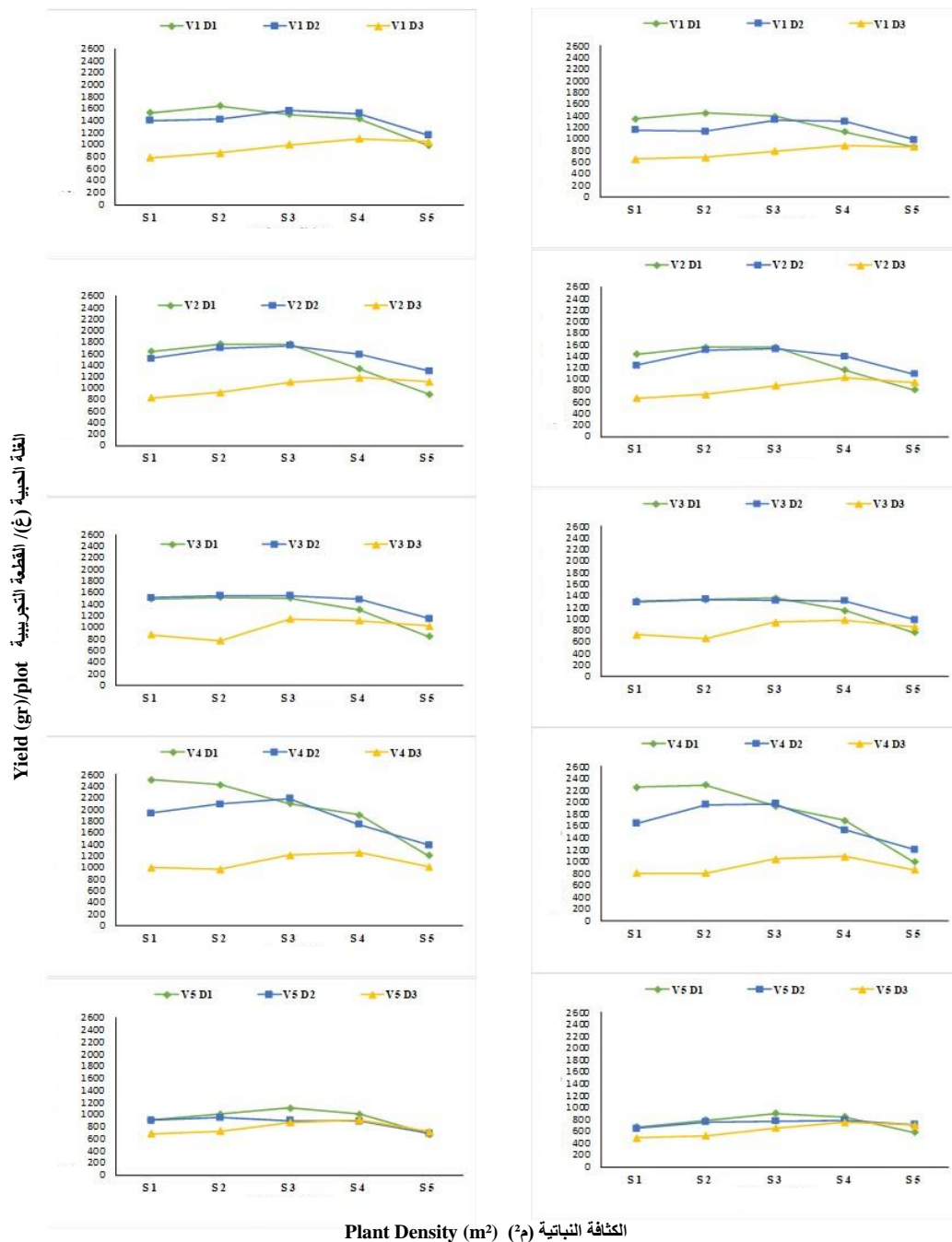
2017/2016

أصناف الحمص: V1= غاب3، V2= غاب4، V3= غاب5، V4= FLIP95-67C، V5= JG62؛ الكثافة النباتية: S1= 20 نبات/م²، S2= 25 نبات/م²، S3= 30 نبات/م²، S4= 35 نبات/م²، S5= 40 نبات/م²؛ مواعيد الزراعة: D1= 10 كانون الأول/ديسمبر، D2= 30 كانون الأول/ديسمبر، D3= 20 كانون الثاني/يناير

