بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه گیاهپزشکی

تاثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی سه حشره‌کش *Bt* ، ایمیداکلوپراید و فن‌والریت در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در منطقه‌ی سراب

اساتید راهنما:

دکتر قدیر نوری قنبلانی

دکتر سید علی‌اصغر فتحی

استاد مشاور:

مهندس مهدی حسن‌پور

توسط:

نگار علی‌اوغلی

بهار ۱۳۸۸

تقدیم به پدر بزرگوار و فداکارم

و

مادر دلسوز و مهربانم،

که همیشه چون کوهی استوار، پشتیبان بنده در لحظات سخت زندگی بوده‌اند و راهنمایی‌های ارزنده‌ی ایشان همواره و در همه حال، راهگشا و مایه‌ی دلگرمی من بوده است.

و

خواهران عزیزم ساناز و بهار و یگانه برادرم علی

که همیشه و در تمامی مراحل تحصیلم، مشوق من بودند و در همه‌ی مراحل زندگی از محبت‌های ایشان بهره‌مند شده‌ام.

درود بیکران بر آفریدگار جهان که ابر بهاری را فرمود تا بنات نبات در مهد زمین بپرورد. درختان را به خلعت نوروزی قبای سبز ورق در برگرفته و اطفال شاخ را به قدوم موسم بهار، کلاه شکوفه بر سر نهاده تا آدمیان از وجود آنان بهره گیرند.

جای بسی فخر و مباهات است که استادانی فرزانه، همچون جناب آقای دکتر قدیر نوری قنبلانی و جناب آقای دکتر سید علی‌اصغر فتحی، اساتید راهنمای بنده در طول اجرای این پایان‌نامه بودند و زحمات فراوانی را متقبل شدند و با راهنمایی‌های ارزنده‌ی خویش مرا در اجرای این پایان‌نامه یاری نمودند، از محضر ایشان نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از رهنمودهای ارزنده‌ی جناب آقای مهندس مهدی حسن‌پور که استاد مشاور بنده در طول اجرای پایان‌نامه بودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از اساتید بزرگوار، جناب آقای دکتر هوشنگ رفیعی دستجردی (داور داخلی) و جناب آقای دکتر محمد حسین کاظمی (داور خارجی) که زحمت خواندن و داوری پایان‌نامه را تقبل فرمودند و نظرات ارزنده‌ای برای بهبود این پایان‌نامه ارائه دادند صمیمانه سپاسگزارم.

از سایر اساتید بزرگوار و محترم گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی، که در طول دوران تحصیلم در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، از محضرشان کسب فیض و ادب نموده‌ام قدردانی می‌نمایم.

صمیمانه‌ترین سپاسها و درودهای قلبی خودم را نثار پدر بزرگوار و مادر مهربانم، خواهران عزیزم ساناز و بهار و برادرم علی می‌نمایم که همواره در طول مدت تحصیلم مشوق و پشتیبان من بوده‌اند.

از همراهی و راهنمایی‌های ارزنده‌ی دوست عزیزم، سرکار خانم مهندس مریم ملازاده‌اقدم، که مساعدتهای ایشان در طول مدت اجرای پایان‌نامه، همراه و مشگل‌گشای بنده بوده، بی‌نهایت سپاسگزارم.

از جناب آقای مهندس احد بصیری، مدیریت محترم جهاد کشاورزی شهرستان سراب، که زمینه را برای ادامه‌ی تحصیلم فراهم نموده‌اند سپاسگزارم.

از همراهی و همدلی دوست عزیزم سرکار خانم مهندس نازنین مستقیمی، که همواره در طول اجرای پایان‌نامه مرا یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

نام خانوادگی دانشجو: علی‌اوغلی **نام**: نگار

عنوان پایان‌نامه: تاثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی سه حشره‌کش *Bt* ، ایمیداکلوپراید و فن‌والریت در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در منطقه‌ی سراب.

اساتید راهنما: دکتر قدیر نوری قنبلانی و دکتر سید علی‌اصغر فتحی

استاد مشاور: مهندس مهدی حسن‌پور

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: حشره شناسی **گرایش**: کشاورزی **دانشگاه**: محقق اردبیلی

دانشکده: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی**: ۱۳۸۸/۱/۲٤ **تعداد صفحه**: ۷۱

کلید واژه‌ها: سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، حشره‌کش زیستی *Bt* ، فن‌والریت، ایمیداکلوپراید

چکیده:

سیب‌زمینی یک محصول زراعی عمده در کشور ایران می‌باشد که تا سال ۱۳٦۳ فاقد آفت جدی در کشور بود. در سال ۱۳٦۳ سوسک کلرادوی سیب‌زمینی برای نخستین بار در مزارع سیب‌زمینی اردبیل مشاهده گردید. از آن به بعد این آفت به عنوان یک آفت کلیدی در مزارع سیب‌زمینی اکثر نقاط کشور استقرار یافته است که با تغذیه از برگ‌های میزبان و کاهش سطح فتوسنتیکی گیاه موجب کاهش عملکرد محصول می‌شود. در حال حاضر استفاده از روش کنترل شیمیایی موثرترین روش کنترل این آفت محسوب می‌شود. با توجه به مضرات سموم شیمیایی برای حشرات مفید، انسان و محیط زیست، جایگزین کردن روش کنترل شیمیایی با روش‌های غیر شیمیایی و یا کاهش مصرف حشره‌کش‌های مصنوعی بسیار ضروری می‌باشد. به همین دلیل در این تحقیق تاثیر جداگانه‌ی دزهای توصیه شده‌ی حشره‌کش‌های مصنوعی ایمیداکلوپراید و فن‌والریت و حشره‌کش میکروبی *Bt* و تاثیر تلفیقی از نصف دز توصیه شده‌ی این دو حشره-کش با نصف دز *Bt* در کنترل سوسک کلرادو تحت شرایط صحرایی در سال ۱۳۸۷ در شهرستان سراب مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که هیچ کدام از حشره‌کش‌های مصنوعی به تنهایی یا به صورت تلفیق با حشره‌کش میکروبی *Bt* بر روی تخم سوسک کلرادو تاثیر ندارند. ولی تراکم جمعیت لاروهای نسل اول و دوم سوسک کلرادو پس از کاربرد تیمارهای مختلف سمپاشی به طور معنی‌داری در مقایسه با جمعیت لاروها در تیمار شاهد کاهش یافت. به طوری که کمترین تراکم جمعیت لارو در تیمار تلفیقی نصف دز ایمیداکلوپراید + *Bt* مشاهده شد. بنابراین، تیمار تلفیقی نصف دز ایمیداکلوپراید + *Bt* در مقایسه با سایر تیمارها، کشندگی بیشتری را علیه لاروهای سوسک‌کلرادو نشان داد. بنابراین با توجه به مضرات سموم شیمیایی برای حشرات مفید و انسان کاربرد تلفیقی نصف دز توصیه شده‌ی سموم ایمیداکلوپراید و فن‌والریت به همراه نصف دز توصیه شده‌ی *Bt* به جای دز کامل سموم ایمیداکلوپراید و فن-والریت برای کنترل لاروهای سوسک کلرادو توصیه می‌شود. در این تحقیق تاثیر دز توصیه شده‌ی *Bt* در کنترل لاروها در مقایسه با سایر تیمارهای سمپاشی کمتر بود و خاصیت کشندگی *Bt* با افزایش سن لاروها کاهش یافت. همچنین کاربرد سم ایمیداکلوپراید و فن‌والریت بر روی حشرات‌کامل سوسک کلرادو باعث کاهش معنی‌دار جمعیت حشرات-کامل در هر دو نسل (در مقایسه با تیمار شاهد) شد.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- کلیات و تاریخچه‌ی سیب‌زمینی ۳

۱-۲-۱- سطح زیر کشت و میزان تولید سیب‌زمینی ۳

۱-۲-۲- مواد متشکله‌ی سیب‌زمینی ٤

۱-۲-۳- گیاه‌شناسی سیب‌زمینی ٥

۱-۳- آفات سیب‌زمینی ٦

۱-٤- جایگاه سوسک کلرادو در رده‌بندی حشرات ۷

۱-٥- تاریخچه‌ی سوسک کلرادو ۷

۱-٦- ریخت‌شناسی مراحل مختلف زیستی ۸

۱-۷- چرخه‌ی زیستی ۹

۱-۸- دیاپوز ۱۱

۱-۹- رفتار تغذیه‌ای و میزبان‌یابی حشرات‌کامل ۱۲

۱-۱۰- روش‌های کنترل ۱۳

۱-۱۰-۱- کنترل زراعی ۱۳

۱-۱۰-۲- کنترل بیولوژیک با استفاده از دشمنان طبیعی ۱٤

۱-۱۰-۳- کنترل میکروبی ۱٥

۱-۱۰-۳-۱- پیش‌جانوران بیمارگر ۱٦

۱-۱۰-۳-۲- نماتدهای بیمارگر ۱٦

۱-۱۰-۳-۳- قارچ‌های بیمارگر ۱٦

۱-۱۰-۳-٤- باکتری‌های بیمارگر ۱۷
۱-۱۱- کنترل بیولوژیک جامع ۲۳
۱-۱۲- کلیاتی در مورد حشره‌کش‌ها ۲٤
۱-۱۲-۱- کلیاتی در مورد آفت‌کش‌های ایمیداکلوپراید و فن‌والریت ۲۵
۱-۱۳- کنترل شیمیایی ۲٦
۲- مواد و روش تحقیق
۲-۱- مشخصات محل انجام آزمایش‌ها ۳۳
۲-۲- مشخصات رقم سیب‌زمینی مورد استفاده ۳٤
۲-۳- عملیات آماده سازی زمین و کاشت ۳٤
۲-٤- حشره‌کش‌های مورد استفاده ۳۷
۲-۵- نقشه‌ی کلی کرت‌های آزمایشی و تیمارهای سمپاشی ۳۹
۲-٦- مطالعه‌ی تاثیر تیمارهای سمپاشی در کنترل جمعیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی ٤۱
۲-۷- تجزیه‌های آماری ٤٦
۳- نتایج و بحث
۳-۱- تاثیر تیمارهای مختلف سمپاشی در تراکم جمعیت مراحل مختلف زیستی نسل اول سوسک کلرادو ٤۷
۳-۱-۱- تراکم جمعیت تخم ۵۰
۳-۱-۲- تراکم جمعیت لارو ۵۰
۳-۱-۳- تراکم جمعیت حشره‌ی‌کامل ۵۲
۳-۲- تاثیر تیمارهای مختلف سمپاشی در تراکم جمعیت مراحل مختلف زیستی نسل دوم سوسک کلرادو ۵۳
۳-۲-۱- تراکم جمعیت تخم ۵٦

۳-۲-۲- تراکم جمعیت لارو ۵۷
۳-۲-۳- تراکم جمعیت حشره‌ی‌کامل ۵۹
۳-۳- نتیجه‌گیری ۶۱
۳-٤- پیشنهادها ۶۲
منابع ۶۳
چکیده انگلیسی
عنوان انگلیسی

فهرست شکل‌ها

عنوان ..... صفحه

شکل۲-۱- غده‌های بذری سیب‌زمینی آگریا ۳٤

شکل۲-۲- مرحله‌ی شخم‌زنی مزرعه با تراکتور..... ۳۵

شکل ۲-۳- مرحله‌ی ایجاد جوی و پشته در مزرعه برای کشت غده‌ها ۳۵

شکل ۲-٤- کاشت سیب‌زمینی ۳٦

شکل ۲-۵- وجین دستی علف‌های هرز مزرعه‌ی سیب‌زمینی ۳٦

شکل ۲-٦- خاک دهی پای بوته‌های سیب‌زمینی ۳۷

شکل ۲-۷- سموم حشره‌کش مورد استفاده در تحقیق..... ۳۷

شکل ۲-۸- نقشه کرت‌های آزمایشی در مزرعه..... ۳۹

شکل ۲-۹- دستگاه سمپاش مورد استفاده درسمپاشی کرت‌های آزمایشی ٤۰

شکل ۲-۱۰- استفاده از تخته‌های چوبی برای نشانه‌گذاری کرت‌ها..... ٤۱

شکل ۲-۱۱- بستن نخ برای شماره‌گذاری ۲۵ بوته‌ی آزمایشی ٤۱

شکل ۲-۱۲- نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی..... ٤۲

شکل ۲-۱۳- سمپاشی کرت‌های آزمایشی در مزرعه ٤۵

شکل ۳-۱- منحنی‌های تغییرات تعداد تخم نسل اول در تیمارهای مختلف..... ۵۰

شکل ۳-۲- منحنی‌های تغییرات تعداد لارو نسل اول در تیمارهای مختلف ۵۲

شکل ۳-۳- منحنی‌های تغییرات تعداد حشرات‌کامل نسل اول در تیمارهای مختلف..... ۵۳

شکل ۳-٤- منحنی‌های تغییرات تعداد تخم نسل دوم در تیمارهای مختلف..... ۵۷

شکل ۳-۵- منحنی‌های تغییرات تعداد لارو نسل دوم در تیمارهای مختلف..... ۵۹

شکل ۳-٦- منحنی‌های تغییرات تعداد حشرات‌کامل نسل دوم در تیمارهای مختلف ٦۰

فهرست جدول‌ها

عنوان ..... صفحه

جدول ۲-۱- ویژگی‌های اقلیمی دشت سراب در سال زراعی (۱۳۸٦-۱۳۸۷) ۳۳

جدول ۳-۱- تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تاثیر تیمارهای مختلف سمپاشی در تراکم جمعیت مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در نسل اول ٤۷

جدول ۳-۲- مقایسه میانگین تراکم جمعیت مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در نسل اول بین تیمارهای مختلف سمپاشی و شاهد ٤۹

جدول ۳-۳- تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تاثیر تیمارهای مختلف سمپاشی در تراکم جمعیت مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در نسل دوم ٥٤

جدول ۳-٤- مقایسه میانگین تراکم جمعیت مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در نسل دوم بین تیمارهای مختلف سمپاشی و شاهد ٥٦

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

سیب‌زمینی یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که بعد از ذرت دارای گسترده‌ترین توزیع کشت در جهان می‌باشد. این محصول در حدود ۱٤۰ کشور جهان کشت می‌شود که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری واقع شده‌اند. اما هنوز بیشترین تولید این محصول در مناطق معتدله، در کشورهای صنعتی متمرکز است. تقریبا یک سوم این محصول در کشورهای در حال توسعه، بطور عمده در کشورهای آسیایی تولید می‌شود. در کشور ایران نیاز مردم به سیب‌زمینی بعد از غلات در درجه‌ی دوم اهمیت قرار دارد. کمتر از نیمی از سیب‌زمینی تولید شده در جهان به مصرف تغذیه‌ی انسان می‌رسد و بخش قابل توجهی از آن به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). در ابتدا مردم، چندان رغبتی برای کشت این گیاه نشان نمی‌دادند تا اینکه به تدریج در اواسط قرن نوزدهم پی به خواص مختلف آن برده و در اکثر نقاط جهان کشت شد (پیوست، ۱۳۸۱). سیب‌زمینی مثل بقیه‌ی گیاهان زراعی دارای آفاتی می‌باشد که کیفیت و کمیت محصول آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) ، مهمترین آفت حشره‌ای این گیاه بوده و از برگ‌های آن تغذیه می‌کند. بعد از کاشت گیاه سیب‌زمینی به عنوان گیاه زراعی در ایالت کلرادوی آمریکا، سوسک کلرادو به سرعت به مهمترین و زیانبارترین آفت حشره‌ای این گیاه تبدیل شد و در مدت زمان کوتاهی در سراسر مناطق کشت این گیاه در جهان انتشار یافت (هیر[1]، ۱۹۹۰). این آفت در ایران برای اولین بار در سال ۱۳٦۳ در اردبیل مشاهده شد و از آن زمان به بعد به

1- Hare

عنوان مهمترین آفت محصول سیب‌زمینی در اکثر نقاط کشور استقرار یافت (نوری قنبلانی، ۱۳۶۵ و ۱۳۶۸). تحقیقات مختلف نشان داده است که بین عملکرد سیب‌زمینی و طول مدت دوام برگ همبستگی مثبتی وجود دارد (برمنر و رادلی[۱]، ۱۹۶۶؛ برمنر و تاها[۲]، ۱۹۶۶). هر گونه کاهش سطح فتوسنتتیکی فعال گیاه توسط عواملی همانند تغذیه‌ی سوسک کلرادو باعث کاهش شدید طول مدت دوام برگ می‌شود (اشتینبرگ و اری[۳]، ۱۹۹۰). تغذیه‌ی شدید سوسک کلرادو در نسل اول به ویژه در مرحله‌ی گلدهی و غده‌زایی باعث کاهش شدید عملکرد محصول می‌شود ولی خسارت این آفت در اوایل و اواخر فصل زراعی در عملکرد محصول تاثیری ندارد (هیر، ۱۹۸۰؛ شیلد و وایمن[٤]، ۱۹۸٤). به خاطر فقدان سایر روش‌های موثر در کنترل این آفت، از حشره‌کش‌ها به طور گسترده در کنترل جمعیت این آفت استفاده می‌شود. استفاده‌ی بی‌رویه از حشره‌کش‌ها منجر به بروز مقاومت سوسک کلرادو به حشره‌کش‌ها و آلودگی زیست محیطی شده است. بنابراین، در سه دهه‌ی گذشته تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌ی راهکارهای جایگزین در مدیریت این آفت با هدف کاهش استفاده از حشره‌کش‌های مصنوعی انجام شده است. راهکارهای متعدد نظیر استفاده از آفت‌کش‌های میکروبی مانند باکتری *Bacillus thuringiensis* (Berliner) و کاربرد عوامل بیوکنترل در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد ارزیابی قرار گرفته است (فرو و همکاران[٥]، ۱۹۹۹؛ ساکزنا و همکاران[٦]، ۲۰۰٤؛ مارتین[۷]، ۲۰۰٤). این آفت از سال ۱۳۷۰ در مزارع سیب‌زمینی استان آذربایجان‌شرقی نیز مشاهده شده و امروزه به عنوان یک آفت جدی در مزارع سیب‌زمینی شهرستان سراب درآمده است برای کنترل این آفت در منطقه‌ی سراب در حال حاضر از روش کنترل شیمیایی با استفاده از حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و فن‌والریت استفاده می‌شود. در سایر مناطق سیب‌زمینی‌کاری جهان کاربرد دراز مدت روش کنترل شیمیایی به ظهور مقاومت در این حشره منجر شد. برای جلوگیری از ظهور جمعیت‌های مقاوم سوسک کلرادو استفاده از دزهای پایین حشره‌کش‌های مصنوعی و نیز کاربرد حشره‌کش زیستی *B. thuringiensis* به عنوان یکی از

1- Bremnner and Radley
2- Bremnner and Taha
3- Shtienberg and Ery
4- Shield and Wyman
5- Ferro *et al*.
6- Saxena *et al*.
7- Martin

راهکارهای مناسب برای کنترل سوسک کلرادو مورد بررسی قرار گرفته است (ساکزنا، ۲۰۰٤). بنابراین در این تحقیق کارایی دو حشره‌کش مصنوعی ایمیداکلوپراید و فنوالریت و حشره‌کش میکروبی *Bt* به صورت تنها و تلفیق نصف دز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای ایمیداکلوپراید همراه با *Bt* و نیز تلفیق نصف دز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای فن‌والریت همراه با *Bt* در کنترل سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی شهرستان سراب با هدف کاهش دز مصرفی و کاهش آلودگی زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۲- کلیات و تاریخچه‌ی سیب‌زمینی

نام علمی سیب‌زمینی *Solanum tuberosum* L. و اسامی این گیاه در زبان انگلیسی Potato ، در زبان فرانسوی Pomme de terre و در زبان آلمانی Kartoffel می‌باشد (کروبی‌زاده، ۱۳۷۸). خاستگاه سیب‌زمینی کوهستان‌های آمریکای جنوبی می‌باشد که در آنجا از دیر باز به عنوان یک محصول مهم مطرح بوده است. نوع خودروی آن در ارتفاعات آند، بولیوی، پرو و شیلی یافت می‌شود که به اکثر آفات و بیماری‌ها مقاوم است. کشت این گیاه از ۲۰۰۰ سال پیش در میان ساکنین پرو رایج بوده است (شیبانی، ۱۳٦۱؛ رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵؛ پیوست، ۱۳۸۱). سیب‌زمینی در قرن شانزدهم توسط اسپانیایی‌ها به اروپا برده شد و کشت آن در اروپای غربی به طور گسترده‌ای متداول گردید به نحوی که در اواخر سال ۱۷۰۰ در اروپا به عنوان یک غذای عمده پذیرفته شده و از آنجا به سایر نقاط جهان راه یافت (خواجه‌پور، ۱۳۷۰؛ کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). تاریخچه‌ی کشت سیب‌زمینی در ایران به دوران سلطنت فتحعلی شاه قاجار بر می‌گردد که در آن زمان سرجان ملکم[۳] انگلیسی مقداری سیب‌زمینی از انگلستان به ایران وارد کرد و در سطح بسیار محدودی مورد کشت قرار گرفت و سپس سطح زیر کشت آن به تدریج افزایش یافت (جعفری‌زارع، ۱۳۷٦).

۱-۲-۱- سطح زیر کشت و میزان تولید سیب‌زمینی

اهمیت سیب‌زمینی به خاطر ارزش غذایی خاص آن، سازگاری خوب آن با شرایط آب و هوایی و شرایط انباری و حمل و نقل آسان آن است. به همین دلیل در اکثر مناطق معتدله‌ی جهان به کشت آن

1- Serjan melkom

اقدام می‌شود (پیوست، ۱۳۸۱). سه قرن پیش، سیب‌زمینی ندرتا به عنوان یک محصول غذایی در اروپا یا آمریکا شناخته می‌شد، ولی امروزه کشت آن در مناطق معتدله‌ی کره‌ی زمین رواج پیدا کرده و به عنوان یکی از مهمترین محصولات غذایی در دنیا شناخته شده است (مبلی و پیراسته، ۱۳۷۳). سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی (فائو[1]) در سال ۲۰۰۰ تولید جهانی سیب‌زمینی را نزدیک ۳۲۱ میلیون تن غده‌ی سیب‌زمینی از ۱۹/٦ میلیون هکتار زمین زراعی اعلام کرد (کاشیاپ و پاندا[2]، ۲۰۰۱). در کشور ایران سطح زیر کشت سیب‌زمینی از حدود ۱۲۸۰۹۲/۱ هکتار در دهه‌ی ٦۰ تدریجا به ۱٥٤۸٥۲/۳ هکتار در دهه‌ی ۷۰ و سپس به حدود ۱٦۳۸٤٤ هکتار در سال زراعی ۱۳۸٥ افزایش یافت. در طی این زمان کل تولید کشور ایران از ۲۰٦۱۹۹۱ تن در دهه‌ی ٦۰ به ۳۲۲۰۹۹٤ تن در دهه‌ی ۷۰ و سپس به حدود ٤۲۱۸٥۲۲ تن در سال زراعی ۱۳۸٥ افزایش یافته است. سطح زیر کشت استان آذربایجان‌شرقی در سال ۱۳۸٥ برابر ۹٥۱۳ هکتار و عملکرد آن در همین سال ۳۰/۷ تن گزارش گردید. همچنین طبق آخرین آمار منتشر شده‌ی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی، سطح زیر کشت سیب‌زمینی در این استان در سال زراعی ۱۳۸۷، برابر ۱۰۰۱٥ هکتار و میانگین عملکرد آن در همین سال ۳۲/۸ تن در هکتار بوده است (بی‌نام، ۱۳۸٥). در حال حاضر، سیب‌زمینی یکی از مهمترین گیاهان زراعی در تغذیه‌ی انسان بوده و بعد از گیاهان گندم، برنج، ذرت و جو در مقام پنجم اهمیت در جهان قرار دارد (جعفرپور، ۱۳۷۰).

۱-۲-۲- مواد متشکله‌ی سیب‌زمینی

مواد متشکله‌ی سیب‌زمینی بسته به نوع رقم، نوع زمین، نوع کشت، مقدار کود مصرف شده، میزان رسیدگی غده‌ها و شرایط انباری متفاوت است. در سیب‌زمینی مقادیر زیادی ویتامین C و ویتامین‌های A ، B_1 و B_2 و وجود دارد همچنین در این گیاه مواد رنگی، اسیدهای آلی، هورمونها و آنزیم‌ها نیز وجود دارد. مواد پروتئینی در لایه‌ی خارجی پارانشیم ذخیره‌ای نزدیکی چشم‌ها و مقداری نیز در مغز غده وجود دارد. مقدار نشاسته به طرف قسمت داخلی غده زیادتر می‌شود و بعد دوباره کمتر شده و در مغز به کمترین مقدار خود می‌رسد. مقدار سولانین[3] موجود در ارقام مختلف تا حدودی متفاوت بوده و

1- FAO (Food and Agriculture Organization of the Unitad Nations)
2- Kashyap and Panda 3-Solanin

در غده‌های سبز و قرمز بیشتر است و خوردن آنها ممکن است باعث مسمومیت شود. سیاه شدن در موقع پخت مربوط به واکنش‌های شیمیایی است که در آن تیروزین[1] به ملانین[2] تبدیل می‌شود. در اثر وجود ترکیبات آهن و فنل[3] نیز تغییرات شیمیایی دیگری به وجود می‌آید که باعث سیاه شدن آب در موقع پختن سیب‌زمینی می‌گردد (پیوست، ۱۳۸۱).

۱-۲-۳- گیاه‌شناسی سیب‌زمینی

سیب‌زمینی به تیره‌ی بادمجانیان[4] تعلق دارد. جنس ***Solanum*** دارای گونه‌های زیادی بوده ولی تنها گونه‌ی ***S. tuberosum*** و چند گونه‌ی دیگر غده تولید می‌نمایند. قسمت هوایی این گیاه در اثر سرمای زمستان خشکیده و از بین می‌رود ولی غده‌های باقی‌مانده در خاک می‌توانند در بهار سال بعد جوانه زده و گیاه جدیدی را تولید نمایند. بنابراین، سیب‌زمینی از نظر ساقه‌های زیرزمینی که در انتهای آنها غده‌ها تشکیل می‌شوند گیاهی است دایمی، ولی از نظر ساقه‌های هوایی و برگ‌ها گیاهی یکساله است. ساقه‌های هوایی از روی چشمک‌هایی که روی غده‌ی مادری وجود دارند خارج شده و برگ، گل و میوه تولید می‌کنند. ساقه‌ها در اغلب نژادها توخالی بوده و رنگ آنها اغلب سبز است، ولی در بعضی موارد به رنگ‌های قرمز و بنفش نیز دیده می‌شوند. برگ‌های سیب‌زمینی در ابتدا ساده ولی در مراحل بعدی رشد به صورت مرکب پرزدار در می‌آیند و مقدار و اندازه‌ی برگچه‌ها متفاوت است. گل‌های سیب‌زمینی به رنگ‌های مختلف از سفید تا ارغوانی و بنفش تیره دیده می‌شوند. تعداد گل در گیاه متفاوت است. از نظر گیاه‌شناسی، سیب‌زمینی که از بذر تولید می‌شود دارای ریشه‌ی اصلی عمودی است که تعداد زیادی ریشه‌های فرعی آن را احاطه می‌کنند، ولی گیاهی که از غده تولید می‌گردد دارای ریشه‌های افشان است. ریشه‌ها از قسمت انتهای ساقه و تعداد اندکی نیز از استولون‌ها[5] منشعب می‌شوند. استولون‌ها یا ساقه‌های زیرزمینی از جوانه‌های موجود در قسمت زیرزمینی انتهای ساقه تولید می‌شوند و در مراحل رشدی بعدی می‌توانند به درجات دیگری منشعب شوند. غده‌های تازه، از ضخیم شدن انتهای استولون‌ها حاصل می‌شوند. طول استولون‌ها نسبت به گونه‌ی سیب‌زمینی فرق می‌کند و عوامل محیطی نیز روی اندازه‌ی

1- Tyrosin 2- Melanin 3- Phenol 4- *Solanaceae* 5- Stolone

استولون‌ها تاثیر دارند. استولون‌های کوتاه و یکسان عمل برداشت را آسان می‌کنند (شیبانی، ۱۳۶۱؛ پیوست، ۱۳۸۱).

۱-۳- آفات سیب‌زمینی

رایت و همکاران[۶] (۲۰۰۷) فهرست آفات عمده‌ی سیب‌زمینی را به شرح زیر ارایه کرده‌اند:

Leptinotarsa decemlineata (Say)

Phthorimaea operculella (Zeller)

Agriotes lineatus (L.)

Myzus persicae (Sulzer)

Aphis nasturtii Kaltenbach

Macrosiphum euphorbiae (Thomas)

Aulacortum solani (Kalt.)

Empoasca fabae (Harris)

Paratrioza cockerelli (Sulc.)

Ostrinia nubilalis (Hubner)

Trichobaris trinotata Say

Epitrix cucumeris Harris

Liriomyza huidobrensis (Blanchard)

1- Wraight *et al.*

۱-٤- جایگاه سوسک کلرادو در رده‌بندی حشرات (تریپلهورن و جانسون[۷]، ۲۰۰۵).

سلسله: جانوران	Kingdom: Animalia
شاخه: بندپایان	Phylum: Arthropoda
رده: شش پایان	Class: Hexapoda
زیررده: حشرات بالدار	Subclass: Pterygota
راسته: سخت‌بالپوشان	Order: Coleoptera
خانواده	Family: Chrysomelidae
زیرخانواده	Subfamily: Chrysomelinae
قبیله	Tribe: Doryphorini
جنس	Genus: *Leptinotarsa*
گونه	Species: *L. decemlineata*

لازم به ذکر است که *Chrysomela decemlineata* Say, *Doryphora decemlineata* Rogers و *Polygramma decemlineata* Mels اسامی مترادف *Leptinotarsa decemlineata* (Say) بوده و نام عمومی این آفت در زبان انگلیسی Colorado potato beetle می‌باشد (اسمیت و همکاران[۲]، ۱۹۹۷). سوسک‌های جنس *Leptinotarsa* که سوسک کلرادوی سیب‌زمینی نیز به آن تعلق دارد دارای ۱۲ گونه در آمریکای شمالی و ٤٥ گونه در سطح جهان می‌باشد. خاستگاه این جنس کشور مکزیک[۳] است و از آنجا به سایر نقاط جهان انتشار یافته است (هسیائو و هسیائو[٤]، ۱۹۸۳).

۱-٥- تاریخچه‌ی سوسک‌کلرادو

سوسک کلرادو برای اولین بار بوسیله توماس نوتال[٥] در سال ۱۸۱۱ کشف گردید و در سال ۱۸۲٤ توسط توماس سی[٦] از نمونه‌های جمع‌آوری شده از کوه‌های راکی[۷] روی نوعی تاج‌ریزی به نام *Solanum rostratum* Dunal. توصیف شد. تغذیه‌ی این حشره از گیاه سیب‌زمینی تا سال ۱۸٥۹

1- Triplehorn and Johnson 2- Smith *et al*. 3- Mexico
4 - Hsiao and Hsiao 5- Thomas Nuthal 6- Thomas Say 7- Rocky

ناشناخته بود، تا این‌که سوسک‌ها شروع به از بین بردن بوته‌های سیب‌زمینی در حدود ۱۹۰/٦ کیلومتر غربی شهر اماها[8] در ایالت نبراسکا[2] کردند. سپس این حشره به طرف شرق آمریکا منتشر شده و در سال ۱۸۷٤ از ایالت‌های شرقی آمریکا گزارش گردید. ابتدا تصور می‌شد که خاستگاه سوسک کلرادوی سیب‌زمینی ایالت کلرادوی آمریکا است، ولی تحقیقات بعدی نشان داد که این آفت بومی مکزیک[9] می‌باشد. اولین بار رایلی[3] نام عمومی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را برای این حشره به کار برد. این حشره در طول جنگ جهانی اول در داخل محصولات زراعی ارسال شده از آمریکا به غرب اروپا وارد این مناطق شد و اکنون در همه‌ی مناطق اروپا به جز انگلستان و سوئد انتشار یافته و گسترش آن در نواحی شرقی و جنوب شرقی اروپا و آسیا ادامه دارد (هیر، ۱۹۹۰؛ ریچارد[4]، ۲۰۰۰). این آفت در سال ۱۹۰۱ در مزارع بندر تیلبری[5] انگلستان مشاهده شد. قبل از این تاریخ هم جمعیت‌هایی از این حشره در برخی مناطق این کشور گزارش شده بود که هر بار با استفاده از روش‌های مختلف قرنطینه‌ی نباتی و نیز به کار بردن حشره‌کش‌های بادوام و با تدخین خاک از طریق گاز دی‌سولفیدکربن جهت از بین بردن حشرات‌کامل و شفیره‌های موجود در خاک توانستند آفت را ریشه‌کن کنند (کاظمی، ۱۳٦۳). در ایران سوسک کلرادوی سیب‌زمینی برای نخستین بار در سال ۱۳٦۳ در مزارع سیب‌زمینی اردبیل مشاهده گردید (نوری قنبلانی، ۱۳٦۵ و ۱۳٦۸) و از آن زمان به بعد این آفت به عنوان یک آفت کلیدی در مزارع سیب‌زمینی اکثر نقاط کشور استقرار یافته است.

۱-٦- ریخت‌شناسی مراحل مختلف زیستی

حشره‌ی‌کامل سوسکی است بیضی شکل، محدب و لاک پشت مانند که حدود ٦ تا ۱۱ میلی‌متر طول و ۳ تا ٦ میلی‌متر عرض دارد و رنگ بدن آن زرد یا زرد مایل به نارنجی است. رنگ متن بالپوش‌ها زرد مایل به نارنجی بوده و روی هر بالپوش پنج خط سیاه رنگ طولی وجود دارد. خط اول از طرف حاشیه‌ی بالپوش، از چهارتای بعدی کوتاهتر است. خطوط دو تا پنج بیشتر از نصف طول بالپوش را طی کرده و کاملا مشخص هستند. چشم‌های مرکب، سیاه و لوبیایی شکل می‌باشند. زیر بدن حشره متمایل به قرمز و

1- Omaha 2- Nebraska 3- Riley 4- Richard 5- Tilbury

همراه با لکه‌های سیاه است. پنجه‌ها پنج بندی مخفی و به رنگ حنایی بوده و شاخک‌ها از نوع چماقی و ۱۱ بندی می‌باشند. تخم‌ها بیضی شکل و به رنگ نارنجی مایل به زرد بوده و که در دسته‌های ۲۰ تا ٦۰ عددی در سطح زیرین برگ‌های سیب‌زمینی قرار داده می‌شوند. اندازه‌ی متوسط تخم‌ها ۱/٤٥ میلی‌متر و رنگ آن‌ها نزدیک زمان تفریخ به نارنجی تند مایل می‌شود (کاظمی، ۱۳٦۳؛ ریچارد، ۲۰۰۰). سوسک کلرادوی سیب‌زمینی دارای ٤ سن لاروی می‌باشد. لارو حشره به صورت محدب، قوسی شکل و گوشتی بوده و پس از رشد کامل طول آن به ۱۲ تا ۱٤ میلی‌متر می‌رسد. لاروها نارنجی رنگ و دارای لکه‌های تیره در هر طرف بدن می‌باشند. سر لارو کوچک و سیاه رنگ است. پشت سر لارو یک قسمت سخت و اسکلروتینی دیده می‌شود که همان پرونوتوم[10] است. پرونوتوم در سنین اول و دوم کاملا تیره رنگ است. روی سر لارو شش عدد چشم ساده‌ی جانبی و یک جفت شاخک سه‌بندی قرار دارد. شکم لارو ۹ بندی می‌باشد. در دو طرف بدن لارو دو ردیف لکه‌های جانبی وجود دارد که ردیف بالایی سوراخ‌های تنفسی و ردیف پایینی برجستگی‌های حامل مو می‌باشند (کاظمی، ۱۳٦۳). شفیره‌ی سوسک کلرادو به طور متوسط ۱۰ میلی‌متر طول دارد و رنگ آن زرد است و در داخل لانه‌ی شفیرگی در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری خاک تشکیل می‌شود (بهداد، ۱۳۸۱).

۱-۷- چرخه‌ی زیستی

سوسک کلرادو دارای چهار سن لاروی می‌باشد. این آفت زمستان را به صورت حشره‌ی‌کامل در داخل خاک سپری می‌کند. عمق نفوذ حشرات‌کامل در داخل خاک بسته به جنس و دمای خاک ۷ تا ۵۰ سانتی‌متر گزارش شده است (نوری قنبلانی، ۱۳٦۸). در فصل بهار حشرات‌کامل پس از خروج از خاک برای یافتن میزبان‌های خود اقدام به راه رفتن و یا پرواز می‌کنند و روی اولین گیاه میزبانی که می‌بینند قرار گرفته و شروع به تغذیه می‌کنند (هیر، ۱۹۹۰). پنج الی ده روز بعد از این‌که سوسک‌ها خارج شدند تخم‌ریزی آن‌ها شروع می‌شود. تخم‌ها اکثرا در سطح زیرین برگ قرار داده می‌شوند. زمان اوج تخم‌ریزی حشره در آزمایشگاه بین روزهای پانزدهم و سی‌ام تخم‌ریزی می‌باشد. تعداد کل تخم‌هایی که توسط هر

1- Pronotum