

تحمل و آنتی بیوز چهار رقم گوجه فرنگی به لاروهای کرم میوه گوجه فرنگی *Helicoverpa armigera* در شرایط گل خانه ای

مهرناز تنخواهی^۱، شهزاد ایرانی پور^{۲*}، اسماعیل عزیززاده^۳، منیژه جمشیدی^۴ و ناهید واعظ^۵

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

۲. دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳. استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه

۴. استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

۵. استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۲۳ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۲۳)

چکیده

کرم میوه گوجه فرنگی (*Helicoverpa armigera* Hubner (Lep.: Noctuidae) از مهم ترین آفات گوجه فرنگی در ایران و جهان است که به طیف گسترده ای از گیاهان زراعی و علف های هرز حمله می کند. تفاوت بین گونه ها یا ارقام گیاهی می تواند در مدیریت انبوهی این آفت به کار رود. در این بررسی، آنتی بیوز و تحمل چهار رقم سوپر بتا، سوپر لونا، سوپر چیف و کی جی ان ۳ در برابر کرم میوه گوجه فرنگی در کنار شاهد مطالعه شد. در تیمار آلوده در مرحله میوه دهی ۱۰ لارو سن سوم آفت هم زمان رهاسازی شد. در نهایت تعداد میوه و میوه آلوده، وزن هر میوه، عملکرد هر بوته، به عنوان شاخص های تحمل و تعداد شفیره زنده مانده، مدت نشو و نما از سن سوم لاروی تا شفیره و وزن شفیره به عنوان شاخص های آنتی بیوز اندازه گیری شدند. در رقم سوپر چیف تا حدودی تحمل به لارو کرم میوه دیده شد، منتها به دلیل عملکرد پایین، این رقم در نبود آفت قابل توصیه نیست. آلودگی بر وزن میوه ها و عملکرد بوته ها اثر گذاشت. در میان ارقام، سوپر لونا و سوپر بتا بیشترین کاهش وزن را داشتند و رقم کم تحمل شناخته شدند. با این حال، حتی در حضور آفت بیشترین عملکرد را داشتند. آنتی بیوز در بین ارقام دیده نشد. در مجموع، برتری قاطعی بین چهار رقم تحت بررسی از نظر مقاومت و تحمل در برابر آفت دیده نشد.

واژه های کلیدی: برهم کنش، مقاومت گیاهی، مدیریت آفت.

مقدمه

کرم میوه گوجه فرنگی *Helicoverpa armigera* از خانواده Noctuidae، مهم ترین آفت این محصول با پراکنشی جهانی است که ضمن کاهش میزان محصول با خسارت مستقیم، باعث خسارت کیفی با کاهش بازارپسندی آن می شود (Malekzadeh & Javadzadeh, 2002; Mabbett et al., 1980; Wilson, 1982; Twine, 2002; Fowler & Lakin, 2001). این آفت بسته به نوع محصول می تواند ۵۰ تا ۹۰ درصد محصول را از بین ببرد

گوجه فرنگی یکی از محصولات زراعی مهم کشور است که ضمن مصرف تازه خوری، در صنایع تبدیلی نیز استفاده می شود و نقش مهمی در صادرات محصولات کشاورزی کشور دارد (Mazaheri Tehrani et al., 2007). در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ سطح زیر کشت گوجه فرنگی در استان آذربایجان غربی ۴۶۸۶ هکتار و سطح تولید آن ۱۶۲۹۲۳/۹۸ تن بوده است (Anonymous, 2001).

بر گرم، ۱۲ و ۴۸ عدد و برای واریته V282، ۸۰/۷۴، ۱/۱۸ سانتی‌متر، ۳۶/۵۷، ۲۱/۵۷ عدد در هر سانتی‌متر، ۱/۲۴ میلی‌گرم بر گرم، ۱۷ و ۳۰ عدد بود.

Selvanarayana & Narayanasamy (2006)، مقاومت سه گونه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon spp.*) را در برابر کرم میوه گوجه‌فرنگی بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان اورتو دی هیدروکسی فنل، تراکم تریکوم‌های گیاهی موجود روی شاخ و برگ و میزان اسیدیتة میوه‌های گوجه‌فرنگی تأثیر منفی روی نشو و نمای کرم میوه گوجه‌فرنگی دارد. این محققان در بررسی دیگری (Selvanarayana & Narayanasam, 2008) از ۳۲۱ رقم گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف کشت، ۳۰ رقم را انتخاب و در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر کرم میوه گوجه‌فرنگی قرار دادند و این رقم‌ها را از نظر تحمل‌پذیری (میزان آسیب) و از لحاظ طول گیاه، وزن میوه‌ها و تعداد میوه‌ها بررسی کردند. در این مطالعه دو رقم Roma و Ac238 عملکرد بهتری نسبت به بقیه داشتند.

Ferry & Guthbert (1974)، ۱۰۳۰ نمونه گوجه‌فرنگی را جمع‌آوری و کشت کردند. آنها گوجه‌فرنگی‌های کشت شده را از نظر مقاومت در برابر کرم میوه گوجه‌فرنگی تحت مطالعه قرار دادند. هیچ مصونیتی در آنها مشاهده نشد و در تعدادی از رقم‌ها استعداد شایان توجهی به آلودگی در برابر آفت مشاهده شد. بیشترین مقاومت مشاهده شده مربوط به رقم Tiny Tim با ۸۳/۱ مورد و آسیب کمتر از ۵۷/۶٪ بود. Maxwell (1982)، انواع شاخص‌های مرفولوژیکی و دیگر عوامل مرتبط با مقاومت را در برابر *H. armigera* بررسی کرد. ضخامت دیواره بافتی، تراکم تریکوم، میزان سیلیس، سختی و دیگر شاخص‌های ریشه به‌صورت معناداری در مقاومت گیاه در برابر حشره نقش داشتند. Banerjee & Kallo (1989)، میزان آلودگی چهار رقم گوجه‌فرنگی HA 101، Pusa Ruby، Red cherry و Manazana را نسبت به کرم میوه گوجه‌فرنگی بررسی کردند و نتیجه گرفتند که میزان بالای فنل با مقاومت گوجه‌فرنگی در برابر این حشره ارتباط مستقیم دارد.