Chickpea genotypes: V1= Ghab3, V2= Ghab4, V3= Ghab5, V4= FLIP95-67C, V5= JG62; Plant density: S1= 20 plants/m², S2= 25 plants/m², S3= 30 plants/m², S4= 35 plants/m², S5= 40 plants/m²; Planting Date: D1= 10 December, D2= 30 December, D3= 20 January

شكل 3. تأثير التفاعل بين مواعيد زراعة أصناف الحمص والكثافة النباتية خلال الموسمين الزراعيين 2017/2016 و 2018/2017 في متوسط نسبة الإصابة الطبيعية بفيروسات الاضرار (٪) في منطقة الغاب، سورية عند مستوى احتمالية 5٪.

Figure 3. Effect of interaction of planting date and plant density on virus incidence (%) under natural infection with Luteoviruses, during 2016/2017 and 2017/2018 cropping seasons in Al-Ghab, Syria at P = 0.05.



المتوسط العام = 1.99، أقل فرق معنوي = 0.63، معامل الاختلاف = 19.46
 Mean = 1.99, LSD = 0.63, C.V. = 19.46

2018/2017

المتوسط العام = 1.59، أقل فرق معنوي = 0.62، معامل الاختلاف = 23.98
 Mean = 1.59, LSD = 0.62, C.V. = 23.98

2017/2016

أصناف الحمص: V1= غاب3، V2= غاب4، V3= غاب5، V4= FLIP95-67C، V5= JG62؛ الكثافة النباتية: S1= 20 نبات/م²، S2= 25 نبات/م²، S3= 30 نبات/م²، S4= 35 نبات/م²، S5= 40 نبات/م²؛ مواعيد الزراعة: D1= 10 كانون الأول/ديسمبر، D2= 30 كانون الأول/ديسمبر، D3= 20 كانون الثاني/يناير

Chickpea genotypes: V1= Ghab3, V2= Ghab4, V3= Ghab5, V4= FLIP95-67C, V5= JG62; Plant density: S1= 20 plants/m², S2= 25 plants/m², S3= 30 plants/m², S4= 35 plants/m², S5= 40 plants/m²; Planting Date: D1= 10 December, D2= 30 December, D3= 20 January

شكل 4. تأثير التفاعل بين مواعيد زراعة أصناف الحمص والكثافة النباتية خلال الموسمين الزراعيين 2017/2016 و 2018/2017 في متوسط الغلة الحبية للقطعة التجريبية (غ/القطعة «8 م²») في منطقة الغاب، سورية عند مستوى احتمالية 5%.

Figure 4. Effect of interaction of planting date and plant density on grain yield (gr/plot) during 2016/2017 and 2017/2018 cropping seasons in Al-Ghab, Syria at P = 0.05.

ومراعاة تداخلها مع الظروف البيئية المحيطة بالمحصول، تشكل ركيزة أساسية لقاعدة بيانات يمكن البناء عليها لبلوغ فهم أفضل وأعمق لوبائيات فيروسات الاصفرار على محصول الحمص أو غيره من المحاصيل البقولية، ويعطي نتائج أكثر وضوحاً مقارنةً بدراسة تأثير أيٍّ من هذه العوامل بشكل منفصل، أو حتى عند دمج عاملين معاً، بما يقرب المسافة التي تفصلنا عن اقتراح حلولٍ مبسطةٍ وأكثر استدامةً للحدّ من انتشار هذه الفيروسات.

