



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی  
گروه آموزشی گیاهپزشکی

پایان‌نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی حشره‌شناسی کشاورزی

عنوان:

**تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی و شبنم در تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی سوسک  
کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* Say و میزان خسارت  
این آفت**

استاد راهنما:

دکتر سید علی اصغر فتحی

اساتید مشاور:

دکتر علی گلی‌زاده - دکتر مریم بزرگ‌امیرکلایی

پژوهشگر:

وحید دهقانی کرگان

تابستان - ۱۳۹۶

نام خانوادگی: دهقانی کرگان	نام: وحید
عنوان پایان نامه: تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی و شبدر در تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say و میزان خسارت این آفت	
اساتید راهنما: دکتر سید علی اصغر فتحی	
اساتید مشاور: دکتر علی گلی‌زاده و دکتر مریم بزرگ امیرکلایی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: حشره‌شناسی کشاورزی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۶/۰۶/۲۰
تعداد صفحه: ۵۴	
<p><b>چکیده:</b> سوسک کلرادوی سیب زمینی، <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say)، یکی از آفات مهم سیب‌زمینی در ایران می‌باشد. در این پژوهش تراکم جمعیت این آفت، فراوانی و تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آن در چهار نوع سیستم کشت نواری سیب‌زمینی و شبدر شامل: (۱) تک‌کشتی سیب‌زمینی، (۲) سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر، (۳) شش ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و (۴) نه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر در منطقه اردبیل در سال زراعی ۱۳۹۵ بررسی شد. کمترین تراکم جمعیت سوسک کلرادو (تخم‌ها و دسته‌های آن، لاروها، حشرات بالغ) در سیستم کشت‌نواری سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و بیشترین تراکم آن‌ها در در سیستم تک‌کشتی سیب‌زمینی مشاهده شد. در میان دشمنان طبیعی فعال این آفت روی اندام‌های هوایی گیاه، بالتوری سبز <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) و کفشدوزک‌ها شامل <i>Hippodamia convergens</i> و <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) و <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)، <i>Guernmenevelle</i> نسبی را داشتند. فراوانی این شکارگرها (بالتوری سبز و کفشدوزک‌ها) به ترتیب در تیمارهای سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر، شش ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و نه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و تک‌کشت سیب زمینی به صورت نزولی کاهش یافت. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون (<math>H'</math>) برای گونه‌های شکارگر فعال روی اندام‌های هوایی گیاه، در کشت‌نواری سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و کمترین آن در سیستم تک‌کشتی سیب‌زمینی به دست آمد. اختلاف معنی‌داری بین شاخص یکنواختی شانون (<math>E</math>) برای این شکارگرها بین تیمارها مشاهده نشد. در تحقیق حاضر، شکارگرهای خاکزی سوسک کلرادو شامل یک گونه <i>Opiliones</i>، عنکبوت‌ها و سوسک‌های شکارگر <i>Carabidae</i> با استفاده از تله‌های گودالی جمع‌آوری و شناسایی شدند. مقادیر شاخص تنوع شانون (<math>H'</math>) و شاخص یکنواختی شانون (<math>E</math>) برای شکارگرهای خاکزی در سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی با شبدر در مقایسه با سیستم تک‌کشتی سیب‌زمینی به طور معنی‌داری بیشتر به دست آمد. بر اساس شاخص شباهت مورسیتا-هورن، کمترین شباهت ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی بین سیستم کشت سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و سیستم تک‌کشتی سیب‌زمینی مشاهده شد. بیشترین شباهت این شاخص نیز بین سیستم‌های کشت‌نواری سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و سیستم شش ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر به دست آمد. در این تحقیق، درصد کاهش وزن تر غده‌های سیب‌زمینی در سیستم‌های چندکشتی در مقایسه با سیستم تک‌کشتی به طور معنی‌داری کمتر بود و در بین سیستم‌های چند کشتی کمترین مقدار آن در الگوی سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر به دست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت نواری شبدر بین ردیف‌های سیب‌زمینی (به‌خصوص در سیستم سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر) در افزایش تنوع شکارگرها و فراوانی آن‌ها و کاهش تراکم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی نقش مهمی دارد.</p>	
کلید واژه‌ها: تنوع گونه‌ای، درصد فراوانی، دشمنان طبیعی، سوسک کلرادو، سیب‌زمینی، شبدر	

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
<b>فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته</b>	
۲	۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۵	۱-۲- سطح زیر کشت و میزان تولید سیبزمینی.....
۶	۱-۳- جایگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی در رده‌بندی بندپایان.....
۶	۱-۴- تاریخچه و اهمیت سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
۷	۱-۵- گسترش سوسک کلرادوی سیبزمینی در ایران.....
۷	۱-۶- ریخت‌شناسی سوسک کلرادو.....
۸	۱-۷- زیستشناسی آفت.....
۱۰	۱-۸- خسارت آفت.....
۱۱	۱-۹- روش‌های کنترل سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
۱۳	۱-۱۰- ارتباط تنوع گونه‌ای حشرات در اثر تنوع پوشش گیاهی.....
<b>فصل دوم: مواد و روش‌ها</b>	
۱۷	۲- مواد و روش تحقیق.....
۱۷	۲-۱- مکان و تیمارهای آزمایشی و آماده‌سازی مزرعه آزمایشی.....
۱۸	۲-۲- ارزیابی تراکم سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
۲۰	۲-۳- ارزیابی تنوع گونه‌ای و فراوانی دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
۲۰	۲-۳-۱- تنوع گونه‌ای و فراوانی شکارگرهای فعال روی اندام‌های هوایی سیبزمینی.....
	۲-۳-۲- تنوع گونه‌ای و فراوانی شکارگرهای خاکزی..... <i>Error! Bookmark not defined.</i>
	۲-۴- تعیین درصد کاهش وزن تر غده‌های سیبزمینی..... <i>Error! Bookmark not defined.</i>
	۲-۱۴- وزن کردن غده‌های سیبزمینی..... <i>Error! Bookmark not defined.</i>
	۲-۵- تجزیه آماری داده‌ها..... <i>Error! Bookmark not defined.</i>

### فصل سوم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۳- نتایج و یافته‌های پژوهش	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۳-۱- تراکم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۳-۲- تأثیر کشت نواری سیب‌زمینی با شبدر بر تنوع گونه‌ای و فراوانی دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۳-۲-۱- تنوع گونه‌ای شکارگرهای فعال روی اندام‌های هوایی	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۳-۲-۲- تنوع گونه‌ای شکارگرهای خاکزی	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۳-۳- تأثیر کشت نواری سیب‌زمینی همراه با شبدر بر درصد کاهش وزن تر غده‌های سیب‌زمینی	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>

*not defined.*

### فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری

۴-۱- بحث	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۴-۲- نتیجه‌گیری	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
۴-۳- پیشنهادها	.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
فهرست منابع و مآخذ	.....	۴۸

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳ - میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) تراکم دسته‌های تخم و تعداد تخم <i>Leptinotarsa decemlineata</i> در چهار سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۲-۳ - میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) تراکم لاروها و حشرات کامل <i>Leptinotarsa decemlineata</i> در چهار سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۳-۳ - شکارگرهای <i>Leptinotarsa decemlineata</i> روی گیاهان سیب‌زمینی و درصد فراوانی نسبی‌شان در چهار نوع سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۴-۳ - میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) مقدار شاخص تنوع شانون ( $H'$ ) و شاخص یکنواختی شانون ( $E$ ) برای گونه های شکارگر <i>Leptinotarsa decemlineata</i> روی اندام هوایی گیاه در چهار سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۵-۳ - مقدار شاخص شباهت مورسیتا- هورن برای ترکیب شکارگرهای <i>Leptinotarsa decemlineata</i> در چهار سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۶-۳ - میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) فراوانی لاروها و حشرات کامل کفشدوزک ها در چهار نوع سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
شکل ۷-۳ - میانگین ( $\pm$ ) تعداد لاروهای <i>Chrysoperla carnea</i> به ازای یک گیاه در چهار نوع سیستم کشت نواری سیب‌زمینی - شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۷-۳ - میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) فراوانی لاروهای <i>Chrysoperla carnea</i> در چهار نوع سیستم کشت سیب‌زمینی - شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۸-۳ - شکارگرهای خاکزی مراحل مختلف زیستی <i>Leptinotarsa decemlineata</i> در چهار نوع سیستم کشت سیب‌زمینی با شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۹-۳ - میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) مقدار شاخص تنوع شانون ( $H'$ ) و شاخص یکنواختی شانون ( $E$ ) برای شکارگرهای خاکزی <i>Leptinotarsa decemlineata</i> در چهار سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
جدول ۱۰-۳ - مقدار شاخص شباهت مورسیتا- هورن برای ترکیب شکارگرهای خاکزی <i>Leptinotarsa decemlineata</i> در چهار سیستم کشت سیب‌زمینی و شبدر.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
فصل اول.....	۱
<b>مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته.....</b>	۱
۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته.....	۲
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- سطح زیر کشت و میزان تولید سیبزمینی.....	۵
۳-۱- جایگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی در ردهبندی بندپایان.....	۶
۴-۱- تاریخچه و اهمیت سوسک کلرادوی سیبزمینی.....	۶
۵-۱- گسترش سوسک کلرادوی سیبزمینی در ایران.....	۷
۶-۱- ریختشناسی سوسک کلرادو.....	۷
۷-۱- زیستشناسی آفت.....	۸
۸-۱- خسارت آفت.....	۱۰
۹-۱- روش‌های کنترل سوسک کلرادوی سیبزمینی.....	۱۱
۱۰-۱- ارتباط تنوع گونه‌ای حشرات در اثر تنوع پوشش گیاهی.....	۱۳
فصل دوم.....	۱۶
<b>مواد و روش‌ها.....</b>	۱۶
۲- مواد و روش تحقیق.....	۱۷
۱-۲- مکان و تیمارهای آزمایشی و آماده‌سازی مزرعه آزمایشی.....	۱۷
شکل ۱-۲- شکل شماتیک چهار تیمار آزمایشی شامل الف) تک‌کشتی سیبزمینی، ب) سه ردیف سیبزمینی - سه ردیف شبدر، ج) شش ردیف سیبزمینی - سه ردیف شبدر و د) سه ردیف سیبزمینی - سه ردیف شبدر • نشاندهنده گیاهان سیبزمینی و ☼ نشاندهنده گیاهان شبدر میباشند.....	۱۷
شکل ۲-۲- آماده‌سازی مزرعه‌ی آزمایشی جهت کشت به روش جوی و پشته (اصل).....	۱۸
۲-۲- ارزیابی تراکم سوسک کلرادوی سیبزمینی.....	۱۸
شکل ۳-۲- تخم‌های سوسک کلرادو (اصل).....	۱۹
شکل ۴-۲- لاروهای سوسک کلرادو (اصل).....	۱۹
شکل ۶-۲- کفشدوزک هفت نقطه‌ای (اصل) شکل ۷-۲- عنکبوت <i>opilio</i> <i>Phalangium</i> (اصل)	۲۱
شکل ۸-۲- سن <i>Podisus maculiventris</i> (اصل) شکل ۹-۲- سن <i>Geocoris punctipes</i> (اصل)	۲۱
شکل ۱۰-۲- عنکبوت <i>Pardosa</i> sp. (اصل) شکل ۱۱-۲- لارو بالتوری سبیز (اصل)	۲۱

*Nabis* (اصل)

شکل ۲-۱۳- سن *punctatus*

شکل ۲-۱۲- سوسک *Lebia* sp. (اصل)

۲۱



## فصل اول

### مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

## ۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

### ۱-۱- مقدمه

استفاده‌ی بیش از حد سموم شیمیایی با از بین بردن میزبان‌های جایگزین و دشمنان طبیعی، موجب کاهش تنوع گونه‌ای بندپایان در اکوسیستم می‌شود. همچنین، ترویج و استفاده از سیستم تک‌کشتی باعث کاهش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی شده است. لذا در سال‌های اخیر تحقیقات با هدف یافتن روش‌های کنترلی جایگزین سالم برای محیط زیست افزایش یافته است تا بتوان از اطلاعات به‌دست آمده در مدیریت تلفیقی آفات (IPM) آگاهانه‌تر استفاده کرد (لوک و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۷۷). روش‌های کنونی برای کنترل آفات شامل ادغام چند روش در قالب برنامه تلفیقی آفات بوده که به ویژگی‌های اکوسیستم‌های کشاورزی بستگی دارد. یکی از مهم‌ترین آن‌ها تنوع پوشش گیاهی و مدیریت سیستم کشت زراعی است (التون<sup>۲</sup>، ۱۹۵۸). ساده‌سازی سیستم کشت می‌تواند بر فراوانی و کارایی دشمنان طبیعی تأثیر بگذارد، چرا که دشمنان طبیعی جهت دسترسی به منابعی از قبیل شکار/میزبان، گرده و شهد، پناهگاه و مکان‌های لانه‌سازی و زمستان‌گذرانی به پیچیدگی زیستگاه‌ها وابسته می‌باشند (آلتیری و لنتوورنائو<sup>۳</sup>، ۱۹۸۲). محققان به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش تنوع پوشش گیاهی باعث افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی می‌شود (آلتیری و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵). راه‌های مختلفی برای افزایش تنوع گیاهی در سیستم‌های کشت وجود دارد که از آن جمله می‌توان به تنوع پوشش گیاهی حاشیه مزرعه و تنوع گونه‌های مختلف گیاهی درون مزرعه‌ای به

---

1- Luck *et al.*

2- Elton

3-Altieri and Letourneau

4- Altieri *et al.*

صورت سیستم کشت مخلوط و یا چندکشتی با چیدمان‌های مختلف مکانی و زمانی اشاره کرد (آلتیری و نیکلاس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸).

استفاده از سیستم‌های چندکشتی از قبیل کشت مخلوط یا کشت نواری در مورد گیاهانی که باعث افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی روی محصول مورد نظر می‌شوند، به‌طور فزاینده‌ای در سیستم‌های جدید مدیریت آفات افزایش یافته است، چرا که استفاده از این گیاهان از لحاظ اکولوژیکی روش سالمی می‌باشد و مشکلات مربوط به باقی‌ماندن حشره‌کش‌ها در محیط زیست را نیز کاهش می‌دهد (پرایس<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷). با پیشرفت علم در زمینه‌ی کشاورزی و لزوم حفظ تنوع زیستی و مدیریت منابع حیات‌وحش، بررسی تنوع زیستی با استفاده از شاخص‌های مختلف تنوع به منظور توصیف و مقایسه وضعیت اکولوژیک اکوسیستم‌ها برای تصمیم‌گیری در مدیریت کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه غنای گونه‌ای یا تعداد گونه‌ها در یک‌سری از نمونه‌ها، اطلاعات مفیدی را برای مقایسه دو یا چند جامعه در یک زمان یا یک جامعه در زمان‌های مختلف ارائه می‌کند (پرایس، ۱۹۹۷)، اما در شرایطی که دو جامعه دارای تعداد مساوی گونه باشند، فراوانی نسبی یا یکنواختی توزیع گونه‌ها نیز باید اندازه‌گیری شود. به‌عبارت دیگر، غنای گونه‌ای معیار کاملی برای مقایسه جامعه‌ها از لحاظ تنوع زیستی و پایداری محسوب نمی‌شود. از این‌رو بوم‌شناسان هم تعداد گونه و هم فراوانی نسبی آن‌ها را در اندازه‌گیری تنوع زیستی در نظر می‌گیرند (دیسنی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹؛ مگوران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴).

از دیرباز تنوع رویشی گیاهان مختلف به عنوان عامل مهمی در تنظیم جمعیت حشرات به ویژه حشرات گیاه‌خوار شناخته شده است (آلتیری<sup>۵</sup>، ۱۹۹۹). با توجه به اهمیت گیاهان و بندپایان در ساختار و کارکرد اکوسیستم‌ها، شناخت چگونگی ارتباط و برهمکنش این دو جزء مهم، ضروری به نظر می‌رسد.

---

1- Altieri and nichollas

2- price

3- Disney

4- Magurran

5- Altieri

گیاه سیب‌زمینی، *Solanum tuberosum* L. از تیره Solanaeae، داری بوته‌های علفی ایستاده به ارتفاع ۱۵ تا ۶۰ سانتی‌متر با طول دوره‌ی رشد ۳ تا ۶ ماهه است (خواجه‌پور، ۱۳۷۵). این محصول یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در سرتاسر جهان می‌باشد که از نظر حجم تولید، پس از گندم، برنج و ذرت در رتبه‌ی چهارم قرار دارد. سیب‌زمینی در ۱۴۰ کشور جهان کشت می‌شود و به‌طور تقریبی یک‌سوم این محصول در کشورهای آسیایی تولید می‌شود (فائو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

گیاه سیب‌زمینی دارای آفات مهمی است که از آن جمله می‌توان به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera:Chrysomelidae) اشاره کرد که سالیانه خسارت زیادی به این گیاه زراعی در سراسر جهان وارد می‌کند (هیر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰). منشاء این آفت نواحی جنوب‌غربی آمریکا است (کاظمی، ۱۳۶۳). هم‌اکنون این آفت علاوه بر قاره‌ی آمریکا در تمام اروپا به جزء جزایر بریتانیا و کشورهای اسکاندیناوی پراکنده شده است و گسترش محدوده انتشار جغرافیایی این آفت در سراسر اروپا و آسیا ادامه دارد. جمعیت‌های کنترل نشده‌ی این آفت می‌تواند برگ‌های سیب‌زمینی را به‌طور کامل نابود کرده و باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد محصول شوند (نوری قنبلانی، ۱۳۶۸؛ هیر، ۱۹۹۰). این آفت قبلاً در ایران جزء آفات قرنطینه بوده ولی برای اولین بار در سال ۱۳۶۳ از مزارع سیب‌زمینی دشت اردبیل جمع‌آوری و گزارش شد (نوری قنبلانی، ۱۳۶۵). پس از آن این آفت در سراسر مناطق کشت سیب‌زمینی در ایران به عنوان یک آفت کلیدی انتشار یافت. امروزه بحث مدیریت تلفیقی محصول (ICM) با توجه به بحث خودکفایی محصولات کشاورزی و امنیت غذایی مصرف‌کنندگان بسیار مورد توجه قرار گرفته است. یکی از اجزای مهم ICM مدیریت تلفیقی آفات (IPM) است. در چارچوب IPM وابستگی به سموم کشاورزی به شدت کاهش یافته و عملکرد و سلامت محصول ارتقاء می‌یابد. متنوع‌کردن سیستم‌های کشت یکی از راه‌کارهای IPM می‌باشد که در سیستم‌های کشاورزی منجر به افزایش تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی و در نتیجه کاهش تراکم جمعیت آفات می‌شود. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر کشت سیب‌زمینی

---

1- FAO (Food And Agriculture Organization Of The United Nations

2- Hare

همراه با شبدر بر تراکم سوسک کلرادوی سیبزمینی و تنوع گونه‌های شکارگرهای آن طراحی شد. به‌طور کلی اهداف این تحقیق عبارتند از:

۱- ارزیابی تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیبزمینی و شبدر در ترکیب‌های مختلف بر تراکم جمعیت سوسک کلرادوی سیبزمینی

۲- ارزیابی تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیبزمینی و شبدر بر تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی

۳- تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیبزمینی و شبدر بر درصد فراوانی نسبی گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی

۴- ارزیابی اثر سیستم‌های کشت نواری سیبزمینی و شبدر بر میزان خسارت وارده به محصول سیبزمینی

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

براساس آخرین آمار جهانی ارائه شده توسط FAO در سال ۲۰۱۵، چین با ۹۵/۹ میلیون تن تولید و سهم ۲۵/۵ درصدی از کل تولید جهان بزرگ‌ترین تولیدکننده سیبزمینی می‌باشد. کشورهای هند و روسیه به ترتیب با تولید ۴۵/۳ و ۳۰/۲ میلیون تن سیبزمینی، دو تولیدکننده برتر بعدی می‌باشند. ایران نیز با ۵/۶ میلیون تن تولید و سهم ۱/۵ درصدی از تولید جهانی در جایگاه سیزدهم تولیدکننده‌های بزرگ این محصول قرار دارد (فائو، ۲۰۱۵).

در ایران، سطح زیر کشت سیبزمینی در سال ۱۳۹۳ بیش از ۱۸۶ هزار هکتار و در سال ۱۳۹۴ حدود ۱۶۰ هزار هکتار بود. اردبیل در سال ۱۳۹۳ با سطح زیرکشت حدود ۲۹۰۰۰ هکتار مقام دوم کشور را پس از استان همدان داشت که این میزان به حدود ۲۲۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ کاهش یافته است (بی‌نام، ۱۳۹۴).

### ۳-۱- جایگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی در رده‌بندی بندپایان

جایگاه این آفت در رده‌بندی توسط تریپلهورن و جانسون<sup>۱</sup>، (۲۰۰۵) به شرح زیر ارائه شده است:

Phylum: Arthropoda

Class: Hexapoda

Subclass: Pterygota

Order: Coleoptera

Family: Chrysomelidae

Subfamily: Chrysomelinae

Tribe: Doryphorini

Genus: *Leptinotarsa*

Species: *L. decemlineata* (Say)

### ۴-۱- تاریخچه و اهمیت سوسک کلرادوی سیبزمینی

این حشره، اولین بار توسط نوتالدر<sup>۲</sup> در سال ۱۸۱۱ و سپس توسط توماس سی<sup>۳</sup> در سال ۱۸۲۴ روی نوعی تاجریزی به نام *Solanum rostratum* (dunal) گزارش شد (جاسکوس<sup>۴</sup>، ۱۹۷۲). این حشره تا سال ۱۸۶۵ به عنوان آفت سیبزمینی شناخته نشده بود، ولی در آن زمان به مزارع سیبزمینی در مناطق کلرادو و نبراسکا<sup>۵</sup> در آیوا<sup>۶</sup> به مدت ۵ سال حمله کرد و باعث از بین رفتن بوته‌های سیبزمینی در شهر اماها<sup>۷</sup> در ایالت نبراسکا شد. سپس این حشره به طرف شرق آمریکا انتشار یافت و در سال ۱۸۷۴ از ایالت‌های شرقی آمریکا گزارش شد. ابتدا تصور می‌شد که خاستگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی ایالت کلرادوی آمریکا است،

---

1- Triplehorn and Johnson

2- notalder

3- Thomas Say

4- Jasques

5- Nebraska

6- Iowa

7- Omaha

ولی تحقیقات بعدی نشان داد که این آفت بومی مکزیک می‌باشد. والش<sup>۱</sup> (۱۸۶۶) بر ضرورت کنترل این آفت تأکید کرد و اظهار کرد که در صورت عدم مدیریت ما هر ساله با یک کاهش شدید محصول در ایالت می‌سی‌سی‌پی روبه‌رو خواهیم شد. در حال حاضر با گذشت ۱۵۰ سال از آن زمان هنوز استفاده از روش‌های مناسب برای مدیریت این آفت ضروری به نظر می‌رسد (هیچنر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷).

#### ۱-۵- گسترش سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در ایران

سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از آفات فوق‌العاده مخرب در ایران می‌باشد که سالانه خسارت زیادی وارد می‌کند. این آفت برای نخستین بار در مزارع سیب‌زمینی اردبیل در سال ۱۳۶۳ مشاهده شد (کاظمی، ۱۳۶۳) و از آن زمان به بعد به عنوان یک آفت کلیدی در مزارع سیب‌زمینی اردبیل استقرار یافت. پس از گزارش رسمی این آفت از استان اردبیل، اقدامات قرنطینه‌ای برای جلوگیری از انتشار آن به سایر مناطق کشور انجام گرفت، ولی متأسفانه از سال ۱۳۷۲ به بعد به تدریج به سایر نقاط کشور انتشار یافت. به طوری که این آفت در سال ۱۳۶۸ در منطقه آستارا، در سال ۱۳۷۲ در منطقه شمال غرب کشور و در سال ۱۳۷۴ در استان همدان گزارش شد (خانجانی، ۱۳۸۴).

#### ۱-۶- ریخت‌شناسی سوسک کلرادو

حشره‌ی کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی دارای بدنی بیضی شکل، به طول ۶ تا ۱۱ و عرض ۳ میلی‌متر می‌باشد. این حشره براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی افتراقی به سهولت قابل تشخیص است (لیبلانک<sup>۳</sup>، ۱۹۹۲). روی پیش‌گرده تعدادی لکه‌های سیاه رنگ وجود دارد. بال‌پوش‌ها زرد متمایل به قرمز حنایی بوده و روی هر یک از آن‌ها ۵ نوار تیره مشاهده می‌شود. این حشره در مجموع دارای ۱۰ نوار طولی است و به همین دلیل به آن *L. decemlineatus* گفته می‌شود. شاخک‌ها از نوع چماقی و ۱۱ بندی می‌باشد. جهت تشخیص نر و ماده از ویژگی‌های حلقه‌ی انتهایی شکمی استفاده می‌شود که در نرها حاشیه‌ی عقبی این حلقه به داخل فرورفتگی دارد (لیبلانک، ۱۹۹۲). تخم‌های این حشره بیضی شکل و به رنگ نارنجی

---

1- Walsh

2- Hitchner

3- Le Blanc

مایل به زرد بوده و تخم‌گذاری به صورت دسته‌ای در سطح زیرین برگ انجام می‌شود (کاپنیرا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱). اندازه متوسط تخم‌ها ۱/۴۵ میلی‌متر و رنگ آن‌ها نزدیک به زمان تفریخ به نارنجی تند تغییر می‌کند (کاظمی، ۱۳۶۳).

سوسک کلرادوی سیب‌زمینی دارای چهار سن لاروی است. لاروها به رنگ صورتی متمایل به قرمز بوده و دارای دو ردیف لکه‌های سیاه رنگ روی شکم می‌باشند. کپسول سر سیاه رنگ است. جهت تشخیص سن لاروها از عرض کپسول سر و میزان رشد لکه سیاه رنگ روی پیش‌گرده استفاده می‌شود. کپسول سر در لاروهای سن ۱ تا ۴ به ترتیب ۰/۶۵، ۱/۰۹، ۱/۶۷ و ۲/۵ میلی‌متر می‌باشد (کاپنیرا، ۲۰۰۱). همچنین میانگین طول بدن لاروهای سنین ۱ تا ۴ به ترتیب ۱/۵، ۳، ۵ و ۸ میلی‌متر گزارش شده است (لیبلانک، ۱۹۹۲).

#### ۱-۷- زیست‌شناسی آفت

دوره‌ی زندگی این حشره شامل هفت مرحله‌ی زیستی (تخم، چهار سن لاروی، شفیره و حشره کامل) می‌باشد (لیبلانک، ۱۹۹۲). اما لطیف و هارکوت<sup>۲</sup> (۱۹۷۴) هفت مرحله زیستی این آفت را شامل تخم، لارو، پیش‌شفیره، شفیره، حشرات کامل تابستانی، حشرات کامل زمستان‌گذران و حشرات کامل بهاره گزارش کردند. سوسک کلرادوی سیب‌زمینی آفتی چندخوار بوده و از گونه‌های متعلق به تیره‌ی سولاناسه تغذیه می‌کند. سوسک زمستان‌گذران درون خاک بوده و حشرات کامل در بهار ظاهر می‌شوند. سوسک‌های زمستان‌گذران در ویرجینیای شرقی اواخر آوریل و یا اواسط ماه می در مزارع شروع به فعالیت می‌کنند (زندر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۹). در ایران در منطقه‌ی خراسان شمالی حشرات کامل زمستان‌گذران، اواخر فروردین‌ماه (رحیمی و همکاران، ۱۳۷۹) و در منطقه‌ی اردبیل، اواخر اردیبهشت‌ماه از پناهگاه‌های زمستانی خود خارج می‌شوند. عمق پناهگاه زمستانی در خاک بر حسب جنس خاک و دمای محیط متغیر است؛ به‌طوری که در اردبیل در زمستان‌های بسیار سرد که قشر رویی خاک یخ زده، در عمق ۴۵ تا ۳۰ سانتی‌متری مشاهده

---

1- Capinera

2- Latheef and Harcourt

3- Zehnder



می‌شود (اردبیلی و کاظمی، ۱۳۷۴). این حشرات در خاک‌هایی با بافت شنی- لومی، در عمق ۵ تا ۴۵ سانتی‌متری زمستان‌گذرانی می‌کنند؛ بیشتر آن‌ها (۸۰ درصد) در عمق ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متری و درصد کمتری از آن‌ها در عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک زمستان‌گذرانی می‌کنند (گلی زاده و همکاران، ۱۳۸۲). سوسک‌های خارج شده از پناهگاه با راه رفتن و در مواردی با پرواز کردن میزبان‌های خود را می‌یابند (ووس و فیروو<sup>۱</sup>، ۱۹۹۰). سوسک‌های کلرادوی زمستان‌گذران در حاشیه مزارعی که درختان جنگلی فراوانی دارند بیشتر یافت شده و میزان مرگ‌ومیر آن‌ها در آن مناطق نیز کمتر می‌باشد (وبر و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴). تخم‌ریزی سوسک کلرادو و شکل‌گیری کلنی جمعیت آن در ابتدای فصل زراعی در مزارع سیب‌زمینی از حاشیه‌ها شروع و سپس به داخل مزرعه کشیده می‌شود (گاتیر و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۸۱؛ هیر، ۱۹۹۰). از دیدگاه اکولوژیک، طراحی روش‌های مناسب کنترل جمعیت سوسک کلرادو به درک عمیق بیولوژی سوسک کلرادو در طی فصل رشد سیب‌زمینی و دینامیسم جمعیت آن در هر منطقه وابسته است (هیر، ۱۹۹۰). در شمال شرقی کالیفرنیا در حاشیه مزارع سیب‌زمینی، ذرت (*Zea mays* L.) یا گندم (*Triticum spp.*) کشت می‌شود. جمعیت سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی به تناوب زراعی و نیز عوامل اقلیمی وابسته است (لاشومب و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۹۸۴).

ماده‌های سوسک کلرادو ۵ تا ۱۰ روز از برگ‌های سیب‌زمینی تغذیه کرده و سپس تخم‌های خود را در دسته‌های ۲۰ تا ۶۰ تایی از در سطح پایین برگ سیب‌زمینی قرار می‌دهند (کاپینرا، ۲۰۰۱). انتخاب گیاه میزبان توسط سوسک کلرادو به‌وسیله‌ی سوسک‌های ماده‌ی تخم‌گذار تعیین می‌شود (وایلد<sup>۵</sup>، ۱۹۵۸). تخم‌ها تقریباً یک هفته بعد تفریح شده (گاتیر و همکاران، ۱۹۸۱) و لاروهای سن یک به صورت دسته‌ای و در کنار تخم‌های گذاشته شده از برگ‌ها تغذیه می‌کنند. لاروهای سن دوم روی بوته‌ها پراکنده می‌شوند (خانجانی، ۱۳۸۴). طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی این آفت حدود ۳ هفته می‌باشد (کاپینرا، ۲۰۰۱). لاروهای سن

---

1- Voss and Ferro

2- Weber *et al.*

3- Gauthier *et al.*

4- Lashomb *et al.*

5- Wilde

چهارم در حفره‌ای در خاک به شفیره تبدیل می‌شود. شفیره‌ها در داخل لانه شفیرگی در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری خاک تشکیل می‌شوند. حشرات کامل بعد از ۱ تا ۲ هفته ظاهر شده و نسل جدید ایجاد می‌شود (کاظمی، ۱۳۶۳). سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در هر دو مرحله لاروی و حشرات کامل از شاخ و برگ سیب‌زمینی تغذیه می‌کند. این آفت بسته به منطقه یک تا چهار نسل در سال تولید می‌کند. این حشره در کشورهای شمالی اروپا و آنتاریای شرقی یک نسل و در کشورهای مرکزی و جنوبی اروپا دو نسل کامل و یک نسل ناقص در سال تولید می‌کند. این حشره در ترکیه سه نسل در سال و در جنوب یونان چهار نسل در سال دارد (لطیف و هارکوت، ۱۹۷۴). همچنین نوری قنبلانی (۱۳۶۵) طی مطالعات خود در اردبیل گزارش کرد که این آفت در منطقه‌ی اردبیل ۲ نسل در سال دارد. طول دوره‌ی زندگی سوسک کلرادو در شهرستان بجنورد ۵۰ تا ۵۵ روز در نسل اول و ۴۰ تا ