

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به ویروس موزائیک خیار
(*Cucumber mosaic virus*: CMV)

Evaluation of Resistance of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)
Genotypes to *Cucumber mosaic virus*: CMV

سیدامین انجوی امیری^۱، محمدرضا بی‌همتا^۲، ساسان قاسمی^۳،
محمد مجتبی کامل‌منش^۴ و امین افضل‌فر^۵

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج.
- ۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، کرج.
- ۳ و ۴- استادیار، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز.
- ۵- دانشجوی دکتری گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۷

چکیده

انجوی امیری، س. ا.، بی‌همتا، م. ر.، قاسمی، س.، کامل‌منش، م. م. و افضل‌فر، ا. ۱۳۹۶. ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به ویروس موزائیک خیار (*Cucumber mosaic virus*: CMV). مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۳: ۳۹۹-۳۷۳. 10.22092/spij.2017.116685

به منظور ارزیابی مقاومت برخی از ژنوتیپ‌های لوبیا به بیماری ویروسی موزائیک خیار (CMV) آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز انجام شد. چهل و نه ژنوتیپ مختلف لوبیا از گروه‌های لوبیا قرمز، لوبیا چیتی و لوبیا سفید در قالب طرح مربع لاتیس با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. ویروس موردنظر از مزارع لوبیا سبز در شیراز جمع‌آوری، خالص‌سازی و با آزمون الیزا تأیید شد. ویروس خالص شده روی گیاهچه‌های رقم حساس لوبیا تکثیر و به صورت مکانیکی با پودر کاربورااندوم برای آلوده‌سازی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در این بررسی درصد آلودگی ظاهری، درصد آلودگی واقعی (با آزمون الیزا) و میزان کلروفیل و سطح برگ ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز کمترین مقاومت را به این بیماری نشان دادند. همبستگی بالائی بین صفات مورد ارزیابی مشاهده شد که حاکی از تأثیر مثبت ویروس بر دستگاه فتوسنتزی و متعاقب آن تأثیر غیرمستقیم بر درصد آلودگی بود. براساس واکنش به ویروس، ژنوتیپ‌ها به چهار گروه مقاوم، نیمه‌مقاوم، نیمه حساس و حساس گروه‌بندی شدند. ژنوتیپ‌های Cardinal، Dehghan، Ks 41125، Ks 21191، Ks 21414، Ks 31137 و Capsoli به ترتیب بالاترین سطح مقاومت را داشتند.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، ژنوتیپ‌ها، ویروس موزائیک خیار، آزمون الیزا.

“مجله به‌نژادی نهال و بذر” جلد ۱-۳۳، شماره ۳، سال ۱۳۹۶

تلفن: ۰۲۶۳۲۲۴۶۰۷۴

نویسنده مسئول: ghanadha@ut.ac.ir

مقدمه

به این گیاه خسارت می‌زنند
Bean common mosaic virus: BCMV
Bean yellow mosaic virus: BYMV
Cucumber mosaic virus: CMV
و *Southern bean mosaic virus: SBMV*
BCMNV و *Tobacco streak virus: TAV*
هستند.

تمام این ویروس‌ها برای ایجاد بیماری و خسارت گیاه زراعی دارای پتانسیل مطلوب هستند اما شیوع آن‌ها بستگی به وجود ناقل‌ها، نوع رقم و زمان بسیار مهم آلودگی دارد (Spence and Walkey, 1995). ویروس موزائیک خیار، یک گونه از جنس *Bromoviridae* در خانواده *Cucumovirus* است که یکی از رایج‌ترین ویروس‌های گیاهی شناخته شده است که بیش از ۱۳۰۰ گونه را در سرتاسر جهان آلوده می‌کند (García-Arenal and Palukaitis, 2008). ویروس موزائیک خیار (CMV) برای اولین بار در سال ۱۹۴۱ به عنوان یک عامل بیماری‌زا روی لوبیا معمولی مشاهده شده است. سویه‌ای از این ویروس به نام سویه لوبیا (CMV-B) از منطقه نیویورک و مهم‌تر از آن سویه بقولات (CMV-Le) از ژاپن، توانائی تولید بیماری‌های مخربی را روی بسیاری از ارقام لوبیا دارند. این ویروس بزرگ‌ترین دامنه میزبانی را نسبت به سایر ویروس‌های گیاهی به خود اختصاص داده و تعداد گونه‌های گیاهی که به عنوان میزبان این

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات خوراکی ایران و جهان (Broughton et al., 2004)؛ از جمله بسیاری از بخش‌های آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین بوده و به دلیل مقدار پروتئین زیاد به عنوان منبع اولیه ماده غذایی برای میلیون‌ها نفر محسوب می‌شود (Hall, 1991) که سهم عمده‌ای در رژیم غذایی انسان دارد و تأمین کننده بخش مهمی از پروتئین مورد نیاز انسان است. علاوه بر رژیم غذایی انسان، بقولات برای تغذیه حیوانات و تولید صنعتی اسید سیتریک نیز استفاده می‌شوند (Todorovic et al., 2008). مقدار پروتئین حبوبات حدود ۲ تا ۴ برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان غده‌ای است. بر اساس آمار موجود، سطح زیر کشت حبوبات در ایران در حدود ۱۰۷۴۱۵ هکتار بوده و مجموع تولید آن در حدود ۲۲۹۹۴۱ تن دانه است (Anonymous, 2016). غالباً کاهش عملکرد در لوبیا، به اثر آن بر اجزای عملکرد از جمله تعداد نیام در گیاه، تعداد دانه در نیام و غیره نسبت داده می‌شود (Gebeyehu, 2006). بقولات همانند دیگر گیاهان زراعی مورد حمله بیماری‌های مختلف ویروسی، قارچی و باکتریایی قرار می‌گیرند (Graham and Vance, 2003). لوبیا میزبان تعداد زیادی از عوامل بیماری‌زا ویروسی (Hall, 1991؛ Etebarian, 2002) است و مهم‌ترین ویروس‌هایی که

(García-Arenal and Palukaitis, 2008)؛
Palukaitis *et al.*, 1992). میزان افت عملکرد
گیاه می‌شود، به طوری که در سال ۱۹۷۸ در
آمریکا به میزان ۱۴٪ به محصول لوبیا خسارت
وارد کرد (Pio-Riberio *et al.*, 1978). از
علائم ناشی از CMV می‌توان به روخمشی بارز
برگ که منجر به موزائیک می‌شود، پیچیدگی
برگ، پیسک سبز یا سبز-زرد، تاول،
رگه نواری سبز تیره و چین دار زیپ مانند
در امتداد رگبرگ اصلی اشاره کرد
(Kostova *et al.*, 2007)؛
(Taiwo *et al.*, 2001). روش‌های کنترل CMV
نیز مانند ویروس‌های گیاهی دیگر گوناگون
است، که از جمله آن‌ها می‌توان از روش‌های
تکثیر منابع عاری از ویروس، از بین بردن
گیاهان آلوده، جلوگیری از فعالیت
ناقلین و استفاده از ارقام مقاوم یاد کرد.
اما به دلیل دامنه میزبانی گسترده CMV
(Edwardson and Christie, 1991)، فراوانی
انتقال از طریق بیش از ۸۰ گونه
شته (Palukaitis *et al.*, 1992)؛
(Edwardson and Christie, 1991) و شکسته
شدن منابع ژنتیکی مقاومت به CMV توسط
نژادهای جدید (Palukaitis *et al.*, 1992)،
نمی‌توان CMV را مانند ویروس‌های دیگر به
طور مؤثر کنترل کرد. کنترل شته‌های انتقال
دهنده ویروس‌های لوبیا به وسیله حشره کش‌ها
کاربردی نیست، به طوری که شته‌ها چرخه
زندگی خود را در گیاهان دیگر از قبیل یونجه،

ویروس شناسایی شده‌اند در ۶۰ سال اخیر مرتباً
رو به افزایش بوده است (Galitelli, 2000)؛
(Palukaitis *et al.*, 1992).

ویروس موزائیک خیار ویروسی است
چندجزئی که از سه RNA تک رشته‌ای ژنومی
تشکیل شده است که هر کدام از آن‌ها به طور
تکی در یک ذره با قطر ۲۸ نانومتر قرار
می‌گیرند. این بیماری به وسیله شته‌ها به صورت
ناپایا منتقل می‌شود (Gildow *et al.*, 2008)؛
(Tomlinson and Karter, 1970)؛
(Yang *et al.*, 1997). از دیگر راه‌های انتقال
این ویروس به صورت مکانیکی می‌باشد که
بیشتر بر مبنای عدم رعایت نکات اساسی توسط
کارگران و یا استفاده از ماشین‌ها و ابزارهای
آلوده به این ویروس رخ می‌دهد. انتقال بذری
CMV در ارقام حساس لوبیا بیش از ۴۹٪ است
(Davis and Hampton, 1986) و در بذر برای
حدود ۲۷ ماه در طول ذخیره‌سازی باقی می‌ماند
(Bos and Matt, 1974). نژادهای CMV در
ابتدا عمدتاً بر اساس دامنه میزبانی، علائم، ناقلین،
خصوصیات سرولوژیکی و توالی اسید هسته‌ای
(Palukaitis *et al.*, 1992) مشخص می‌شدند
اما در حال حاضر به دو گروه اصلی (زیرگروه ۱
و زیرگروه ۲) بر اساس تشابهات سرولوژیکی و
توالی تقسیم می‌شوند (Hong *et al.*, 2007).

خسارت به وجود آمده از حمله ویروس‌های
بیماریزا در درجه اول به شکل کاهش
عملکرد، کیفیت محصول و در نهایت
از بین رفتن گیاهان آلوده است

و چیتی و بررسی تأثیرپذیری صفات مورفولوژیک لوبیا از ویروس موزائیک خیار (CMV).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد شیراز انجام شد. برای انجام این تحقیق، ۴۹ ژنوتیپ لوبیا از انواع مختلف لوبیا قرمز (۹ رقم و ۶ لاین)، لوبیا چیتی (۱۳ رقم و ۷ لاین) و لوبیا سفید (۹ رقم و ۵ لاین) از ایستگاه تحقیقات لوبیا واقع در خمین دریافت و مورد مطالعه قرار گرفتند. این آزمایش در قالب طرح مربع لاتیس پیاده شد، که پس از محاسبه سودمندی نسبی، محاسبات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴۹ تیمار (ژنوتیپ) و دو تکرار انجام شد. هر کرت آزمایش از دو گلدان با قطر دهانه ۵ سانتی‌متر با نسبت ۱:۱ خاک و کود (خاک برگ) تشکیل می‌شد که هر گلدان شامل پانزده بذر از ژنوتیپ مربوطه بود. در هر گلدان پس از سبز شدن بوته‌ها تعداد آنها با تنک کردن به ده بوته کاهش یافت. به منظور ایجاد شرایط ایده‌آل در گلخانه از پنکه‌های مکشی برای کاستن رطوبت هوا، کولر برای کاهش دمای هوا و حصیر برای تنظیم میزان نور لازم استفاده شد. همچنین درجه حرارت بین ۲۱-۲۳ درجه سانتی‌گراد و رژیم نوری هشت ساعت تاریکی و شانزده ساعت روشنایی تنظیم شد.

کاهو، کرفس کامل می‌کنند (Nault et al., 2004)؛ Rist and Lorbeer, 1991؛ Bruckart and Lorbeer, 1976). تنها راه حل کاربرد برای این مساله ترکیب مقاومت گیاه میزبان (لوبیا) است، بنابراین نیاز به ارزیابی ارقام مقاوم لوبیا برای غلبه بر این مشکل بیماری است. ژن RT4-4، یک ژن مقاومت شناسایی شده در رقم Othello لوبیای معمولی است که نشان دهنده مقاومت به ویروس موزائیک کوتولگی لوبیا بود (Wang et al., 1999) و همچنین نشان داد که این ژن عامل مقاومت به ویروس‌های دیگری همانند CMV است (Seo et al., 2006). تعدادی از ژن‌های دیگر مقاوم به CMV در دیگر گونه‌ها شناسایی شدند. *Ncm-1*، یک ژن مقاومت غالب در گونه‌های lupin شناسایی شده است (Jones and Latham, 1996)، *RCY1*، یک ژن غالب یافت شده در اکوتیپ C24 گیاه *Arabidopsis thaliana* عامل مقاومت به یک نژاد زرد از CMV است (Takahashi et al., 2002).

به دلیل اهمیت این موضوع و عدم وجود تحقیقات مورد نیاز در این زمینه، پژوهش حاضر به منظور دستیابی به اهداف زیر انجام شد: ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا به ویروس موزائیک خیار (CMV)، مقایسه مقاومت و حساسیت به این ویروس بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز، سفید

تهیه خالص‌سازی و تکثیر ویروس و نحوه آلوده‌سازی

از مزارع لوبیا سبز ظفرآباد واقع در پشت فرودگاه شیراز، ویروس CMV از بوته‌های آلوده، ضمن اطمینان از آلوده بودن به ویروس موردنظر (از طریق علائم مربوط به ویروس موزائیک خیار) شناسائی شد. از هر بوته به صورت جداگانه برگ‌ها جدا و درون پلاستیک انتقال داده شد و روی پلاستیک‌ها شماره مربوطه یادداشت شد. نمونه‌ها به صورت جداگانه عصاره‌گیری شدند و سپس میزان آلودگی آن‌ها از طریق آزمون PTA-ELISA با استفاده از آنتی سرم پلی کلونال CMV مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و نمونه شماره ۶ که بیشترین میزان جذب نوری را از طریق دستگاه ELISA-Reader داشت، برای آلوده‌سازی نمونه‌ها انتخاب شد. این ویروس پس از خالص‌سازی بیولوژیکی از طریق استفاده از میزبان لکه موضعی روی

Chenopodium quinoa برای تکثیر به صورت مکانیکی به گیاهچه‌های حساس لوبیا در مرحله دو برگگی مایه‌زنی شد. خلوص ویروس با استفاده از آنتی سرم مربوطه (اهدایی دکتر L. Torrance از SCRI) تأیید شد. این آنتی سرم از واکنش سویه LW ویروس CMV ساخته شده است که L مربوط به Lupin و W مربوط به منطقه Wandoo در استرالیا است که این ویروس از آنجا گرفته شده است. این آنتی سرم به سویه‌های LS و FNY از ویروس CMV واکنش نشان می‌دهد.

ارزیابی آلودگی ظاهری

بیست و یک روز بعد از مایه‌زنی مکانیکی برگ‌های هر کرت به منظور اندازه‌گیری آلودگی ظاهری ارزیابی شد و اعداد مربوطه یادداشت شد. برای این کار از فرمول زیر استفاده شد. این فرمول برای هر کرت به طور جداگانه مورد استفاده قرار گرفت:

$$۱۰۰ \times (\text{تعداد کل بوته‌ها} / \text{تعداد بوته‌های آلوده}) = \text{درصد آلودگی ظاهری}$$

ارزیابی کلروفیل و سطح برگ

در این آزمایش میزان کلروفیل برگ هر نمونه با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل همین نمونه‌ها، با استفاده از دستگاه هنساتک (Hansatech) مدل CL-01 نیز اندازه‌گیری شد. چون اعداد حاصله از دو دستگاه برای هر نمونه (به طور مجزا) همبستگی

ضمناً معیار آلودگی هر بوته، مشاهده علائم موزائیک بود. به دلیل این که در هر کرت دو گلدان در نظر گرفته شده بود، از درصد آلودگی دو گلدان هر کرت، میانگین گرفته و عدد حاصله به عنوان درصد آلودگی آن کرت در نظر گرفته شد.

تعیین درصد آلودگی با آزمون الایزا (آلودگی واقعی)

برای تعیین درصد آلودگی واقعی با استفاده از آزمون الایزا از روش PTA-ELISA استفاده شد. این روش با استفاده از روش داوسون و مووات (۱۹۸۷) و با استفاده از بافرهای آنتی ژن، بافر (10X) PBS- (Phosphate Buffer Salin)، بافر شستشو PBS-T (Phosphate Buffer Salin-Tween)، بافر PBS-TPM و بافر زمینیه (Substrate Buffer) انجام شد. این آزمون به ترتیب براساس مراحل عصاره‌گیری، طراحی نقشه پلیت الایزا و لود کردن پلیت، شستشو و خشک کردن، لود کردن آنتی بادی اختصاصی CMV، لود کردن Anti Rabbit Conjugated و در نهایت لود کردن ماده زمینیه (سوبسترا) منتج به داده‌های بیماریزایی روی نمونه‌های گیاهی شد. تعداد نمونه ارزیابی شده برای هر ژنوتیپ شانزده عدد بود (هر ژنوتیپ دارای دو تکرار و از هر تکرار چهار نمونه و هر نمونه در دو چاهک). پس از ثبت میزان جذب نور چاهک‌های پلیت توسط دستگاه الایزا ریدر، میانگین جذب نور شش چاهک شاهد (نمونه‌های شاهد) محاسبه شد. نمونه‌هایی که جذب نور بیش از میانگین شاهد به علاوه سه برابر انحراف معیار (نمونه‌های شاهد) داشتند به عنوان نمونه‌های مثبت و آن‌هایی که کمتر از این میزان جذب نور داشتند به عنوان نمونه‌های منفی ثبت شدند. تجزیه داده‌ها با استفاده از

بالایی داشتند، تمام نمونه‌ها با استفاده از دستگاه هنساتک اندازه‌گیری شد. برای این منظور، از هر بوته هر تکرار به طور تصادفی دو برگ انتخاب و از چهار قسمت مختلف هر برگ اندازه‌گیری انجام شد. سپس از هشت عدد مربوط به هر بوته میانگین گرفته و عدد به دست آمده به عنوان میزان کلروفیل بوته مربوطه ثبت شد.

از طرفی چون احتمال این موضوع وجود داشت که با حمله ویروس به برگ گیاه، رشد برگ گیاه محدود شود. بنابراین سطح برگ هر نمونه نیز با استفاده از کاغذ شطرنجی اندازه‌گیری شد. برای انجام این کار از هر کرت ده برگ به صورت تصادفی انتخاب و در نهایت با میانگین گرفتن از این اعداد، عدد مربوط به کرت موردنظر ثبت شد.

تهیه و تکثیر ویروس و نحوه آلوده‌سازی

ویروس مورد نظر از مزارع لویبای سبز شیراز جداسازی و پس از خالص‌سازی بیولوژیکی جهت تکثیر به صورت مکانیکی به گیاهچه‌های حساس لویبا در مرحله دوبرگی مایه زنی شد. خلوص ویروس با استفاده از آنتی سرم مربوطه (اهدایی دکتر Lesley Torrance از موسسه تحقیقات زراعی اسکاتلند (SCRI) تأیید شد. آلوده‌سازی هفده روز پس از کاشت در دو مرحله (برای اطمینان بیشتر) به فاصله یک هفته به صورت مکانیکی و با استفاده از پودر کاربوراندوم انجام شد.

نرم‌افزارهای SPSS و SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نام و منشاء و نوع ارقام و لاین‌های لوبیای مورد بررسی در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده بر روی صفات مورد ارزیابی در این آزمایش نشان داد (جدول ۲) که ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات به جزء سطح برگ قبل از آلودگی در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. این موضوع نشان دهنده تنوع زیاد در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی است. با توجه به این که آلودگی مصنوعی توسط ویروس موزائیک خیار در مرحله دو برگی (V2) انجام شد، بنابراین این گونه استنباط می‌شود که معنی‌دار شدن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در مرحله سه برگی (V3) در شرایط آلودگی و عدم معنی‌دار شدن آن‌ها در شرایط بدون آلودگی در این مرحله شاید به دلیل شوک و تنش ابتدایی وارد شده به وسیله ویروس باشد که واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها را در شرایط آلودگی به همراه داشته است. این نتیجه مطابق با نتایج کامل منش (Kamelmanesh, 2006) بود. با مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (جدول ۳) مشاهده شد که تأثیر CMV بر ژنوتیپ‌های، Cardinal، Capsoli و Local Khomein نتایج مشابهی را با تحقیق مهربان و همکاران (Mehraban et al., 2003) داشت. مشاهده نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌های

صفات مورفولوژیک در دو شرایط آزمایش (نتایج نشان داده نشده است) به خوبی نشان‌دهنده این مطلب بود که هر ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر متفاوت بود، این موضوع به دو دلیل بدیهی است: اول این که ژنوتیپ‌ها از سه نوع رنگ نوع لوبیا و دارای تنوع بالایی بودند. تنوع ژنتیکی برای مقاومت به بیمارگر به طور معمول در جمعیت‌های گیاهی یافت می‌شود (Liu and Ekramoddollah, 2003)؛ Koskela et al., 2002؛ Thrall et al., 2001؛ Chiang et al., 2002؛ Morrison, 1996) گرچه این موضوع ممکن است جامعیت نداشته باشد (Simms and Triplett, 1994).

عوامل بسیار زیادی وجود دارند که در لوبیا بر حفظ تنوع ژنتیکی مقاومت اثر دارند. یکی از این عوامل تفاوت مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف در مقابل ویروس موزائیک خیار است، چون هر ژنوتیپ ممکن است دارای ژن‌های مقاومت خاص و منحصر به فرد و یا فاقد ژن مقاومت باشند. این موضوع با تحقیقی که روی بیماری‌های BCMV و BCMNV انجام شده بود نشان داده شد که بیماری BCMV در گیاهانی که دارای ژن غالب I بودند سبب حساسیت به دما، فوق حساسیت و اغلب باعث نکروز مرگبار در گیاه می‌شد (Mavric and Sustar-Vozlic, 2004)؛ Collmer et al., 2000)، در حالی که BCMNV فقط باعث ایجاد علائم موزائیک در

جدول ۱- ارقام و لاین‌های لوبیا مورد مطالعه در این تحقیق، همراه با مبدأ و نوع آن‌ها

Table 1. Bean cultivars and lines studied in the present investigation together with their origin and type

شماره ژنوتیپ Genotype No.	نام ژنوتیپ Genotype name	مبدأ Origin	نوع Type
1	Capsoli	کیسولی Breed in Iran	Kidney-bean قرمز
2	Naz	ناز Breed in Iran	Kidney-bean قرمز
3	Derakhshan	درخشان CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
4	Sayyad	صیاد CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
5	Akhtar	اختر CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
6	Keshavarz	کشاورز Breed in Iran	Kidney-bean قرمز
7	Goli	گلی Breed in Iran	Kidney-bean قرمز
8	D81083	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
9	A195	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
10	Ks 31107	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
11	Ks 31125	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
12	Ks 31128	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
13	Ks 31131	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
14	Ks 31137	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
15	AND-1007	CIAT (Columbia)	Kidney-bean قرمز
16	Dehghan	دهقان Breed in Iran	Mung-bean سفید
17	Daneshkadeh	دانشکده Breed in Iran	Mung-bean سفید
18	Sadaf	صدف Breed in Iran	Mung-bean سفید
19	G5710	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
20	Cifem cabe	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
21	74 Emerson	امرسون ۷۴ CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
22	Wa4502-1	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
23	G11867	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
24	Jules	جولز CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
25	KS 41124	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
26	KS 41125	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
27	KS 41126	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
28	KS 41128	CIAT (Columbia)	Mung-bean سفید
29	11805	Turkey	Mung-bean سفید
30	Local Ahar	بومی احر Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
31	Local Aligoudarz	بومی الیگودرز Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
32	Talash	تلاش Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
33	Khomein-5	خمین-۵ Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
34	Local Khomein	بومی خمین Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
35	Ghalaf Sefide sarab	غلاف سفید سراب Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
36	Khomein-2	خمین-۲ Breed in Iran	Chiti-bean چیتی
37	Cos16	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
38	G 14088	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
39	Cardinal	کاردینال CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
40	G 01437	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
41	Tay107	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
42	Pinto	پینتو CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
43	Ks 21193	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
44	KS 21371	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
45	KS 21383	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
46	KS 21470	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
47	KS 21481	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
48	Ks 21414	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی
49	Ks 21191	CIAT (Columbia)	Chiti-bean چیتی

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات ژنوتیپ‌های لوبیا در اثر آلودگی به ویروس موزائیک خیار
Table 2. Simple ANOVA of traits of bean genotypes infected by *Cucumber mosaic virus*

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS					
			آلودگی واقعی Real infection	آلودگی ظاهری Apparent infection	سطح برگ آلوده Infected leaf area	میزان کلروفیل Chlorophyll content	سطح برگ شاهد Control leaf area	میزان کلروفیل شاهد Control chlorophyll contents
Replication	تکرار	1	0.076	0.006	5.578	2.173	12.049	0.176
Treatment	تیمار	48	0.188**	0.136**	28.704**	1.894**	45.170**	2.951
Error	خطا	48	0.027	0.009	8.459	0.449	5.965	4.034
Total	کل	97						
CV%	درصد ضریب تغییرات		19.190	12.280	7.430	17.090	22.950	22.780

** : معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱.

** : Significant of 1% level of probability.

جدول ۳- میانگین میزان کلروفیل و سطح برگ ژنوتیپ‌های لوبیا در تیمارهای آلوده و بدون آلودگی به ویروس موزائیک و درصد کاهش این صفات
Table 3. Mean chlorophyll contents and leaf area of bean genotypes in infected and non-infected treatments with *Cucumber mosaic virus* and decrease percentage of these traits

Trait	صفت	میانگین صفات Traits mean		
		درصد کاهش Percentage of decrease	با آلودگی With infection	بدون آلودگی Without infection
Chlorophyll content	میزان کلروفیل	32.97	4.29	6.40
Leaf area	سطح برگ	18.80	12.01	14.79

اعمال فیزیولوژیک گیاه در نهایت سبب کاهش کیفی و کمی محصول می‌شود و با توجه به این که کلروفیل و سطح برگ گیاه دو عامل اساسی در تولید فرآورده‌های گیاهی هستند، این میزان تغییر در کلروفیل و سطح برگ به راحتی می‌تواند به صورت مستقیم عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به شرایط کنترل شده آزمایش می‌توان به این نکته پی برد که در شرایط مزرعه و در صورت انتشار این بیماری خسارت قابل توجهی به محصول وارد خواهد شد. میشل و همکاران (Michelle *et al.*, 2007) با بررسی روی یک جمعیت RIL از ۱۳۱ خانواده F₃ لوییا سبز مشاهده کردند که CMV و *Clover yellow vein virus* (CYVV) مهم‌ترین عوامل ضرر و زیان‌های اقتصادی مربوط به کیفیت غلاف از جمله ناهنجاری‌های غلاف و نکروز درونی و بیرونی غلاف هستند، همچنین نقش مهم این ویروس‌ها بر گیاه توسط لارسن و همکاران (Larsen *et al.*, 2008)، جرمن و همکاران (German *et al.*, 2004) و گراو و همکاران (Grau *et al.*, 2001) در مورد ویروس‌های *Alfalfa mosaic virus* (AMV) و CYVV، CMV در لوییا نیز تأیید شده است. همیدا (Hemida, 2005) در بررسی بیماری BYMV روی چند ژنوتیپ *V. faba* و *P. vulgaris* مشاهده کردند آلودگی در *P. vulgaris* سبب تشکیل مکانیسم‌های دفاعی زیر می‌شود: (۱) رنگدانه‌ها و کربوهیدرات‌ها به

ارقام لویبای حساس شده بود اما توانست نکروز را در ارقام با ژن غالب I در دمای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد القاء کند (Mavric and Sustar-Vozlic, 2004). کامل‌منش (Kamelmanesh, 2009) با تحقیق روی وراثت‌پذیری و نحوه عمل ژن دخیل در مقاومت به ویروس موزائیک معمولی لویبا در چهار تلاقی بین ژنوتیپ‌های مختلف لویبا قرمز در نتیجه تجزیه میانگین نسل‌ها و تجزیه واریانس نسل‌ها دریافتند که اجزای افزایشی و اپیستازی در صفت مقاومت به BCMV تأثیر دارد، که معنی‌دار شدن اثر اپیستازی و تخمین ژن‌های در حال تفرق در والدین نشان‌دهنده این بود که بیش از یک ژن در کنترل این وضعیت در این تلاقی‌ها دخالت داشته است. همچنین تحقیق روی ژنتیک آلودگی CMV در ارقام کلم نشان داد که در توارث مقاومت حداقل دو لوسای با اثر مستقیم و تعداد چند لوسای با اثر غیرمستقیم دخیل بوده و روی سرعت رشد و قدرت بقای کلی کلم تأثیر می‌گذارد (Pink, 1987).

با توجه به درصد کاهش صفات در اثر آلودگی CMV در تمامی ژنوتیپ‌ها (جدول ۳) مشخص شد که دو صفت میزان کلروفیل و سطح برگ پس از آلودگی دارای کاهش بوده و ویروس موزائیک خیار میزان کلروفیل را نسبت به میزان سطح برگ بیشتر تحت تأثیر قرار داده است. از آنجایی که عدم تعادل در فرایندها و

بیشترین تغییرات باشند را برای تکثیر و خالص‌سازی ویروس و ژنوتیپ‌هایی که کمترین تغییرات را داشتند را برای پروژه‌های به‌نژادی و انتقال ژن مقاومت به بیماری مورد استفاده قرار داد.

بر اساس نتایج جدول ۶ ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۶، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۳۲، ۳۳، ۳۵، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۵ و ۴۸ بیشترین میزان آلودگی ظاهری (۱۰۰٪) را دارا بودند که در میان آن‌ها ارقام Akhtar، Keshavarz، Sayyad و Ks 31107، Pinto نیز وجود داشت و به عبارتی مقاومت این ژنوتیپ‌ها به CMV بسیار پائین بود. چهار ژنوتیپ از پنج ژنوتیپ نامبرده شده در گروه لوبیا قرمز قرار داشتند، پس می‌توان به حساسیت بالای ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز به ویروس موزائیک خیار پی برد. همچنین می‌توان استنباط کرد که لوبیا قرمز مورد بررسی دارای حساسیت بالاتری نسبت به دو نوع دیگر لوبیا بودند.

با توجه به نتایج تجزیه همبستگی بین صفات (جدول‌های ۷ و ۸) تمام صفات مورد ارزیابی دارای همبستگی معنی دار بودند که حاکی از این است که با حضور ویروس در داخل گیاه، سیستم فتوسنتز و سیستم تکثیر سلول‌های برگ مورد تهاجم ویروس قرار گرفته بودند. همبستگی صفت میزان افت کلروفیل و میزان افت سطح برگ بسیار بالا بود. این موضوع به خوبی بیانگر رابطه موجود بین این دو صفت است و به عبارت دیگر هرچه میزان سطح برگ

صورت موازی نسبت به همدیگر، با گذشت زمان کاهش داشتند (۲) کلروفیل b، کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدهای آزاد در زمان حفظ محتوای پروتئین افزایش داشتند. بنابراین مکانیسم‌های دفاعی گیاه درمقابل آلودگی ویروسی به نظر به پروتئین‌ها و برخی برگسترش یافتن اسیدهای آمینه وابسته است. اسری و استاوا و همکاران (Srivastava et al., 2005) تأیید کرد که فوق حساسیت به آلودگی ویروسی در فلفل منجر به تجمع حداقل سه ترکیب پروتئینی محلول در بافت برگ‌ها شد. کاهش محتوای کلروفیل در بسیاری از گیاهان آلوده شده با ویروس‌های مختلف نیز گزارش شده است (Arora, 2009؛ Pineda, 2008؛ Pandey and Joshi, 1989؛ Funayama, 2006).

نتایج به دست آمده از درصد تغییرات صفت سطح برگ (جدول‌های ۴ و ۵) نشان داد زمانی که ویروس به گیاه وارد می‌شود ابتدا برگ‌های ژنوتیپ‌های حساس را تحت تأثیر قرار داده و رشد آن‌ها را نسبتاً یا کلاً متوقف می‌کند. کاهش سطح برگ به منزله کاهش جذب نور تلقی می‌شود، در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش یافته و با توجه به این که گیاه در چه مرحله‌ای از رشد، گیاه به ویروس آلوده شده است، میزان خسارت وارد شده متفاوت است. پس ژنوتیپ‌های با تغییرات بیشتر دارای حساسیت بیشتر به این ویروس هستند، از این رو در مطالعات آتی می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که دارای

جدول ۴- درصد تغییرات میزان سطح برگ در ارقام و لاین های مختلف لوبیا در اثر آلودگی با CMV
Table 4. Variation percentage of leaf area in different cultivars and lines of bean with CMV infection

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	بدون آلودگی	با آلودگی	درصد تغییرات	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	بدون آلودگی	با آلودگی	درصد تغییرات
Genotype No.	Genotype name	Without infection	With infection	Variation percentage	Genotype No.	Genotype name	Without infection	With infection	Variation percentage
1	D81083	12.56	9.47	24.60	26	KS 21470	13.03	8.05	38.22
2	Daneshkadeh	13.24	10.99	16.99	27	Ks 31137	15.03	13.89	7.58
3	KS 21481	17.07	15.68	8.14	28	Cardinal	7.67	7.37	3.91
4	Cifem cabe	10.04	8.35	16.83	29	KS 41126	18.40	16.51	10.27
5	Sayyad	12.75	8.53	33.10	30	Tay107	18.27	16.15	11.60
6	Pinto	20.92	16.93	19.07	31	Sadaf	11.65	9.61	17.15
7	G 01437	14.97	13.30	11.16	32	Ks 31107	8.69	6.43	26.01
8	Khomein-2	17.37	15.09	13.13	33	KS 41124	13.52	9.68	28.40
9	G 14088	18.24	17.61	3.45	34	KS 21371	12.19	9.32	23.54
10	Jules	14.82	11.06	25.37	35	Khomein-5	14.95	12.05	19.40
11	Akhtar	18.37	12.13	33.97	36	Local Ahar	16.91	14.98	11.41
12	Ks 21193	10.26	9.43	8.09	37	Talash	12.47	11.43	7.86
13	Ks 31131	13.27	9.46	12.71	38	AND-1007	12.76	11.73	8.07
14	Ghalaf sefide sarab	18.06	15.84	12.29	39	KS 41125	10.66	9.44	11.44
15	11805	18.97	15.68	17.34	40	Ks 31128	19.82	17.14	13.52
16	Ks 21414	10.92	10.58	3.11	41	Cos16	26.70	8.87	36.79
17	Ks 31125	8.38	7.55	9.90	42	Keshavarz	26.37	11.23	57.41
18	Capsoli	10.96	9.74	11.13	43	G5710	20.44	17.13	16.19
19	Ks 21191	10.82	9.03	16.54	44	Dehghan	8.63	6.46	25.14
20	Wa4502-1	7.14	5.49	23.11	45	Goli	21.06	16.59	21.23
21	Local Aligoudarz	13.17	11.45	13.06	46	Derakhshan	15.57	13.66	12.23
22	KS 21383	11.94	9.74	18.43	47	KS 41128	4.21	2.67	16.82
23	G11867	18.27	16.50	9.69	48	Naz	17.27	14.13	18.18
24	A195	22.41	19.61	12.49	49	Local Khomein	17.25	14.28	28.81
25	74 Emerson	17.27	15.15	12.28					

ویروس موزائیک خیار، هیچ کدام از ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز نبودند.

براساس جدول ۱۰ گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس واکنش به CMV انجام شد. ژنوتیپ‌هایی که دارای درصد آلودگی واقعی کمتر از ۵۰٪ و درصد آلودگی ظاهری کمتر از ۵۰٪ هستند، مقاوم ارزیابی شدند. ژنوتیپ‌های D81083، Ks 21414، Ks 31125، Capsoli، Ks 21191، Ks 31137، Cardinal، Ks 21371، Talash، AND-1007، Ks 41125، Dehghan و Local Khomein در این گروه قرار گرفتند.

کاهش یابد میزان کلروفیل نیز کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، همبستگی بالای بین دو صفت افت سطح برگ و کلروفیل با درصد آلودگی ظاهری تعیین کننده تأثیر زیاد این ویروس روی بوته‌های آلوده بود.

نتایج جدول ۹ به خوبی بیانگر آلودگی یا عدم آلودگی ژنوتیپ‌های لوبیا در آزمون Plate-Trapped Antigen-PTA-ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) بود. در این جدول ژنوتیپ‌هایی که دارای واکنش مثبت بودند بیان کننده آلودگی ژنوتیپ به ویروس بود. ژنوتیپ‌های فاقد آلودگی به

جدول ۶- درصد آلودگی واقعی و ظاهری ارقام و لاین‌های مختلف لوبیا در اثر آلودگی با CMV
Table 6. Real and apparent infection percentage of different cultivars and lines of bean with CMV infection

شماره ژنوتیپ Genotype No.	نام ژنوتیپ Genotype name	درصد آلودگی ظاهری Apparent infection percentage	درصد آلودگی واقعی Real infection percentage	شماره ژنوتیپ Genotype No.	نام ژنوتیپ Genotype name	درصد آلودگی ظاهری Apparent infection percentage	درصد آلودگی واقعی Real infection percentage
1	D81083	0.250	0.086	26	KS 21470	1.000	0.438
2	Daneshkadeh	0.750	0.134	27	Ks 31137	0.125	0.000
3	KS 21481	0.875	0.104	28	Cardinal	0.000	0.000
4	Cifem cabe	0.625	0.261	29	KS 41126	0.875	0.175
5	Sayyad	1.000	0.700	30	Tay107	0.750	0.064
6	Pinto	1.000	0.789	31	Sadaf	0.625	0.201
7	G 01437	0.625	0.333	32	Ks 31107	1.000	0.708
8	Khomein-2	1.000	0.528	33	KS 41124	1.000	0.619
9	G 14088	0.750	0.106	34	KS 21371	0.125	0.094
10	Jules	0.750	0.436	35	Khomein-5	1.000	0.160
11	Akhtar	1.000	0.958	36	Local Ahar	0.875	0.388
12	Ks 21193	1.000	0.202	37	Talash	0.125	0.050
13	Ks 31131	1.000	0.489	38	AND-1007	0.250	0.028
14	Ghalaf sefide sarab	1.000	0.317	39	KS 41125	0.000	
15	11805	1.000	0.050	40	Ks 31128	1.000	0.687
16	Ks 21414	0.000	0.075	41	Cos16	1.000	0.599
17	Ks 31125	0.375	0.067	42	keshavarz	1.000	0.972
18	Capsoli	0.125	0.025	43	G5710	0.750	0.192
19	Ks 21191	0.000	0.031	44	Dehghan	0.000	0
20	Wa4502-1	1.000	0.573	45	Goli	1.000	0.345
21	Local Alizadeh	0.625	0.083	46	Derakhsha	0.625	0.330
22	KS 21383	1.000	0.367	47	KS 41128	0.875	0.175
23	G11867	0.625	0.346	48	Naz	1.000	0.288
24	A195	1.000	0.375	49	Local Khomein	0.375	0.069
25	74 Emerson	1.000	0.400				

واقعی کمتر از ۵۰٪ و درصد آلودگی ظاهری بیشتر از ۵۰٪ داشتند، ۴۰، ۳ و ۲۳ بودند. این موضوع در مورد ژنوتیپ‌هایی است که علائم ویروسی مشاهده شده، با علائم مربوط به ویروس دیگر اشتباه گرفته شده است. ژنوتیپ‌هایی که دارای درصد آلودگی واقعی بیشتر از ۵۰٪ و درصد آلودگی ظاهری بیشتر از

ژنوتیپ‌هایی که دارای درصد آلودگی واقعی بیشتر از ۵۰٪ و درصد آلودگی ظاهری کمتر از ۵۰٪ بودند نیمه مقاوم ارزیابی شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۴۷، ۲۰، ۳۸، ۲۴، ۴۳، ۹، ۲۹، ۳۵، ۱۳، ۳۱، ۴۵، ۱۸، ۲۷، ۴۱، ۳۳، ۱۹، ۷، ۴۶، ۲، ۳۰، ۲۱ و ۲۸ در این گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌هایی که دارای درصد آلودگی

جدول ۷- ضریب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در گروه‌های مختلف لوبیا به طور مجزا تحت

تأثیر آلودگی به ویروس CMV

Table 7. Correlation coefficients of measured traits in different groups of bean as affected by CMV infection

نوع لوبیا Bean type	Trait	درصد آلودگی حقیقی Real infection percentage	تغییرات میزان کلروفیل Variation of chlorophyll content	تغییرات میزان سطح برگ Variation of leaf area amount
لوبیا چیتی Chiti-bean	درصد آلودگی ظاهری Apparent infection percentage	0.923**	0.627*	0.444**
	درصد آلودگی حقیقی Real infection percentage		0.599**	0.404**
	تغییرات میزان کلروفیل Variation of chlorophyll content			0.313
لوبیا سفید Mung-bean	درصد آلودگی ظاهری Apparent infection percentage	0.932**	0.698*	0.346
	درصد آلودگی حقیقی Real infection percentage		0.581*	0.321
	تغییرات میزان کلروفیل Variation of chlorophyll content			0.308
لوبیا قرمز Kidney-bean	درصد آلودگی ظاهری Apparent infection percentage	0.934**	0.859**	0.786**
	درصد آلودگی حقیقی Real infection percentage		0.871**	0.790**
	تغییرات میزان کلروفیل Variation of chlorophyll content			0.680**

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

* and **: Significant at 1% and 5% levels of probability, respectively.

بیماری CMV عامل محدود کننده‌ای در لوبیا سبز است (Nault *et al.*, 2006)، به طوری که در سال ۲۰۰۵ در نیویورک بیش از صد درصد از گیاهان در برخی از مزارع لوییای سبز به CMV آلوده شدند (Nault *et al.*, 2006). تأثیر CMV بر عملکرد لوبیا سبز می‌تواند شدید باشد اما به طور قابل توجهی به رقم (Taylor *et al.*, 2006)، شرایط محیطی و زمان آلودگی نسبت به مراحل رشد گیاه بستگی دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش در مورد کاهش دو صفت میزان کلروفیل و سطح برگ پس از آلودگی و با

۵۰٪ بودند، گروه حساس نامیده شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۴۲، ۳۶، ۵، ۲۲، ۱۰، ۲۵، ۱۲، ۳۷ و ۶ در این گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های گروه دوم به این دلیل نیمه مقاوم ارزیابی شدند که ویروس به داخل آن‌ها نفوذ داشته ولی نتوانسته بر ژنوتیپ‌های مذکور اثری بگذارد. از این دسته ژنوتیپ‌ها می‌توان به ۲۹ (آلودگی واقعی ۱۰۰٪ و آلودگی ظاهری ۰/۰۵٪) و ۳۸ (آلودگی واقعی ۷۵٪ و آلودگی ظاهری ۰/۱۰۶٪) اشاره کرد که بر اساس گزارش مرکز تحقیقات لوبیا در خمین نیز به آزمون الیزا پاسخ مثبت داده‌اند. پس می‌توان گفت که این ژنوتیپ‌ها احتمالاً متحمل بوده‌اند.

جدول ۸- ضریب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تاثیر آلودگی به CMV

Table 8. Correlation coefficients between measured traits in bean genotypes as affected by CMV infection

صفت Trait	درصد آلودگی ظاهری Apparent infection percentage	تغییرات میزان سطح برگ Variation of leaf area amount	تغییرات میزان کلروفیل Variation of chlorophyll content
Real infection percentage	0.685**	0.347*	0.725**
Apparent infection percentage		0.632**	0.745**
Variation of leaf area amount			0.484**

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

* and **: Significant at 1% and 5% levels of probability, respectively.

ابتدایی رشد گیاه میزان کلروفیل a، کلروفیل b و بتاکاروتن‌ها در برگ‌های آلوده در مقایسه با برگ‌های بدون آلودگی کاهش یافته و در نتیجه میزان فتوسنتز و خسارت به گیاه افزایش می‌یابد (Bushra et al., 2011). نتایج مشابهی توسط آکاندا و همکاران (Akanda et al., 1998) از کاهش کلروفیل و بتاکاروتن در آلودگی گیاه بامیه و گوجه‌فرنگی به ترتیب با ویروس‌های YVMV و CMV به دست آمده است. بررسی‌های دیگر نیز تائید کننده کاهش محتوای کلروفیل توسط ویروس‌های مختلف در گیاهان آلوده شده است (Arora et al., 2009؛ Pineda et al., 2008؛ Srivastava et al., 2005؛ Milavec et al., 2001). آلودگی ویروسی علاوه بر فتوسنتز روی تنفس نیز نقش دارد به طوری که سبب افزایش تولید پروتئین‌های غیرطبیعی جهت سنتز اجزای ویروسی مورد نیاز خود شده و در نهایت منجر به کاهش تولید سطح کربوهیدرات‌های برگ

مرور منابع تائید شد که در بررسی گیاهان خیار در دو شرایط آلودگی و عدم آلودگی به وسیله ویروس CMV (Shakeel et al., 2016) میزان کلروفیل در ارقام مقاوم معنی دار نبوده است. همچنین در تحقیقی روی *V. faba* آلوده شده با BYMV رنگدانه‌ها و کربوهیدرات‌ها به ترتیب با گذشت زمان نشان‌دهنده کاهش و افزایش بودند. همچنین بررسی دیگری بر روی آلودگی *P. vulgaris* با BYMV بیان کننده (۱) کاهش در رنگدانه‌ها و کربوهیدرات‌ها با گذشت زمان نسبت به این بیماری و (۲) ثابت بودن پروتئین، مقدار کلروفیل b، کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدهای آزاد بود که تائید کننده نتایج تحقیق حاضر است. با بررسی گیاهان هویج آلوده شده به CMV در ۱۲ و ۱۸ روز پس از کاشت مشخص شده است که کلروفیل گیاهانی که زودتر تحت تنش بیماری قرار گرفته‌اند نسبت به گیاهانی که دیرتر تحت تنش بیماری قرار گرفته بودند کاهش داشتند و این موضوع بدان مفهوم است که با حمله ویروس در مراحل

جدول ۹- واکنش ژنوتیپ‌های لوییا به آزمون PTA-ELISA
Table 9. Reaction of bean genotypes to PTA-ELISA

شماره ژنوتیپ Genotype No.	واکنش به الایزا Reaction to ELISA	شماره ژنوتیپ Genotype No.	واکنش به الایزا Reaction to ELISA	شماره ژنوتیپ Genotype No.	واکنش به الایزا Reaction to ELISA	شماره ژنوتیپ Genotype No.	واکنش به الایزا Reaction to ELISA
1	+	14	+	27	+	40	+
2	+	15	+	28	-	41	+
3	+	16	-	29	-	42	+
4	+	17	+	30	+	43	+
5	+	18	+	31	+	44	-
6	+	19	-	32	+	45	+
7	+	20	+	33	+	46	+
8	+	21	+	34	+	47	-
9	+	22	+	35	+	48	+
10	+	23	+	36	+	49	+
11	+	24	+	37	+		
12	+	25	+	38	+		
13	+	26	+	39	-		

+ Positive reaction

- Negative reaction

+ واکنش مثبت

- واکنش منفی

سطح برگ، کاهش کلروفیل، کاهش روزنه‌ها شده و سبب ایجاد علائم بیماری در برگ‌های گیاه می‌شود، همچنین TYMV در کلم چینی سبب کاهش واکنش روزنه‌ها به شدت نور شده که خود عامل کاهش تعرق است (Bedbrook and Mathews, 1973) اما با این تفاسیر آلودگی ویروسی می‌تواند سبب تغییرات فیزیولوژیکی وسیعی در اکثر گیاهان میزبان از جمله تغییرات محتوای آب بافت‌ها، سنتز و انتقال متابولیت‌ها شود (Hull, 2002). آلودگی با CMV نشان دهنده افزایش مقدار آب بافت‌های سطح زمین است که این نگهداری آب با کاهش باز شدن روزنه‌ای و سرعت کم تعرق در گیاهان آلوده شده به ویروس مرتبط است. این مطلب در تائید نتایج به دست آمده

گیاه می‌شود (Goodman *et al.*, 2008)؛ Handford and Carr, 2007؛ Goncalvez *et al.*, 2005؛ Ashraf and Zafar, 2000). کاهش مقدار کربوهیدرات‌ها می‌تواند به دلیل کاهش و یا شکسته شدن سریع کربوهیدرات‌ها به واسطه افزایش تنفس و تبدیل کربوهیدرات‌ها به آمینواسیدها باشد که برای سنتز پروتئین به مقدار بسیار زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاهش کربوهیدرات‌ها توسط آلودگی ویروسی می‌تواند به دلیل افزایش آسیب به وجود آمده در کلروفیل به واسطه افزایش یافتن دوره و زمان آلودگی در گیاه باشد (Murphy *et al.*, 2001). برای مثال CMV در تعرق گیاه باعث ایجاد تغییراتی از قبیل کاهش

جدول ۱۰- واکنش ژنوتیپ‌های لوبیا به ویروس موزائیک خیار (CMV)
Table 10. Response of bean genotypes to *Cucumber mosaic virus*: CMV

شماره ژنوتیپ Genotype No.	نوع لوبیا Bean type	واکنش Response	شماره ژنوتیپ Genotype No.	نوع لوبیا Bean type	واکنش Response
1	Kidney-bean	قرمز R	26	Mung-bean	سفید R
2	Kidney-bean	قرمز MR	27	Mung-bean	سفید MR
3	Kidney-bean	قرمز MR	28	Mung-bean	سفید MR
4	Kidney-bean	قرمز S	29	Mung-bean	سفید MR
5	Kidney-bean	قرمز S	30	Chiti-bean	چیتی MR
6	Kidney	قرمز S	31	Chiti-bean	چیتی MR
7	Kidney	قرمز MR	32	Chiti-bean	چیتی R
8	Kidney	قرمز R	33	Chiti-bean	چیتی MR
9	Kidney	قرمز MR	34	Chiti-bean	چیتی R
10	Kidney	قرمز S		Chiti-bean	چیتی MR
11	Kidney	قرمز R	36	Chiti-bean	چیتی S
12	Kidney	قرمز S	37	Chiti-bean	چیتی S
13	Kidney	قرمز MR	38	Chiti-bean	چیتی MR
14	Kidney	قرمز R	39	Chiti-bean	چیتی R
15	Kidney	قرمز R	40	Chiti-bean	چیتی MR
16	Mung-bean	سفید R	41	Chiti-bean	چیتی MR
17	Mung-bean	سفید MR	42	Chiti-bean	چیتی S
18	Mung-bean	سفید MR	43	Chiti-bean	چیتی MR
19	Mung-bean	سفید MR	44	Chiti-bean	چیتی R
20	Mung-bean	سفید MR	45	Chiti-bean	چیتی MR
21	Mung-bean	سفید MR	46	Chiti-bean	چیتی MR
22	Mung-bean	سفید S	47	Chiti-bean	چیتی MR
23	Mung-bean	سفید MR	48	Chiti-bean	چیتی R
24	Mung-bean	سفید MR	49	Chiti-bean	چیتی R
25	Mung-bean	سفید S			

R: Resistant

مقاوم

MS: Moderately Susceptible

نیمه حساس

MR: Moderatly Resistant

نیمه مقاوم

S: Susceptible

حساس

سالیسیلیک که ترکیبی دفاعی است و باعث افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی می‌شود است (Singh and Usha, 2003). CMV سبب تحریک مسیر اسید سالیسیلیک شده و منجر به مقاومت سیستمیک در بسیاری از گیاهان می‌شود (Murphy *et al.*, 2001). القای این مسیر سبب تولید ترکیباتی از قبیل گلیکولیز

توسط Bedbrook and Mathews (1973) و دیگر محققان (Keller *et al.*, 1989؛ Lindsey and Gudauskas, 1975؛ Hall and Loomis, 1972) نیز هست. یکی دیگر از واکنش‌های فیزیولوژیک بیماری افزایش سطوح گلوکز، فروکتوز و ساکاروز، کاهش اندازه (Hull, 2002) و افزایش اسید

واکنش‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها را در شرایط آلودگی به همراه داشته است. از بین رفتن عملکرد ارقام در شرایط آلودگی، نتیجه‌ای از کاهش تعداد و وزن غلاف‌ها و دانه‌های تولید شده توسط گیاه است. نتایج مشابهی کاهش مقدار و تعداد میوه‌ها را در گاوپنبه (Cowpea) آلوده به BYMV و BCMV گزارش شده است (Hampton *et al.*, 1997).

انتشار CMV در مزارع لوبیا می‌تواند به شدت انتشار ناقل اصلی بیماری یعنی شته *A. glycines* مرتبط باشد (Shah *et al.*, 2006؛ Gildow *et al.*, 2008) در نتیجه یکی از راه‌های کنترل این بیماری می‌تواند استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک باشد که در نهایت با شکست مواجه می‌شود (Nault and Taylor, 2003)، همچنین یک راهکار دیگر شاید اسپری کردن حشره‌کش‌ها بر روی برگ‌های گیاه باشد که سطوح انتشار بیماری CMV را کاهش دهد، اما این مورد در آزمایش‌های مزرعه‌ای لوبیا در ویسکانسین آمریکا کاهش این بیماری را نشان نداد (Wyman and Chapman, 2004). شدت بیماری‌های ویروسی در اندازه وسیع را مقدار مایه تلقیح و زمان آلودگی تعیین می‌کند. مقدار مایه تلقیح خود تابعی از گیاهان میزبان باقیمانده از زمستان سال قبل است که این گیاهان می‌توانند ویروس و ناقلین ویروس‌ها را به فصل بعد منتقل کنند (Irwin *et al.*, 2000)؛ پس کنترل (Jayasena and Randles, 1994)

ایریدوئید می‌شود که در اکثر گیاهان باعث در امان ماندن گیاه از حمله‌های عوامل بیماریزا می‌شود (Marak *et al.*, 2002)؛ (Bowers *et al.*, 1992).

آلودگی در مراحل اولیه رویشی گیاه سبب از دست رفتن بیشتر عملکرد نسبت به آلودگی در ابتدای مرحله زایشی می‌شود (Jones *et al.*, 2008؛ Walkey, 1991) نتایج مشابه دیگری تأیید کننده این مطالب هستند (Ittah, 2006). کامل منش و همکاران (Kamelmanesh *et al.*, 2012) درباره آلودگی بیماری BCMV در ژنوتیپ‌های لوبیا بیان کردند که این بیماری کاهش دوره رویشی (Ittah, 2006) و عدم تأثیر بر روی دوره زایشی گیاه داشته است. همچنین آلودگی گیاهان در ابتدای مرحله رشد معمولاً به ظهور شدید علائم بیماری در ویروس‌های SMV (Schulz *et al.*, 1983)، PLRV (Storch and Manzer, 1985) و BCMV (Kamelmanesh *et al.*, 2009)؛ (Gupta and Chowfla, 1987) منجر می‌شود. آلودگی BCMV در مراحل اولیه گیاه نسبت به ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش در بررسی انجام شده توسط کاملاً منش و همکاران (Kamelmanesh *et al.*, 2012, 2008) نشان‌دهنده معنی دار شدن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها بود که این موضوع می‌تواند به دلیل شوک ابتدایی وارده توسط ویروس باشد که

یا چند بیماری مقاوم هستند، خواه مقاومت مونوژنیک باشد یا الیگوزنیک (Nadernejad and Gupta, 2010). بدین منظور لاین‌های مولتی ژن CMV مختلفی با تلاقی بین نمونه‌های بسیار زیاد لوبیا از قبیل *P. coccineus* و *Scarlet* و *Runner* و همچنین *P. vulgaris* انجام و اصلاح شده است که تا کنون در بین لاین‌های تجاری برای بهبود خصوصیات و صفات زراعی مورد تلاقی برگشتی قرار می‌گیرند. تا زمانی که ارقام مقاوم و تجاری در دسترس باشند، شناسایی ارقام نیمه حساس به CMV برای کاهش دادن عملکرد بالقوه از دست رفته می‌تواند مفید باشد (Griffiths, 2007)، اما در صورت عدم وجود منابع و ذخایر گیاهی القاء کننده مقاومت با پایداری و سطح بالا در برابر بسیاری از بیماری‌ها، تلاش‌های به‌نژادی نمی‌تواند نتایج مطلوبی را در برداشته باشد. این موضوع کاملاً مشابه با مقاومت در برابر آفات و حشرات مهم است که تاکنون موفقیت چندانی در آن به دست نیامده است (Nadarajan and Gupta, 2010).

کردن موارد ذکر شده در بالا نیز می‌تواند یکی از راه‌های کنترل این بیماری باشد.

در نهایت به منظور مبارزه با بیماری‌های ویروسی استفاده از ارقام مقاوم به دلیل عدم مشکلات آلودگی محیط زیست و مقرون به صرفه بودن، امروزه بسیار مورد توجه است (Shah et al., 2006). برای پذیرش ارقام جدید توسط زارعین و جهت توجیه تلاش‌های به‌نژادی برای تولید ارقام نیمه حساس به تنش، لاین‌های اصلاح شده برای یک منطقه به خصوص باید در شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد پایدار و بیش از ارقام مورد کشت زراعین باشد (Bagheri et al., 2001). هم‌اکنون مشخص شده است که ارقام با ژن‌های مقاومت مختلف دارای مقاومت‌های متفاوتی در برابر طیف وسیعی از سویه‌های ویروس هستند و با توجه به این که ویروس‌ها به عنوان یکی از عوامل کاهش دهنده محصول (عملکرد) در لوبیا شناخته می‌شوند باید نسبت به کنترل آن‌ها توجه خاصی را مبذول داشت. اصلاح و تهیه ارقام مقاوم به یکی از راه‌های و اساسی برای کنترل بیماری‌های مهم حبوبات است به طوری که ارقامی در حبوبات توسعه یافته‌اند که به یک

References

- Akanda, A. M., Alam, N., Khair, A., and Muquit, A., 1998. Altered metabolism of tomato leaves due to *Cucumber mosaic virus*. *Bangladesh Journal Science Research* 16(1): 1-6.

- Anonymous 2016.** Agricultural Crops Statistics of Iran. Ministry of Agricultural Jihad, Tehran, Iran (in Persian).
- Arora, R., Joshi, U. M., Gupta, P. P., and Singh. J. V. 2009.** Effect of *Yellow mosaic virus* on pathogenesis related enzymes and chlorophyll content in mothbean (*Vigna aconitifolia*). *Acta Phytopathologica Entomologica Hungarica* 44: 49-60.
- Ashraf, M., and Zafar, Z. U. 2000.** Patterns of free carbohydrate and starch accumulation in leaves of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars differing in resistance to *Cotton leaf curl virus*. *Archive of Agronomy Soil. Sciences* 45: 1-9.
- Bagheri, A., Mahmodi, A., and Ghezeli, F. 2001.** Common Beans: Research for Crop Improvement. Jihad-e-Daneshgahi, University of Mashhad, Mashhad, Iran. 556pp. (in Persian).
- Bedbrook, J. R., and Mathews, R. E. F. 1973.** Change in the flow of early products of photosynthetic carbon fixation associated with replication of TYMV. *Virology* 53: 84-91.
- Bos, L., and Matt, D.Z. 1974.** A strain of *Cucumber mosaic virus*, seed transmitted in beans. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 80:113-23.
- Bowers, M. D., Stamp, N. E., and Collinge, S. K. 1992.** Early stage of host range expansion by a specialist herbivore, *Euphdryas phaeton* (Nymphalidae). *Ecology* 73: 526-536.
- Broughton, W. J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., and Vanderleyden, J. 2004.** Beans (*Phaseolus* spp.) model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55-128.
- Bruckart, W. L., and Lorbeer, J. W. 1976.** *Cucumber mosaic virus* in weed hosts near commercial fields of lettuce and celery. *Phytopathology* 66: 253-239.
- Bushra, A., Gulfishan, G., Baghel, G., Fatma, M., Akil Khan, A., and Naqvi, Q. A. 2011.** Molecular detection of a virus infecting carrot and its effect on some cytological and physiological parameters. *African Journal of Plant Science* 5(7): 407-411.
- Chiang, Y., Ge, C., Chou, X. J., Wu, C. H., and Chiang, W. L. 2002.** Nucleotide sequence diversity at the methionine synthase locus in endangered *Dunnia sinensis* (Rubiaceae): an evaluation of the positive selection hypothesis. *Molecular Biology Evolution* 19: 1367-1375.

- Collmer, C. W., Marston, M. F., Taylor, J. C., and Jahn, M. 2000.** The I gene of bean: A dosage-dependent allele conferring extreme resistance, hypersensitivity resistance or spreading vascular necrosis in response to the potyvirus Bean common mosaic virus. *Molecular Plant-Microbe Interaction* 13: 1266-1270.
- Davis, R. F., and Hampton, R. O. 1986.** *Cucumber mosaic virus* isolates seed borne in *Phaseolus vulgaris*: serology, host pathogen relationships and seed transmission. *Phytopathology* 76: 999-1004.
- Edwardson, J. R., and Christie, R. G. 1991.** *Comoviruses*. Handbook of Viruses Infecting Legumes, CRC, Boca Ratin, Florida, USA.
- Etebarian, H. R. 2002.** Diseases of Vegetables and Summer Crops and Their Control Methods. University of Tehran Publications, Tehran, Iran. 600 pp. (in Persian).
- Funayama-Noguchi, S., and Terashima, I. 2006.** Effects of *Eupatorium yellow vein virus* infection on photosynthetic rate, chlorophyll content and chloroplast structure in leaves of *Eupatorium makinoi* during leaf development. *Functional Plant Biology* 33: 165-175.
- Gallitelli, D. 2000.** The ecology of *Cucumber mosaic virus* and sustainable agriculture. *Virus Research* 71: 9-21.
- García-Arenal, F., and Palukaitis, P. 2008.** *Cucumber mosaic virus*. In: García-Arenal, F., Palukaitis, P., Mahy, B. W. J., and Van Regenmortel, M. H. V. (eds). *Encyclopedia of Virology*, 3rd ed. Academic Press, Oxford, UK.
- Gebeyehu, S., Simane, B., and Kirkby, R. 2006.** Genotype cropping system interaction and climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown as sole crop and in association with maize (*Zea mays* L.) *European Journal of Agronomy* 24: 396-403.
- German, T. L., Thompson, A., and Willis, D. K. 2004.** State wide distribution of virus problems on processing beans. In: *Proceedings of the 2004 Wisconsin Fertilizer, Agrilime and Pest Management Conference*, USA, 43: 291-293.
- Gildow, F.E., Shah, D.A., Sackett, W.M., Betzler, T., Nault, B.A., and Fleischer, S.J. 2008.** Transmission efficiency of *Cucumber mosaic viruses* by aphids associated with virus epidemics in snap-bean. *The American Phytopathological Society* 98 (11): 1233-1241.

- Goncalves, M. C., Vega, J., Oliviera, J. G., and Gomes, M. H. A. 2005.** *Sugarcane yellow leaf virus infection* leads to attentions in photosynthetic efficiency and carbohydrate accumulation in sugarcane leaves. *Fitopatology* 30: 10-16.
- Goodman, P.J., Watson, M.A., and Hill, A.R.C. 2008.** Sugar and fractosan accumulation in virus-infected plants: rapid testing by circular-paper chromatography. *Annals of Applied Biology* 56: 65-72.
- Graham, P. H., and Vance, C. P. 2003.** Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant Physiology* 131:872-877.
- Grau, C. R., Mondjana, A., and Stevenson, W. R. 2001.** Status of virus-like problems on processing snap beans in Wisconsin during 2000. In: 2001 Midwest Food Processor Association, Inc. *Processing Crops Manual and Proceedings* 13: 43-48.
- Griffiths, P. 2007.** Breeding snap bean resistant to aphid transmitted viruses. pp. 171-173. In: *Proceedings of the 2007 Empire State Fruit and Vegetable EXPO*, Cornell Coop. Exten., Syracuse, NY, USA.
- Gupta, Y., and Chowfla, S. C. 1987.** Susceptibility of French *Bean to bean mosaic virus* in relation to plant age, population and age of *Mycus persica*. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* 17: 93-94.
- Hall, A. E., and Loomis, R. S. 1972.** An explanation for the difference in photosynthetic capabilities of healthy and beet yellows virus-infected sugar beets (*Beta vulgaris* L.). *Plant Physiology* 50: 576-580.
- Hall, R. 1991.** *Compendium of Bean Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Hampton, R. O., Thottapilly, G., and Rossel, H. W. 1997.** Viral disease of cowpea and their control by resistance-conferring genes. pp. 159-175. In: *Advanced In Cowpea Research*. Co-Publication of IITA and Japan IR center for Agriculture Science, (JIRCAS). IITA, Ibadan Nigeria.
- Handford, M. G., and Carr, J. P. 2007.** A defect in carbohydrate metabolism ameliorates symptom severity in virus-infected *Arabidopsis thaliana*. *Journal of General Virology*, 88: 337-341.
- Hemida, S. K. 2005.** Effect of *Bean yellow mosaic virus* on physiological agricultures of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris*. *International Journal of Agriculture and Biology* 7(2): 154-157.

- Hong, J. S., Ohnishi, S., Masuta, C., Choi, J. K., and Ryu, K. H. 2007.** Infection of soybean by cucumber mosaic virus as determined by viral movement protein. *Archive of Virology* 152: 321-328.
- Hull, R. 2002.** Evolution of the magnitude and timing of inbreeding depression in plants. *Evolution* 50: 54-70.
- Irwin, M. E., Ruesink, W. G., Isard, S. A., and Kampmeier, G. E. 2000.** Migration epidemics caused by non-persistently transmitted aphid-borne viruses: The role of the plant environment. *Virus Research* 71: 185-211.
- Ittah, M. A. 2006.** Relationship between yield and some yield components in cowpea varieties infected with two cowpea potyvirus. *Global Journal of Pure and Applied Sciences* 12(1): 11-17.
- Jayasena, K. W., and Randles, J. W. 1994.** Patterns of spread of the non-persistently transmitted subterranean *Clover red leaf virus* in *Vicia faba*. *Annals of Applied Biology* 104: 249-260.
- Jones, R. A. C., Coutts, B. A., Latham, L. J., and McKirdy, S. J. 2008.** *Cucumber mosaic virus* infection of chickpea stands: temporal and spatial patterns of spread and yield limiting potential. *Plant Pathology* 57: 842-853.
- Jones, R. A. C., and Latham, L. J. 1996.** Natural resistance to *Cucumber mosaic virus* in lupin species. *Annals of Applied Biology* 129: 523-42.
- Kamelmanesh, M. M. 2006.** Resistance genetic and damage methods of *Common bean mosaic virus* (BCMV) in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Ph.D. Thesis, College of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (in Persia).
- Kamelmanesh, M. M., Dorri, H. R., Ghasemi, S., Bihamta, M. R., and Darvish, F. 2008.** Gene action for resistance to *Bean common mosaic virus* (BCMV) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(2): 363-370.
- Kamelmanesh, M. M., Ghasemi, S., and Namayandeh, A. 2009.** Path analysis between grain yield and some agronomical traits in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under control and infection condition by *Common bean mosaic virus* (BCMV). *Phytopathology Journal* 1(1): 57-70.

- Kamelmanesh, M.M., Namayandeh, A., Dorri, H. R., and Bihamta, M.R. 2012.** Effects on *Bean common mosaic virus* on seed yield, yield components and phenological phases on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under field conditions. *Seed and Plant Improvement Journal* 28-1(1): 39-52.
- Keller, P., Luttge, U., Wang, X-C., and Buttner, G., 1989.** Influence of rhizomania disease on gas exchange and water relations of a susceptible and tolerant sugar beets variety. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 34: 379-392.
- Koskela, T., Puustinen, S., Salonen, V., and Mutikainen, P. 2002.** Resistance and tolerance in a host plant holoparasitic plant interaction: genetic variation and costs. *Evolution* 56: 899-908.
- Kostova, Z., Tsai, Y. C., and Weissman, A. M. 2007.** Ubiquitin ligases, critical mediators of endoplasmic reticulum-associated degradation. *Semin. Cell Biology* 18: 770-779.
- Larsen, R. C., Mikals, P. N., Eastwell, K. C., and Grau, C. R. 2008.** A strain of *Clover yellow vein virus* that cause several pod necrosis diseases in snap bean. *Plant Disease* 92: 1026-1032.
- Lindsey, D. W., and Gudauskas, R. T. 1975.** Effect of *Maize dwarf virus* on water relation of corn. *Phytopathology* 65: 434-440.
- Liu, J. J., and Ekramoddoullah, A. K. M. 2003.** Isolation, genetic variation and expression of TIR-NBS-LRR resistance gene analogs from Western pie (*Pinus monticola* Dougl. Ex. D. Don.). *Molecular Genetics Genomics* 270: 432-441.
- Marak, H. B., Biere, A., and Van Damme, J. M. M. 2002.** Systemic genotype-specific induction of herbivore-deterrent iridoid glycosides in *Plantago lanceolata* L. in response to fungal infection by *Diaporthe adunca* (Rob.) Niesel. *Journal of Chemical Ecology* 28: 2429-2448.
- Mavarie, I., and Sustar-vozilic, J. 2004.** Virus diseases and resistance to *Bean common mosaic* and *Bean common mosaic necrosis potyvirus* in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Agriculturae Slovenica* 83: 181-190.
- Mehraban, A. H., Pourdavai, H., Beyzaiem, A., Mostaed, M., and Bananj, K. 2003.** Genetic resources detection of bean resistance to three important viruses of bean (CMV, BYMV and BCMV). *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress*, pp. 516, Kermanshah, Iran. Page 516 (in Persian).

- Michell, E., German, T., and Nienhuis, J. 2007.** Introgression of CMV resistance into snap bean. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. Volume 50. The Fifth Anniversary Report of the Bean Improvement Cooperative.
- Milavec, M., Ravnikar, M., and Kovac, M. 2001.** Peroxidases and photosynthetic pigments in susceptible potato infected with potato virus TNTY. *Plant Physiology, Biochemical*, 39: 891-898.
- Morrison, J. A. 1996.** Infection of *Juncus dichotomus* by the smut fungus *Cintractiajunci*: an experimental field test of the effects of neighboring plants, environment and host plant genotype. *Journal of Ecology* 84: 691-702.
- Murphy, A. M., Gilliland, A., Engwong, C., West, J., Singh, D. P., and Carr J. P. 2001.** Signal transduction in resistance to plant viruses. *European Journal of Plant Pathology* 107: 121-128.
- Nadarajan, N., and Gupta, G. 2010.** Role of classical breeding improvement of pulse crops. *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(4): 1099-1106.
- Nault, B. A., Shah, A., and Taylor, A. G. 2006.** Viruses and aphids everywhere in New York snap bean fields in 2005, pp. 74-76. In: *Processings of the 2006 Empire State Fruit and Vegetable EXPO, Cornell Cooperation, Extension, Syracuse, NY, USA.*
- Nault, B. A., Shah, D. A., Dillard, H. R., and McFaul, A. C. 2004.** Seasonal and spatial dynamics of alate aphid dispersal in snap bean fields in proximity to alfalfa and implications for virus management. *Environment Entomology* 33: 1593-601.
- Nault, B. A., and Taylor, A. G. 2003.** Evaluation of seed treatment and foliar sprays to control leafhoppers and the incidence of viruses in snap bean, pp. 79-83. In: *Proceeding of the 2003 New York State Vegetable Conference, Cornell Cooperation, Extension And NY State Veg. Growers Assoc., Liverpool. NY, USA.*
- Palukaitis, P., Roossinck, M. J., Dietzgen, R. G., and Francki, R. I. B. 1992.** *Cucumber mosaic virus*. *Advanced Virus Research* 41: 281-348.
- Pandey, S., and Joshi, R. D. 1989.** Effect of cucumis virus-3 infection on chlorophyll content, chloroplast number and chlorophyllase activity on bitter melon. *Indian Phytopathology* 42: 549-550.
- Pineda, M., Soukupova, J., Matius, K., Nedbal, L., and Baron, M. 2008.** Conventional and combinatorial chlorophyll fluorescence imaging of tomato virus-infected plants. *Photosynthetica* 46: 441-451.

- Pink, D. A. C. 1987.** Genetic control of resistance to *Cucumber mosaic virus* in *Cucurbita pepo*. *Annals of Applied Biology* 111: 425-432.
- Pio-Ribeiro, G., Wyatt, S. D. A., and Kuhn, C. W. 1978.** Cowpea stunt: a disease caused by a synergistic interaction of two viruses. *Phytopathology* 68: 1260-1265.
- Rist, D. L., and Lorbeer, J. W. 1991.** Relationships of weed reservoirs of *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Broad bean wilt virus* (BBWV) to CMV and BBWV in commercial lettuce fields in New York. *Phytopathology* 81: 367-71.
- Schulz, G. A., Irwin, M. E., and Goodman, R. M. 1983.** Factors affecting aphid acquisition and transmission of *Soybean mosaic virus*. *Annals of Applied Biology* 103: 87-96.
- Seo, Y. S., Rojas, M. R., Lee, J. Y., Lee, S. W., Jeon, J. S., Ronald, P., Lucas, W. J., and Gilbertson, R. L. 2006.** A viral resistance gene from common bean functions across plant families and is up-regulated in an non-virus specific manner. *Proceedings of the National Academic Science, USA* 103: 11856-11861.
- Shah, D. A., Dillard, H. R., Mazumdar-Leighton, S., Gonsalves, D., and Nault, B. A. 2006.** Incidence spatial patterns and association among viruses in snap bean and alfalfa in New York. *Plant Disease* 90: 203-210.
- Shakeel, M. T., Amer, M. A., Al-Saleh, M. A., Ashfaq, M., and 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* 3(1): 1-11.
- Simms, E. L., and Triplett, J. 1994.** Costs and benefits of plant responses to diseases: resistance and tolerance. *Evolution* 48: 1973-1985.
- Singh, B., and Usha, K. 2003.** Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Regulation* 39: 137-141.
- Spence, N. J., and Walkey, D. G. A. 1995.** Variation for pathogenicity among isolates of *Bean common mosaic virus* in Africa and a reinter pretation of the genetic relationship between cultivars of *Phaseolus vulgaris* and pathotypes of BCMV. *Plant Pathology* 44: 527-46.
- Srivastava, A. K., Shukla A., Srivastava, G., Ansari, A., Mishra, V. A., and Tiwari, J. P. 2005.** Influence of a mosaic virus on chlorophyll content on chilli (*Capsicum annum*). *Vegeto* 18(1,2): 161-162.

- Storch, R. H., and Manzer, F. E. 1985.** Effect of times and date of inoculation, plant age and temperature on translocation of *Potato leaf roll virus* into potato tubers. *Annals Potato Journal*, 62: 137-144.
- Taiwo, K. A., Angersbach, A., Ade-Omowayer, B. I. O., and Knorr, D. 2001.** Effects of parameters on the diffusion kinetics and some quality parameters of osmotically dehydrated apple slices. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 49: 2804-2811.
- Takahashi, H., Miller, J., Nozaki, Y., Sukamto, T. M., Shah, J., Hase, S., Ikegami, M., Ehara, Y., and Dinesh-Kumar, S. P. 2002.** *RCY1*, an *Arabidopsis thaliana* RPP8/HRT family resistance gene, conferring resistance to *Cucumber mosaic virus* requires salicylic acid, ethylene and a novel signal transduction mechanism. *Plant Journal* 32: 655-67.
- Thrall, P. H., Burdon, J. J., and Young, A. 2001.** Variation in resistance and virulence among demes of a plant host-pathogen meta-population. *Journal of Ecology* 89: 736-748.
- Todorovic, J., Vasic', M., and Todorovic', V. 2008.** Dry and Spring Bean. Grafomark, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Faculty of Agriculture, Banja Luka, Serbia and BiH.
- Tomlinson, J. A., and Karter, A. L. 1970.** Studies on the seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in chickweed (*Stellaria media*) in relation to the ecology of the virus. *Annals of Applied Biology* 66: 381-386.
- Walkey, D. 1991.** *Applied Plant Virology*, 2nd ed. Hapman and Hall, New York, USA.
- Wang, H. L., Sudarshana, M. R., Gilbertson, R. L., and Lucas, W. J. 1999.** Analysis of cell-to-cell and long-distance movement of a *Bean dwarf mosaic geminivirus-green* fluorescent protein reporter in host and nonhost species: identification of sites of resistance. *Molecular Plant Microbe Interaction* 12: 345-355.
- Wyman, J., and Chapman, S. 2004.** Insecticide seed treatments for snap bean (<http://www.soils.wisc.edu/extension/FAPM/2004proceedings/Wyman2.pdf>).
- Yang, Y., Kim, K.S., and Anderson, E.J. 1997.** Seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in spinach. *Phytopathology* 87: 924-31.