بررسی‌های Adldoost (2009) روی سه محصول پنبه، نخود و گوجه‌فرنگی در استان آذربایجان غربی، با استفاده از

(Reed & Pawar, 1982; Sehgal & Ujagir, 1990). خسارت مربوط به لارو آفت است که از برگ، جوانه، دم میوه و میوه‌های نارس گوجه‌فرنگی تغذیه و سوراخ‌هایی ایجاد می‌کند که داخل آنها پر از فضولات می‌شود. لاروها میوه را به دیگر اندام‌های گیاهی ترجیح می‌دهند (Sharma, 2001).

بهره‌برداری از تفاوت آسیب‌پذیری گیاهان در برابر آفات در انبوهی‌های یکسان (تحمل)، یا کاهش سطح انبوهی آنها در اثر تفاوتی که گیاهان میزبان از نظر کیفیت و ارزش غذایی برای آفت (آنتی‌بیوز) دارند، از قدیمی‌ترین شیوه‌های کنترل آفت است که قدمتی برابر با آغاز روی آوردن بشر به کشاورزی دارد (Metcalf & Luckman, 1982). امروزه مقاومت گیاهی یکی از اجزای مهم IPM است و با دیگر اقدامات کنترل آفت نیز سازگار است (Bergman & Tingey, 1979; Adkisson & Dyck, 1980; Kennedy, 1984). آنتی‌بیوز تأثیر منفی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی گیاه بر بیولوژی و رفتار حشره است و تحمل توانایی حفظ عملکرد و کاهش یا جبران خسارت در انبوهی‌های بالای حشره است (Painter, 1951). مقاومت گیاهی به‌تنهایی ندرتاً به عنوان استراتژی کنترل آفت به‌کار می‌رود و با فلسفه IPM که بهره‌مند شدن از هم‌افزایی روش‌ها برای کنترل آفت است (van Emden & Peakall, 1996)، به‌خوبی سازگار است. بنابراین تفاوت‌هایی هر چند کوچک در خسارت و انبوهی آفت می‌تواند سودمند باشد و هزینه کشت و زراعت را کاهش دهد (Li et al., 2004).

Khanam et al. (2003)، اثر کرم میوه گوجه‌فرنگی را روی ویژگی‌های مورفولوژیکی ۳۰ واریته گوجه‌فرنگی بررسی کردند. در این بررسی‌ها مشخص شد که واریته V29 تا حدودی در مقابل این آفت از خود مقاومت نشان می‌دهد ولی V282 بیشترین آسیب را از این آفت متحمل شد. در بررسی‌های دیامتری این واریته نتایج زیر به‌دست آمد:

در واریته V29، طول گیاه، طول ریشه، میانگین تعداد شاخه‌ها در هر گیاه، میانگین تعداد برگ‌ها در هر گیاه، سطح برگ، مجموع کلروفیل برگ، تعداد برگ‌ها و تعداد میوه‌ها به‌ترتیب ۸۱/۷۴، ۱/۴۵ سانتی‌متر، ۱۴/۴۵، ۱۹/۵۸ عدد در هر سانتی‌متر، ۱/۱۳ میلی‌گرم

کشت و تهیه نشای گوجه‌فرنگی

زمینی به مساحت ۵۰ مترمربع واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی برای این منظور آماده شد. به منظور تهیه نشاهای گوجه‌فرنگی، بذره‌های ارقام فوق در خزانه کاشته شدند. پس از آنکه ارتفاع بوته‌ها به ۳۰-۲۰ سانتی‌متر رسید، نشاها به بستر خاک در زمین اصلی انتقال داده شدند و با پوشش پلی‌اتیلنی شفاف پوشانده شدند. روش کاشت جوی و پشته‌ای، فاصله ردیف‌های کشت از یکدیگر ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

نحوه پیاده کردن طرح

طرح بر اساس بلوک‌های کامل تصادفی (طرح پایه RCBD) اجرا شد. برای هر رقم یک شاهد و یک تیمار آلوده به لارو کرم میوه گوجه‌فرنگی (*Helicoverpa armigera*) در ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد. هر رقم در هر بلوک دو بار با ترتیب تصادفی کاشته شد که ترتیب آن بر اساس قرعه‌کشی تعیین شد. یکی از بوته‌های هر رقم در هر بلوک به عنوان شاهد و دیگری به عنوان تیمار آلوده منظور شد (جدول ۱).

تله‌های نوری در طول سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ نشان داد در مزرعه گوجه‌فرنگی، هر سه گونه *H. armigera*، *Heliothis viriplaca* و *Heliothis peltigera* حضور دارند، اما بیشترین میزان آن به *H. armigera* تعلق داشت. در نمونه‌برداری از جمعیت لاروی نیز، فقط لاروهای *H. armigera* از مزارع گوجه‌فرنگی جمع‌آوری شدند. در شهرستان ارومیه، کرم میوه گوجه‌فرنگی معمولاً نسل‌های دوم و سوم خود را روی گوجه‌فرنگی سپری می‌کند.

در این تحقیق چهار رقم متداول کشت گوجه‌فرنگی در استان آذربایجان غربی از نظر وجود احتمالی تحمل و آنتی‌بیوز در برابر کرم میوه گوجه‌فرنگی با اندازه‌گیری واکنش گیاه در برابر آفت و واکنش حشره به گیاه ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

ارقام گوجه‌فرنگی

در این مطالعه، بذر چهار رقم گوجه‌فرنگی شامل سوپرچیف، سوپریتا، سوپرلونا و کاجی‌ان ۳ که به‌طور وسیع توسط کشاورزان و تولیدکنندگان نشای گوجه‌فرنگی در استان آذربایجان غربی به‌کار می‌رود، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه شد.

جدول ۱. نقشه کشت هشت تیمار آزمایش (چهار رقم گوجه‌فرنگی × دو سطح آلوده و شاهد) به‌صورت تصادفی در ۱۰ بلوک

تیمار/بلوک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	لونا آلوده	کا آلوده	بتا شاهد	چیف شاهد	لونا شاهد	لونا آلوده	چیف آلوده	بتا شاهد	لونا شاهد	چیف شاهد
۲	کا شاهد	کا شاهد	لونا آلوده	کا شاهد	لونا آلوده	کا شاهد	کا آلوده	کا آلوده	لونا آلوده	لونا آلوده
۳	لونا شاهد	لونا آلوده	چیف شاهد	کا آلوده	کا آلوده	چیف آلوده	بتا آلوده	چیف شاهد	کا آلوده	بتا آلوده
۴	بتا آلوده	چیف آلوده	کا شاهد	بتا شاهد	بتا آلوده	چیف شاهد	کا شاهد	چیف آلوده	چیف شاهد	چیف آلوده
۵	چیف آلوده	بتا شاهد	لونا شاهد	لونا آلوده	بتا شاهد	بتا آلوده	بتا شاهد	کا شاهد	بتا شاهد	بتا شاهد
۶	چیف شاهد	بتا آلوده	بتا آلوده	بتا آلوده	چیف شاهد	لونا شاهد	لونا آلوده	لونا آلوده	چیف آلوده	لونا شاهد
۷	بتا شاهد	چیف شاهد	چیف آلوده	لونا شاهد	چیف آلوده	بتا شاهد	چیف شاهد	لونا شاهد	بتا آلوده	کا شاهد
۸	کا آلوده	لونا شاهد	کا آلوده	چیف آلوده	کا شاهد	کا آلوده	لونا شاهد	بتا آلوده	کا شاهد	کا آلوده

درجه سلسیوس در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی نگهداری شدند. بعد از سه روز، نوزادان حاصل از تخم‌های تفریخ‌شده با غذای مصنوعی (Vaez, 2007) تغذیه شدند. تغذیه از غذای مصنوعی تا سن دوم ادامه یافت. بعد از آن، برگ‌های گوجه‌فرنگی در اختیار لاروهای سن ۲ قرار

نحوه انجام آزمایش و پارامترهایی که اندازه‌گیری شدند در شرایط عدم انتخاب، واکنش گیاه به حشره و حشره به گیاه به‌ترتیب برای پی بردن به وجود تحمل و آنتی‌بیوز در ارقام، بررسی شدند. برای این منظور، تخم‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی از گلخانه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تبریز تهیه و در دمای ۲۵-۳۰

آزمون F، با استفاده از آزمون‌های چنددامنه‌ای دانکن و توکی در دو سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ انجام گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute 2002) تجزیه شدند.

رابطه میان متغیرها شامل تعداد میوه در هر بوته با درصد آلودگی، تعداد میوه‌های آلوده با تعداد میوه در هر بوته، تعداد میوه در هر بوته با وزن آنها، تعداد شفیره با تعداد میوه آلوده، تعداد شفیره با درصد آلودگی میوه‌ها، تعداد میوه با تعداد مورد حمله قرار گرفته به ازای یک لارو، تعداد میوه با میزان زنده‌مانی با استفاده از هم‌بستگی ساده خطی نرم‌افزار Excel بررسی شد. رسم نمودارها نیز در محیط Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

تحمل چهار رقم گوجه‌فرنگی در برابر کرم میوه گوجه‌فرنگی
صفات مرتبط با تحمل گیاه در برابر کرم میوه گوجه‌فرنگی که در شرایط عدم انتخاب در این بررسی اندازه‌گیری شد، عبارتند از: تعداد میوه، وزن میوه، عملکرد بوته و درصد آلودگی میوه‌ها.

مقایسه وزن میوه‌های سالم و آلوده

تجزیه واریانس وزن میوه در دو گروه سالم و آلوده در جدول ۲ ملاحظه می‌شود. به طوری که مشهود است، اثر بلوک غیرمعنادار، ولی اثر رقم، سطح آلودگی و اثر متقابل رقم \times آلودگی بر وزن میوه‌ها معنادار است. از ۸۰ بوته گوجه‌فرنگی کاشته‌شده، بدون احتساب رقم و سطح آلودگی ۹۴۳ میوه برداشت شد که ۵۵۱ عدد سالم و ۳۹۲ عدد آلوده بودند. البته تعداد میوه در تیمار آلوده ۴۸۳ عدد بود که ۳۹۲ عدد از آنها آلوده و ۹۱ عدد سالم مانده بودند که بیان‌گر $۸۱/۲\%$ آلودگی میوه‌ها در تیمار آلوده است. وزن میوه‌ها در دو گروه سالم و آلوده به ترتیب $۱۴۰/۴۷ \pm ۱/۱۰$ و $۱۰۴/۱۳ \pm ۱/۳۲$ گرم بود که بر اساس هر دو آزمون دانکن و توکی در هر دو سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ معنادار بود. بنا به این نتایج، آلودگی به کرم میوه با تراکم ۱۰ لارو سن سوم بر بوته، روی وزن میوه‌ها تأثیرگذار بوده و باعث ۳۵٪ کاهش آن شده است.

گرفتند. زمانی که بوته‌ها حداقل دارای پنج میوه قابل دسترس سبز رنگ (نارس) بودند، با ۱۰ عدد لارو سن سوم کرم میوه گوجه‌فرنگی آلوده شدند. بوته‌های گوجه‌فرنگی توسط قطعات کارتنی از یکدیگر جدا شدند تا از جابه‌جایی لاروها بین بوته‌ها جلوگیری شود. تغذیه لاروها از زمان سبز بودن میوه‌های گوجه‌فرنگی تا زمان برداشت آنها ادامه یافت. بعد از رسیدن میوه‌ها، گوجه‌فرنگی‌های هر بوته چیده و توزین شد و تعداد میوه‌های آلوده به لارو پس از تشریح میوه‌ها تعیین شد. تعداد کل میوه و وزن آنها در دو گروه شاهد و آلوده و تعداد میوه‌های آفت‌زده و وزن آنها در گروه آلوده تعیین شدند. برای بررسی واکنش حشره نسبت به گیاه، زنده‌مانی، وزن و زمان نشو و نما به عنوان معیارهایی از آنتی‌بیوز سنجیده شد. برای این منظور، فاصله زمانی بین آلودگی میوه‌ها تا وقوع شفیرگی ثبت شد. تعداد شفیره‌های زنده به ازای هر رقم تعیین شد و این شفیره‌ها با ترازوی دیجیتال وزن شدند. همچنین، شفیره‌ها تا خروج حشرات کامل نگهداری و میزان زنده‌مانی آنها تعیین شد.

تجزیه داده‌ها

این آزمایش در قالب یک طرح فاکتوریل با دو عامل رقم (در چهار سطح) و آلودگی (در دو سطح شاهد و آلوده به ۱۰ لارو سن سوم در هر بوته) با طرح پایه RCBD در ۱۰ بلوک اجرا شد. هر یک از پارامترهای مربوط به تعداد و وزن میوه و عملکرد بوته در قالب فاکتوریل تجزیه و اثرات متقابل آنها نیز بررسی شد. با عنایت به اینکه شفیره فقط در تیمار رهاسازی‌شده وجود داشت، در بررسی واکنش آنتی‌بیوزی گیاه (متغیرهای تعداد و وزن شفیره و مدت نشو و نما)، عامل سطح آلودگی حذف و تنها عامل رقم تجزیه شد. منتها با توجه به اینکه تعداد شفیره در هر رقم ۳ تا ۸ عدد متغیر بود، طرح به صورت چندمشاهده‌ای نامتعادل تجزیه شد و اثر متقابل بلوک در رقم به عنوان اشتباه آزمایشی در نظر گرفته شد. درباره تعداد شفیره که مجموع شفیره‌ها یک مشاهده محسوب می‌شدند، متغیر مشاهده حذف و طرح به صورت بلوک‌های کاملاً تصادفی تک‌مشاهده‌ای تجزیه شد و در نتیجه اثر متقابل بلوک در رقم حذف شد. مقایسه میانگین‌ها در صورت معنادار بودن

سوپرچیف با ۱۰۷ میوه سالم و ۱۲۳ میوه آلوده به ترتیب با متوسط اوزان $110/42 \pm 1/74$ و $90/34 \pm 2/16$ ، کمترین کاهش وزن را در بین ارقام تحت مطالعه داشته است که مقدار مطلق آن ۲۰ گرم است. این به معنی ۲۲ تا ۴۴ درصد کاهش در ارقام مختلف است.

رابطه میان درصد آلودگی میوه‌ها با تعداد میوه در هر بوته بررسی و معلوم شد که با افزایش تعداد میوه در بوته، درصد آلودگی کاهش می‌یابد. این همبستگی منفی، ضعیف، ولی معنادار بود ($F=5/584$ ، $t=-0/358$)، $P=0/023$ ، $df=1$ ، 39 ، حداکثر تعداد میوه در یک بوته ۲۶ و تعداد میوه آلوده ۲۳ عدد بود که با توجه به نرخ رهاسازی ۱۰ لارو به ازای هر بوته، مشخص می‌شود نسبت میوه‌های آلوده بیشتر از تعداد لاروها است و در نتیجه باید هر لارو بیش از یک میوه را آلوده کرده باشد. بنابراین رابطه میان تعداد میوه با تعداد آلوده شده بررسی و معلوم شد که با افزایش تعداد میوه در بوته حتی تا بالاترین تراکم، تعداد میوه‌های آلوده نیز زیاد می‌شود (شکل ۱)، زیرا یک لارو می‌تواند به بیش از یک میوه صدمه وارد کند. در غیر این صورت، بایستی تعداد میوه‌های آلوده تا تراکم ۱۰ میوه در هر بوته صعودی و پس از آن ثابت می‌ماند و در نتیجه، درصد آلودگی رابطه‌ای معکوس با تراکم میوه در گیاه می‌داشت.

مقایسه میانگین وزن میوه در چهار رقم تحت بررسی بدون در نظر گرفتن آلوده یا سالم بودن آن با آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ در جدول ۳ نشان داده شده است. در بین ۸۰ بوته کاشته‌شده، بدون در نظر گرفتن آلودگی، رقم سوپریتا با ۲۱۳ میوه (سالم و آلوده) و متوسط وزن $156/79$ گرم میوه‌های درشت‌تری نسبت به دیگر ارقام داشت و بعد از آن، رقم سوپرلونا با ۲۳۷ میوه با متوسط وزن $137/58$ گرم نسبت به دو رقم دیگر میوه‌های درشت‌تری داده است. دو رقم سوپرچیف و کاجی‌ان ۳ میوه‌های کوچک‌تری داشتند و از نظر متوسط وزنی در یک گروه قرار گرفتند. تفاوت وزن میوه‌ها بین ارقام به بیش از ۵۰٪ بالغ شد. گفتنی است گروه‌بندی توکی نیز مشابه دانکن بود.

مقایسه میان میوه‌های سالم و آلوده هر رقم از نظر وزن آنها نشان می‌دهد، رقم سوپرلونا با ۱۱۵ میوه سالم با متوسط وزن $163/33 \pm 2/36$ گرم و ۱۲۲ میوه آلوده با متوسط وزن $113/33 \pm 2/62$ گرم بیشترین کاهش وزن را در بین ارقام داشته است و در مرتبه بعدی رقم سوپریتا با ۱۱۰ میوه سالم با متوسط وزن $177/82 \pm 3/03$ گرم و ۱۰۳ میوه آلوده با متوسط وزن $134/33 \pm 3/81$ گرم، بیشترین کاهش وزن پس از آلودگی را داشته است. کاهش وزن مطلق این دو رقم که درشت‌ترین میوه را در بین چهار رقم داشتند، به ترتیب ۵۰ و $43/5$ گرم است. رقم

جدول ۲. تجزیه واریانس وزن میوه گوجه‌فرنگی در تیمارهای آلوده و سالم

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح احتمال P
بلوک	۹	۱۲۲۱/۷۹	۱/۷۵	۰/۰۷۵ ns
تیمار	۱	۲۷۵۲۳۱/۲۲	۳۹۳/۳۲	<۰/۰۰۱ **
رقم	۳	۷۱۵۲/۱۸	۲۵۷/۹۰	<۰/۰۰۱ **
اثر متقابل آلودگی و رقم	۳	۱۱۲۱۴/۹۵	۱۶/۰۳	<۰/۰۰۱ **

** اختلاف معنادار در سطح احتمال یک درصد / ns اختلاف غیرمعنادار.

جدول ۳. مقایسه میانگین وزن میوه و عملکرد چهار رقم گوجه‌فرنگی بدون تفکیک میوه‌های سالم و آلوده

با آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵

رقم	تعداد بوته	عملکرد بوته (گرم)	گروه‌بندی دانکن	تعداد میوه	وزن میوه (گرم)	گروه‌بندی دانکن
سوپریتا	۲۰	$1669/8 \pm 218/3$	A	۲۱۳	$156/79 \pm 2/42$	A
سوپرلونا	۲۰	$1630/4 \pm 196/5$	A	۲۳۷	$137/58 \pm 1/77$	B
سوپرچیف	۲۰	$1146/3 \pm 139/3$	B	۲۳۰	$99/68 \pm 1/41$	C
کاجی‌ان ۳	۲۰	$1299/1 \pm 157/5$	A B	۲۶۳	$98/79 \pm 1/31$	C

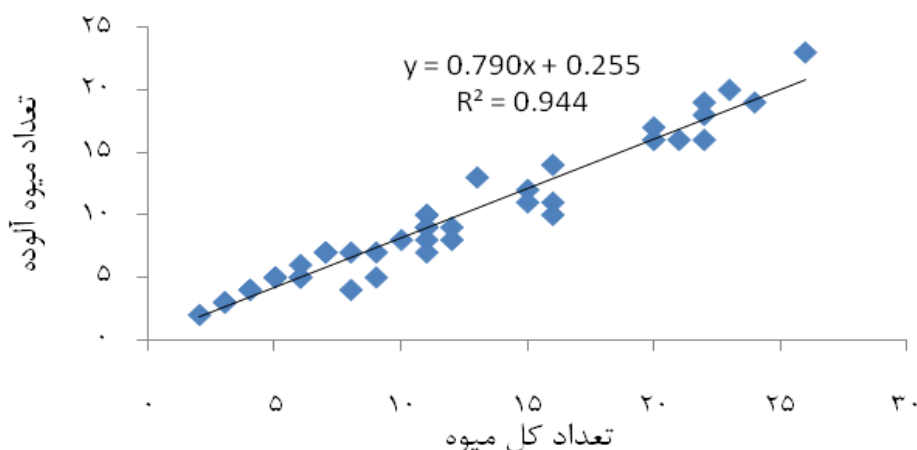
بررسی عملکرد ارقام گوجه‌فرنگی با حضور آفت و در شاهد

وزن همه میوه‌های یک بوته به عنوان عملکرد آن محسوب شد. بر اساس جدول ۴، رقم و اثر متقابل آن با آلودگی روی عملکرد بی‌تأثیر بوده است، ولی بلوک و آلودگی روی عملکرد اثر معنادار گذاشته‌اند. مقایسه میانگین‌ها با هر دو آزمون دانکن و توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که عملکرد شاهد بیش از تیمار رهاسازی شده بوده است، به طوری که عملکرد ۴۰ بوته سالم (شاهد)، بدون در نظر گرفتن رقم $1615/5 \pm 131/7$ گرم بر بوته و ۴۰ بوته آلوده $1257/3 \pm 123/7$ گرم بر بوته بود. این اختلاف ۲۸/۵ درصدی در عملکرد، در سطح ۰/۰۱ هیچ‌یک از دو آزمون مذکور معنادار نبود.

اثر رقم بر عملکرد بر اساس آزمون توکی معنادار نبود، ولی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معناداری بین سوپربتا و سوپرچیف مشاهده شد (جدول ۳). در بوته‌های سالم، رقم سوپربتا با $1955/95 \pm 272/74$ گرم بر بوته (کمی کمتر از دو کیلوگرم)، بیشترین عملکرد و

رقم سوپرچیف با $1181/48 \pm 225/3$ گرم بر بوته (کمی بیش از یک کیلوگرم)، کمترین عملکرد را در بین ارقام مختلف داشتند. پس از سوپربتا، سوپرلونا با $1878/22 \pm 298/31$ گرم جزو ارقام با عملکرد بالا در نبود آفت بود. در حضور آفت، دو رقم سوپربتا و سوپرلونا با عملکردی مشابه (به ترتیب $1383/58 \pm 341/01$ و $1382/52 \pm 255/87$ گرم) بیشترین عملکرد را داشتند. باین‌حال، کاهش عملکرد مطلق آنها بیش از دیگر ارقام (به ترتیب $572/4$ و $495/7$ گرم) بود. رقم سوپرچیف با عملکرد $1111/17 \pm 163/98$ گرم در حضور آفت، کمترین افت عملکرد (۷۰/۳ گرم) را داشت که رقمی متحمل به نظر می‌رسد. باید توجه داشت که علی‌رغم متحمل بودن این رقم، عملکرد آن در حضور آفت و نبود آن کمتر از دیگر ارقام بود.

وزن میوه با تعداد آن در هر بوته فاقد ارتباط معنادار بود ($P=0/39$, $df=78,1$, $F=0/748$, $r=-0/095$) که نشان می‌دهد افزایش باروری گیاه موجب کاهش درشتی و وزن واحد میوه یا به عبارت دیگر مرغوبیت آن نشده است.



شکل ۱. رابطه تعداد کل میوه در هر بوته با تعداد میوه‌های آلوده شده به کرم میوه گوجه‌فرنگی

جدول ۴. تجزیه واریانس عملکرد چهار رقم گوجه‌فرنگی در دو سطح آلوده و شاهد

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح احتمال P
بلوک	۹	۱۳۶۲۵۴۵/۳۸	۲/۴۷	* ۰/۰۱۷۵
تیمار	۱	۲۵۶۴۸۷۶/۹۳	۴/۶۵	* ۰/۰۳۴۸
رقم	۳	۱۳۰۰۴۷۶/۳۸	۲/۳۶	۰/۰۸ ns
اثر متقابل آلودگی و رقم	۳	۲۵۲۹۵۶/۷۶	۰/۴۶	۰/۷۱ ns

* اختلاف معنادار در سطح احتمال پنج درصد / ns اختلاف غیرمعنادار.

ضخامت برگ، سایز و شکل میوه بررسی کردند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که هر چه تعداد میوه‌ها در بوته بیشتر باشد، تعداد میوه‌های آلوده نیز افزایش می‌یابد که موافق نتایج این تحقیق است. وسعت کشت در مطالعه Kashyap & Verma و بلوک در این بررسی تأثیری در میزان آلودگی بوته‌ها نداشت.

آنتی‌بیوز چهار رقم گوجه‌فرنگی در برابر کرم میوه گوجه‌فرنگی

در آزمایش عدم انتخاب برای بررسی واکنش حشره نسبت به گیاه و تعیین وجود آنتی‌بیوز، فاصله زمانی بین آلودگی میوه‌ها تا وقوع شفیرگی، تعداد شفیره‌های زنده و وزن آنها یادداشت شد.

تعداد شفیره و درصد زنده‌مانی

بین سه تا هشت شفیره از ۱۰ لارو سن سوم رهاسازی شده روی هر بوته به شفیره تبدیل شدند که میانگین کل آن ۵/۰۷۵ شفیره است و بر این اساس، درصد زنده‌مانی متوسط بدون در نظر گرفتن رقم، ۵۰/۷۵ درصد به دست آمد؛ یعنی نیمی از لاروها به شفیره تبدیل شدند. مقایسه میان رقم‌ها از نظر تأثیر بر زنده‌مانی لاروها نشان داد که اختلاف شایان توجهی بین آنها وجود ندارد و در ارقام مختلف ۴۷ تا ۵۵ درصد لاروها به شفیره تبدیل شدند که تفاوت غیرمعنادار بود (جدول ۵).

جدول ۵. تجزیه واریانس تعداد شفیره به دست آمده از

لاروهای سن سوم روی چهار رقم گوجه‌فرنگی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح احتمال P
بلوک	۹	۱/۷۲۵	۰/۸۰	۰/۶۲ns
رقم	۳	۱/۰۹۲	۰/۵۱	۰/۶۸ns
اشتباه	۲۷	۲/۱۴۷	-	-

ns اختلاف غیرمعنادار

تعداد شفیره، تعداد قطعی لاروی را نشان می‌دهد که تا آخر دوران لاروی از گیاه تغذیه کرده و خسارت وارد کرده‌اند. تعداد میوه آلوده مستقل از تعداد شفیره بود ($P=0/72$, $df=38,1$, $F=0/134$, $t=0/055$) دلیل آن

Khanam et al. (2003)، روی مقاومت ۳۰ رقم

گوجه‌فرنگی در برابر *H. armigera* مطالعه کردند. آنها برای بررسی وجود تحمل (واکنش گیاه به حشره)، از شاخص‌های درصد هجوم و حمله آفت به بوته گوجه‌فرنگی، تعداد کل شاخه‌ها، تعداد میوه‌های سالم و آلوده، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ‌های گیاه، تعداد پرزهای برگ در واحد سطح، کلروفیل گیاه و تعداد میوه در هر بوته ۳۰، ۵۰ و ۷۰ روز بعد از انتقال نشا به زمین استفاده کردند. برخی شاخص‌های به‌کاررفته برای تعیین وجود تحمل در گیاه نسبت به حشره در هر دو بررسی یکسان بود؛ مثلاً درصد آلودگی و وزن میوه‌های آلوده و سالم در هر دو بررسی اندازه‌گیری شده است، ولی در بررسی Khanam et al. تعداد میوه در زمان‌های مختلف بعد از انتقال نشا اندازه‌گیری شده است. در این بررسی، به علت تعداد کم بوته‌های کاشته شده و تعداد کم رقم، تعداد میوه فقط در مرحله برداشت اندازه‌گیری شده است. همچنین دیگر شاخص‌های تحت بررسی در مطالعه Khanam et al. به علت شبیه بودن خصوصیات ظاهری ارقام تحت مطالعه در این بررسی لحاظ نشده است. در این مطالعه عملکرد ارقام نیز بررسی شد، ولی Khanam et al. عملکرد ارقام مختلف را بررسی نکردند.

Sajjad et al. (2011)، برای بررسی ژن مقاومت

گوجه‌فرنگی در برابر *H. armigera*، ۳۲ رقم گوجه‌فرنگی را در پنج تکرار تحت مطالعه قرار دادند و تعداد لاروها، میوه‌های آلوده و سالم را در هر بوته شمارش کردند. در این تحقیق نیز تعداد میوه‌های آلوده و سالم و وزن هر کدام به تفکیک اندازه‌گیری شد، ولی تعداد لاروهای موجود در هر بوته شمارش نشده است، زیرا در این آزمایش برای پی بردن به واکنش حشره نسبت به گیاه و وجود یا نبود تحمل، فاصله زمانی بین آلودگی میوه‌ها تا وقوع شفیرگی و تعداد شفیره‌های زنده و وزن آنها اندازه‌گیری شده است. نتایج هر دو بررسی نشان داد که هر چه تعداد میوه‌ها در بوته بیشتر باشد، لاروها به علت خاصیت جابه‌جایی و تحرک زیاد می‌توانند تعداد میوه بیشتری را در بوته آلوده کنند.

Kashyap & Verma (1984)، ارتباط بین جمعیت

H. armigera را با شاخص‌هایی نظیر وسعت کشت، تعداد گل در هر بوته، تعداد میوه در هر بوته، سایز و

سطح یک درصد این آزمون و در هیچ‌یک از دو سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوتی بین ارقام مشاهده نشد.

جدول ۷. مقایسه میانگین مدت نشو و نمای لاروهای سن سوم کرم میوه گوجه‌فرنگی تا شفیگی روی چهار رقم گوجه‌فرنگی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵

نوع رقم	تعداد شفیره	میانگین	گروه‌بندی دانکن
کاجی‌ان ۳	۴۷	۱۲/۶۲±۰/۲۱	A
سوپرلونا	۵۱	۱۲/۴۷±۰/۲۲	A
سوپرچیف	۵۰	۱۲/۳۲±۰/۲۳	B A
سوپرپتا	۵۵	۱۱/۶۴±۰/۱۹	B

وزن شفیره‌ها

جدول تجزیه واریانس وزن شفیره‌ها نشان می‌دهد که این صفت تحت تأثیر رقم قرار نگرفت و اثر بلوک و اثرات متقابل نیز غیرمعنادار بود (جدول ۸). نتیجه آنکه چهار رقم ارزش غذایی یکسانی برای لاروها داشته‌اند.

جدول ۸. تجزیه واریانس وزن شفیره در چهار رقم

منبع تغییر	گوجه‌فرنگی			سطح احتمال P
	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	
بلوک	۹	۰/۰۰۰۶۹	۰/۵۸	۰/۸۱ ns
رقم	۳	۰/۰۰۰۴۶	۰/۳۹	۰/۷۶ ns
اثر متقابل بلوک و رقم	۲۷	۰/۰۰۰۷۸	۰/۶۵	۰/۹۰ ns

ns اختلاف غیرمعنادار است.

Bilapate et al. (1984)، یک سری جدول‌های

زندگی *H. armigera* را در هندوستان در آزمایشگاه تهیه کردند و در دمای ۲۶ درجه سلسیوس به مطالعه آن پرداختند. این مطالعات نشان داد که بیشترین مدت زندگی برای دوران تخم، لارو و مرحله شفیگی به ترتیب ۴، ۱۸ و ۱۶ روز بوده است. در این پژوهش نیز طول مدت مراحل مذکور به ترتیب ۴-۳ روز، ۲۲-۱۵ روز و ۱۶-۹ روز بوده است که هم‌خوانی مناسبی با یافته‌های ایشان دارد.

در مطالعه‌ای که Farid (1987)، در ایران روی *H. armigera* در گوجه‌فرنگی انجام داد، نشان داد که

ممکن است حمله هر لارو به چند میوه و نیز خسارت لاروهای که قبل از تبدیل به شفیره مرده‌اند و وارد محاسبه نشده‌اند باشد.

با افزایش تعداد شفیره، متوسط درصد آلودگی میوه‌ها، ۸۱٪ ثابت ماند. چون تعداد میوه‌ها در ارقام مختلف یکسان ولی در بوته‌های مختلف متغیر بود، می‌توان نتیجه گرفت که درصد آلودگی با تعداد میوه مرتبط است و نه با تعداد لارو تغذیه‌کننده؛ یعنی لاروها بیشتر میوه‌های یک بوته را احتمالاً با شیوه‌ای تصادفی ملاقات می‌کنند.

زنده‌مانی لاروها با تعداد میوه فاقد رابطه معنادار بود ($P=0/80$, $df=38,1$, $F=0/062$, $t=0/03$). به عبارت دیگر، کاهش تعداد میوه از حداکثر ۲۶ به حداقل ۲ در این آزمایش، موجب ایجاد رقابت و کاهش زنده‌مانی نشده و همواره نیمی از لاروها زنده مانده‌اند.

نشو و نما از سن سوم لاروی تا شفیره

آلودگی بوته‌ها با سن سوم لاروی صورت گرفت. زمانی که طول کشید تا لارو سن سوم به شفیره تبدیل شود، به عنوان شاخص نشو و نما در نظر گرفته شد و فرض شد که اگر ارقام آنتی‌بیوز داشته باشند، باید این شاخص را تحت تأثیر قرار دهند. تجزیه واریانس مدت نشو و نما در چهار رقم گوجه‌فرنگی (جدول ۶) نشان می‌دهد که رقم و اثر متقابل بلوک در رقم معنادار بوده است.

جدول ۶. تجزیه واریانس مدت نشو و نمای لاروهای سن سوم

تا شفیگی روی چهار رقم گوجه‌فرنگی

منبع تغییر	گوجه‌فرنگی			سطح احتمال P
	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	
بلوک	۹	۱/۹۱۵	۰/۹۳	۰/۵۰ ^{ns}
رقم	۳	۱۰/۷۲۱	۵/۱۹	۰/۰۰۲ ^{**}
اثر متقابل بلوک و رقم	۲۷	۳/۵۸۴	۱/۷۳	۰/۰۲ [*]

** اختلاف معنادار در سطح احتمال یک درصد

* اختلاف معنادار در سطح احتمال پنج درصد

ns اختلاف غیرمعنادار

اختلاف معنادار یک‌روزه‌ای در سطح احتمال ۰/۰۵ با آزمون دانکن بین نشوونمای لاروهای تغذیه‌کرده از رقم سوپرپتا با دو رقم سوپرلونا و کاجی‌ان ۳ مشاهده شد که حساسیت نسبی این رقم را نشان می‌دهد (جدول ۷). در

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به آزمایش‌های انجام‌گرفته و نتایج آنها، تا حدودی تحمل در برخی ارقام نسبت به خسارت لاروها دیده شد که می‌تواند در مدیریت انبوهی این آفت در مزارع گوجه‌فرنگی طرف توجه قرار گیرد. آلودگی بر وزن میوه‌ها تأثیرگذار بود و باعث کاهش عملکرد آنها شد. در میان چهار رقم، رقم سوپرلونا و سوپر بتا با بیشترین کاهش وزن به عنوان رقم‌های نسبتاً حساس و رقم سوپرچیف با کمترین کاهش وزن به عنوان رقم نسبتاً متحمل شناخته شد. باین‌حال، این تحمل مزیتی را به این رقم نمی‌دهد چرا که در حضور آفت و در غیاب آن، در هر دو صورت کمترین عملکرد را داشت. در میان چهار رقم، سوپر بتا و سوپرلونا دارای میوه‌های سنگین‌تری نسبت به بقیه ارقام بودند و رقم سوپرچیف و کاجی‌ان ۳ میوه‌های سبک‌تری داشتند. بر این اساس، دو رقم اول برای کشت مناسب‌ترند. آزمایش‌های آنتی‌بیوز نیز نشان دادند، رقم اثری در وزن و مدت نشو و نمای لاروها نداشت و آنتی‌بیوز در این ارقام وجود ندارد.

H. armigera روی گوجه‌فرنگی دو نسل در سال دارد. در نسل اول مرحله لاروی ۲۲-۲۰ روز، مرحله شفیرگی ۱۷-۱۹ روز و مرحله بلوغ ۱۶-۱۳ روز طول کشید و در نسل دوم مرحله لاروی ۱۸-۱۶ روز طول کشید. این ارقام هم‌خوانی خوبی با بررسی ما دارند، ولی دوره شفیرگی در بررسی ایشان قدری طولانی‌تر است که ممکن است مبین یک آنتی‌بیوز ضعیف در رقم تحت بررسی ایشان باشد.

Kashyap & Verma (1984)، در بررسی خود روی شش گونه گوجه‌فرنگی در دمای ۲۹ درجه سلسیوس نشان دادند که طول دوره شفیرگی حدود ۳۴/۶ روز و میزان زنده‌مانی لاروها از ۱۶/۶ تا ۹۰ درصد متغیر است. در این بررسی از ۱۰ عدد لارو سن سوم رهاسازی شده به‌طور متوسط ۸-۳ لارو به شفیره تبدیل شدند که درصد زنده‌مانی متوسط شفیره‌ها بدون در نظر گرفتن رقم ۵۰/۷۵ درصد و در محدوده بررسی ایشان اما با دامنه کمتر بود. دوره شفیرگی دو برابر این تحقیق بود که ممکن است از تفاوت تغذیه یا جمعیت حشره ناشی شده باشد.

REFERENCES

- Adkisson, P. L. & Dyck, V. A. (1980). Resistant varieties in pest management system, In: P. G. Maxwell & P. R. Jennings (Eds.), *Breeding Plants Resistant to Insects*. (pp 233-253). John Wiley, New York.
- Adidoost, H. (2009). Study of Population fluctuations of the damaging species *Heliothis / Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) and the non-living and living factors controlling their populations on cotton, peas and tomatoes from the West Azerbaijan. Agriculture and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan. 15 pp. (In Farsi).
- Anonymous. (2001). *Agricultural Statistics, Agricultural and Horticultural Crops in 1999-2000*. Vol. 1 Publication No. 83/06. Planning and Economic Affairs, Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture. 137 pp. (In Farsi).
- Banerjee, M. K. & Kallou, G. (1989). Role of Phenols in resistant to tomato leaf curl virus, Fusarium wilt and fruit borer in *Lycopersicon*. *Current Science*, 58 (10), 575-576.
- Bergman, J. M. & Tingey, W. M. (1979). Aspects of the interaction between plant genotypes and biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 25, 275-279.
- Bilapate, G. G., Raodeo, A. K. & Pawar, V. M. (1984). Investigations on *Heliothis armigera* (Hubner) in Marathwada-VI. Life tables studies on cotton squares. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 9(3), 261-262.
- Farid, A. (1987). Some bio-ecological features of *Heliothis armigera* Hb. on tomatoes in Djiroft. *Entomologie et Phytopathologie Appliques*, 54(1,2), 15-24. (in Farsi).
- Ferry, R. L. & Guthbert, F. P. (1974). Resistance of tomato cultivars to the fruitworm, *Heliothis zea* (boddie). *Hort Science*, 9(5), 469-470.
- Fowler, G. & Lakin, K. (2001). Risk Assessment: The Old Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner), (Lepidoptera: Noctuidae), pp. 1-19. USDA-APHIS, Center for Plant Health Science and Technology (Internal Report), Raleigh, NC.
- Kashyap, R. K. & Verma, A. N. (1984) Development and survival of fruit borer, *Heliothis armigera* (Hu.) on borer resistant and susceptible tomato genotypes. *XVII International Congress of Entomology*, 20-26 Aug., Hamburg., F. R. of Germany, p. 550.
- Kennedy, G. G. (1984). 2-Tridecanone, tomatoes and *Heliothis zea*. Potential incompatibility of plant antibiosis with insecticidal control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 35, 305-311.
- Khanam U. K. S., Hossain, M., Ahmad, M. M. & Hossain, M. S. (2003). Varietal screening of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hub.) and associated tomato plant characters. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(3), 255-263.

13. Li, Y., Hill, C. B. & Hartman, G. L. (2004). Effect of three resistant soybean genotypes on the fecundity, mortality and maturation of soybean aphid (Homoptera, aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 97, 1106-1111.
14. Mabbett, T., Dareepat, P. & Nachapong, M. (1980). Behaviour studies on *Heliothis armigera* and their application to scouting techniques for cotton in Thailand. *Tropical Pest Management*, 26, 268-273.
15. Malekzadeh, M. & Javadzadeh, M. (2002). Evaluation of the impact of toxins and biologic materials of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hub.) Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, 7-11 Sept. 2002, Razi Kermanshah University, p. 125.
16. Maxwell, F. G. (1982) Current status of breeding for resistance to insects. *Journal of Nematology*, 14(1), 14-23.
17. Mazaheri Tehrani, M., Mortazavi, A., Ziaalghagh, H. R. & Ghandi, A. (2007). *Processing Tomatoes*. Marz Danesh Publishing. 240 pp. (In Farsi).
18. Metcalf, R. L. & Luckmann, W. H. (1982). *Introduction to Insect Pest Management* (2nd ed.). John Wiley & Sons NY.
19. Painter, R. H. (1951). *Insect Resistance in Crop Plants*. University of Kansas Press, Lawrence, KS.
20. Reed, W. & Pawar, C. (1982) *Heliothis*: a global problem. In W. Reed & V. Kumble (Eds.), *International Workshop on Heliothis Management*. (pp. 9-14). International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 15-20 Nov. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India.
21. Sajjad, M., Ashfaq, M., Suhail, A. & Akhtar, S. (2011). Screening of tomato genotypes for resistance to tomato fruit borer *Helicoverpa armigera* (Hubner) in Pakistan. *Journal of Agriculture Science*. 48(1), 59-62.
22. SAS Institute. (2002). *Statistical Analyses Software. User's Manual*. Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC.
23. Sehgal, V. K. & Ujagir, R. (1990). Effect of synthetic pyrethroids, neem extracts and other insecticides for the control of pod damage by *Helicoverpa armigera* (Hubner) on chickpea and pod damage-yield relationship at Pantnagar in northern India. *Crop Protection*, 9, 29-32.
24. Selvanarayana, V. & Narayanasamy, P. (2006). Factors of resistance in tomato accessions against the fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Crop Protection*, 25(10), 1075-1079.
25. Selvanarayana, V. & Narayanasamy, P. (2008). Assessment of tomato germplasm for resistance to fruit borer *Helicoverpa (=Heliothis) armigera* Hubner. *Journal of Vegetable Science*, 12(1), 71-79.
26. Sharma, H. C. (2001). Cotton bollworm/legume pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Noctuidae: Lepidoptera): Biology and Management. *Crop Protection Compendium*, CAB International, Wallingford.
27. Twine, P. (1989). Distribution and economic importance of *Heliothis* (Lep.: Noctuidae) and of their natural enemies and host plants in Australia. In E. King & R. Jackson (Eds.), *Workshop on Biological Control of Heliothis: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies*. (pp. 177-184). Nov. 1985, New Delhi. Far Eastern Regional Research Office, US Department of Agriculture, India.
28. Vaez, N. (2007). *The consistency of wasp Trichogramma brassicae Bez. laboratory reared on host Helicoverpa armigera Hub. before release*. M. Sc. Thesis on Agricultural Entomology. University of Mohaghegh Ardabili. 111 pp.
29. Van Emden, H. F. & Peakall, D. B. (1996). *Beyond Silent Spring, Integrated Pest Management & Chemical Safety*. Chapman & Hall.
30. Wilson, A. G. L. (1982). Past and future *Heliothis* management in Australia. In W. Reed & V. Kumble (Eds.), *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. (pp. 343-354). International Workshop on *Heliothis* Management. 15-20 Nov. 1981. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India.