وبناءً على نتائج هذا البحث، أمكن خفض نسبة الإصابة الفيروسيّة إلى درجة كبيرة وزيادة الغلة الحبية للمحصول (حتى في الصنف القابل للإصابة JG62) عند الزراعة في الموعد المبكر (النصف الأول من شهر كانون الأول/ديسمبر) وبكثافة نباتية (25-30 نبات/م²)؛ وبأقل من ذلك (20-25 نبات/م²) عند توافر أصناف جيدة (غاب4، FLIP95-67)، بينما أدت زيادة الكثافة حتى 35 نبات/م² لتحقيق الغرض نفسه عند الزراعة بمواعيد متأخرة (النصف الثاني من شهر كانون الثاني/يناير). ولعلّ المؤشرات المتحصّل عليها في هذه الدراسة من تقويم نتائج التأثير المشترك للمعاملات الثلاث معاً (موعد زراعة × كثافة نباتية × صنف)،

Abstract

Asaad, N.Y., S.G. Kumari, A. Haj Kasem, S. Al-Chaabi and A. Arab. 2019. Effect of interaction among variety, planting date and plant density on incidence of luteoviruses naturally infecting chickpea in Al Ghab region of Syria. Arab Journal of Plant Protection, 37(4): 342-358.

Luteoviruses (family *Luteoviridae*), persistently-transmitted by aphids are among the most important viruses which cause economical losses and show yellowing and stunting symptoms on legume crops worldwide, including Syria. Field experiments were carried out at Al-Ghab Scientific Agricultural Research Center, Hama, Syria, during the 2016/2017 and 2017/2018 cropping seasons to study the interaction of planting dates (10 December, 30 December and 20 January), chickpea cultivars (Ghab 3, Ghab 4, Ghab 5, FLIP95-67 and JG62) and plant densities (20, 25, 30, 35 and 40 plant/m²) on chickpea infection with luteoviruses under natural infection conditions. Tissue blot-immunoassay (TBIA) results showed that luteoviruses were the main cause of stunting and yellowing symptoms on randomly selected chickpea plants. Differences observed were highly significant ($P < 0.001$) in the two cropping seasons. However, all recorded parameters (infected plant no./plot, virus incidence (%) and grain yield) during 2016/2017 were significantly higher than that of 2017/2018. The early planting date (10 December) reduced virus incidence by 55.7 and 77.7% in 2016/2017, and 48.9 and 73.3% in 2017/2018, compared to other planting dates (30 December and 20 January, respectively). In addition, incidence of luteoviruses were reduced by 49.6 and 47.7% on the second planting date compared to third planting date in 2016/2017 and 2017/2018 growing seasons, respectively. Disease incidence differed significantly ($P < 0.001$) at all plant densities levels (with the exception of that between 4th and 5th levels) and decreased gradually (2.93>2.12>1.45>0.90>0.55%) and (3.46>2.67>1.94>1.19>0.71%) in 2016/2017 and 2017/2018, respectively, contrary to increased plant density levels (20<25<30<35<40 plant/m², respectively). However, grain yield was decreased by 20-28% when plant density was more than 35 plant/m². Chickpea varieties reacted differently ($P < 0.001$) and showed variable levels of disease incidence; the lowest and highest infections (%) were recorded on FLIP95-67 and JG62 genotypes, respectively. Disease incidence was reduced, and grain yield was enhanced considerably (even for JG62, the susceptible variety) when planting early (up to mid-December) with plant density of 20-30 plant/m² and when proper variety (such as Ghab4 or FLIP95-67) were used. On the other hand, increasing plant density up to 35 plant/m² was suitable for the late sowing date. It is worth mentioning that the results of this study which evaluated the role of interaction between three treatments may provide the basics for better understanding of luteoviruses epidemiology in chickpea. The study provided sustainable practical options for the control of such viruses.

Keywords: TBIA, chickpea, plant density, planting dates, Syria, Luteoviruses.

Corresponding author: Nader Asaad, GCSAR, Al-Ghab Center, Hama, Syria, email: asaad_nader@yahoo.com

References

قواص، هدى، خالد مكوك، وفواز العظمة. 2002. تأثير الإصابة الطبيعية بفيروسات الاصفرار (Luteoviruses) في إنتاجية أربعة أصناف من الحمص مزروعة بمواعيد مختلفة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 18: 105-112.

مكوك، خالد محي الدين وصفاء قمري. 1996. الكشف عن عشرة فيروسات تصيب المحاصيل البقولية بالاختبار المصلي لبصمة النسيج النباتي. مجلة وقاية النباتات العربية، 14: 3-9.

مهنا، أحمد محمد، خالد محي الدين مكوك وعماد داوود إسماعيل. 1994. حصر الأمراض الفيروسيّة المنتشرة على البقوليات المزروعة والبرية في الساحل السوري. مجلة وقاية النباتات العربية، 12: 12-19.

أسعد، نادر يوسف، صفاء غسان قمري، أمين عامر حاج قاسم، صلاح الشعبي ورجيندرا مالهوترا. 2009. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (*Beet western yellows virus*) في سورية. مجلة وقاية النباتات العربية، 27: 188-199.

أسعد، نادر يوسف، صفاء غسان قمري، أمين عامر حاج قاسم، صلاح الشعبي ورجيندرا مالهوترا. 2012. تأثير بعض المبيدات الحشرية والعمليات الزراعية في الحدّ من انتشار الفيروسات المسببة لاصفرار الحمص في سورية. مجلة وقاية النباتات العربية، 30: 86-94.

حسن، هناء توفيق، خالد محي الدين مكوك وأمين عامر حاج قاسم. 1999. أهم الفيروسات المنتشرة على البقوليات المزروعة في سهل الغاب في سورية. مجلة وقاية النباتات العربية، 17: 17-21.

- Johnstone, G.R., T.B. Koen and H.L. Conley.** 1982. Incidence of yellows in sugar beet as affected by variation in plant density and arrangement. *Bulletin of Entomological Research*, 72: 289-294.
<https://doi.org/10.1017/S0007485300010580>
- Jones, R.A.** 2006. Control of plant virus diseases. *Advances in Virus Research*, 67: 205-244.
[https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(06\)67006-1](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(06)67006-1)
- Jones, R.A.C.** 2012. Virus diseases of annual pasture legumes: incidences, losses, epidemiology, and management. *Crop Pasture Science* 63: 399-418.
<https://doi.org/10.1071/CP12117>
- Kaiser, W.J., A.M. Ghanekar, Y.L. Nene, B.S. Rao and V. Anjaiah.** 1990. Viral diseases of chickpea. Pp. 139-142 *In: Proceedings of the Second International Workshop on Chickpea Improvement, Chickpea in the Nineties.* ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India, December 4–8, 1989.
- Katul, L.** 1992. Characterization by serology and molecular biology of *Bean leaf roll virus* and *Faba bean necrotic yellows virus*. PhD Thesis, University of Göttingen, Germany. 115 pp.
- Kone, N., E. Asare-Bediako, O. Koita, D. Kone and S. Winter.** 2017. Seasonal and spatial variation in the prevalence of viral diseases and associated aphid-borne viruses in cucurbits in Cote d'Ivoire. *Annals of Agricultural Sciences*, 62: 227-234.
<https://doi.org/10.1016/j.aosas.2017.12.005>
- Kumar, P.L., S.G. Kumari and F. Waliyar.** 2008. Virus diseases of chickpea. Pages 213-234. *In: Characterization, Diagnosis and Management of Plant Viruses: Vol 3. Vegetable and Pulse Crops.* G.P. Rao, P.L. Kumar and R.J.H. Penna (ed.). Studium Press LLC, Texas, USA.
- Kumar, S., D.K. Baranwal, A. Kumar, R.N. Gupta and A. Kumar.** 2017. G × E interaction analysis for yield and major diseases in chickpea under rice fallow land of Bihar. *Environment and Ecology*, 35: 1238-1243.
<http://www.environmentandecology.com/>
- Kumari, S.G., K.M. Makkouk and N. Attar.** 2006. An improved antiserum for sensitive serologic detection of Chickpea chlorotic dwarf virus. *Journal of Phytopathology*, 154: 129-133.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2006.01068.x>
- Leterme, P.** 2002. Recommendations by health organizations for pulse consumption. *British Journal of Nutrition*, 88: 239-242.
- López-Bellido, F.J., R.J. López-Bellido, S.K. Khalil and L. López-Bellido.** 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean conditions. *Agronomy Journal*, 100: 957-964.
- Makkouk, K.M. and S.G. Kumari.** 2009. Epidemiology and integrated management of persistently transmitted aphid-borne viruses of legume and cereal crops in West Asia and North Africa. *Virus Research*, 141: 209-218.
<https://doi.org/10.1016/j.virusres.2008.12.007>
- Ali, M.Y., P.K. Biswas, S.A. Shahriar, S.O. Nasif and R.R. Raihan.** 2018. Yield and quality response of chickpea to different sowing dates. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 1: 1-8.
<https://doi.org/10.9734/AJRC/2018/41731>
- Asaad, N.Y., S.G. Kumari, A. Haj Kasem, A. Shalaby, S. Al-Chaabi and R.S. Malhotra.** 2009. Detection and Characterization of Chickpea chlorotic stunt virus in Syria. *Journal of Phytopathology*, 157: 756-761.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01574.x>
- Ayaz, S., B.A. Mckenzie and G.D. Hill.** 1999. The effect of plant population on dry matter accumulation, Yield and yield components four grains legume. *Agronomy New Zealand*, 29: 9-15.
- Basha, S.J., A.S.R. Sarma and S.K. Ahammed.** 2017. Agronomic Manipulations for Pests and Diseases Management in Chickpea: A Review. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5: 842-849.
<https://doi.org/10.18782/2320-7051.2766>
- Bosque-Perez, N.A. and I.W. Buddenhagen.** 1990 Studies on epidemiology of virus diseases of chickpea in California. *Plant Disease*, 74: 372-378.
<https://doi.org/10.1094/PD-74-0372>
- Bos, L., R.O. Hampton and K.M. Makkouk.** 1988. Viruses and virus diseases of pea, lentil, faba bean, and chickpea. Pages 591-615. *In: World crops: cool season food legumes.* R.J. Summerfield (ed.). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-94-009-2764-3_49
- Devasirvatham, V. and D. Tan.** 2018. Impact of high temperature and drought stresses on chickpea production. *Agronomy*, 8: 145.
<https://doi.org/10.3390/agronomy8080145>
- Franz, A., K.M. Makkouk, L. Katul and H.J. Vetten.** 1996. Monoclonal antibodies for the detection and differentiation of *Faba bean necrotic yellows virus* isolates. *Annals of Applied Biology*, 128: 255-268.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1996.tb07321.x>
- Gaur, P.M., S. Tripathi, C.L.L. Gowda, G.V. Ranga Rao, H.C. Sharma, S. Pande and M. Sharma.** 2010. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
- Gómez P., A.M. Rodríguez, B. Moury and M.A. Aranda.** 2009. Genetic resistance for the sustainable control of plant virus diseases: breeding, mechanisms and durability. *European Journal of Plant Pathology*, 125:1–22.
- Hema, M., P. Sreenivasulu, L. Basavaprabhu, P. Patil, L. Kumar, V. Dodla and R. Reddy.** 2014. Tropical Food Legumes: Virus Diseases of Economic Importance and Their Control. *Advances in Virus Research*, 90: 431-505.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801246-8.00009-3>
- Jeger, M.J., L.V. Madden and F. van den Bosch.** 2018. Plant virus epidemiology: applications and prospects for mathematical modeling and analysis to improve understanding and disease control. *Plant Disease*, 102: 837-854.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0612-FE>

- Sastry, K.S. and T.A. Zitter.** 2014. Plant Virus and Viroid Diseases in the Tropics, Volume 2: Epidemiology and Management. Springer, Dordrecht Heidelberg New York, London. 511 pp.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-7820-7>
- Schwinghamer, M., T. Knights, C. Breeder and K. Moore.** 2009. Virus control in chickpea-special considerations. Australian Pulse Bulletin PA 2009 #10.
- Sharman, M., K. Moore, J. van Leur, M. Aftab and A. Verrell.** 2014. Viral diseases in chickpeas – impact and management. In: Proceedings 2014 GRDC Grains Research Update. Goondiwindi, Australia.
- Singh, G., H. Ram and N. Aggarwal.** 2017. Growth, productivity and economics of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in response to seed rate in Northern India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6: 3917-3930.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.404>
- Singh, A., V. Mukherjee and S. Kumar.** 2018. Viral diseases in mung bean and their integrated management. International Journal of Pure Applied Bioscience, 6: 184-189.
- Singh, K.B. and M.C. Saxena.** 1999. Chickpeas. Macmillan Education LTD, London and Basingstoke. pp.134.
- Thresh, J.M.** 2003. Control of plant virus diseases in Sub-Saharan Africa: the possibility and feasibility of an integrated approach. African Crop Science Journal, 11: 199-223.
- van Leur, J.A.G and S. Kumari.** 2011. A survey of Lucerne in northern New South Wales for viruses of importance to the winter legume industry. Australasian Plant Pathology, 40:180-186.
- van Leur, J.A.G., M. Aftab, W. Manning, A. Bowring and M.J. Riley.** 2013. A severe outbreak of chickpea viruses in northern New South Wales, Australia, during 2012. Australasian Plant Disease Notes, 8: 49-53.
<https://doi.org/10.1007/s13314-013-0093-y>
- van Munster, M., M. Yvon, D. Vile, B. Dader, A. Fereres and S. Blanc.** 2017. Water deficit enhances the transmission of plant viruses by insect vectors. PLoS ONE 12: e0174398.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174398>
- Verrell, A. and K. Moore.** 2015. Managing viral diseases in chickpeas through agronomic practices. "Building Productive, Diverse and Sustainable Landscapes "Proceedings of the 17th ASA Conference, 20-24 September 2015, Hobart, Australia.
- Zitter, T.A. and J.N. Simons.** 1980. Management of viruses by alteration of vector efficiency and by cultural practices. Annual Review of Phytopathology, 18: 289-310.
- Makkouk, K.M., H.J. Vetten, L. Katul, A. Franz and M.A. Madkour.** 1998. Epidemiology and control of faba bean necrotic yellows virus (Chapter 40). Pages 534-540. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R. K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Makkouk, K.M., S.G. Kumari, J.A. van Leur and R.A. Jones.** 2014. Control of plant virus diseases in cool-season grain legume crops. Adv. Virus Research, 90: 207-253.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801246-8.00004-4>
- Muehlbauer, F.J. and A. Sarker.** 2017. Economic Importance of Chickpea: Production, Value, and World Trade. Pages 3-12. In: The Chickpea Genome, Compendium of Plant Genomes. Varshney R.K., M. Thudi and F. Muehlbauer (eds.). Springer International Publishing AG 2017.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-66117-9_2
- Nene, Y.L., M.V. Reddy, M.P. Haware, A.M. Ghanekar, K.S. Amin, S. Pande and M. Sharma.** 2012. Field diagnosis of chickpea diseases and their control. Information Bulletin No. 28 (revised). Patancheru, A.P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 60 pp.
- Rashed, A., X. Feng, S.M. Prager, L.D. Porter, J.J. Knodel, A. Karasev and S.D. Eigenbrode.** 2018. Vector-Borne Viruses of Pulse Crops, With a Particular Emphasis on North American Cropping System. Annals of the Entomological Society of America, 111: 205-227.
<https://doi.org/10.1093/aesa/say014>
- Rehman, H., R. Qamar, A. ur-Rehman, F. Ahmad, J. Qamar, M. Saqib and S. Nawaz.** 2015. Effect of different sowing dates on growth and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars under Agro-environment of Taluka Dokri Sindh, Pakistan. American Journal of Experimental Agriculture, 8: 46-53. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/16965>
- Rubiales, D., S. Fondevilla, W. Chen, L. Gentzittel, T.J.V. Higgins, M.A. Castillejo, K.B. Singh and N. Rispaill.** 2015. Achievements and challenges in legume breeding for pest and disease resistance. Critical Reviews in Plant Sciences, 34: 195-236.
<https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898445>
- Ruggeri, R., R. Primi, P.P. Daanieli, B. Ronchi and F. Rossini.** 2017. Effects of seeding date and seeding rate on yield, proximate composition and total tannins of tow Kabuli chickpea cultivars. Italian Journal of Agronomy, 12: 890.
<https://doi.org/10.4081/ija.2017.890>
- Saxena, D.R., Y.K. Jain, M. Saxena and Moly Saxena.** 1997. Effect of sowing date on stunt disease of chickpea. Indian Journal of Virology, 13: 139-41.

Received: July 22, 2019; Accepted: September 17, 2019

تاريخ الاستلام: 2019/7/22؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2019/9/17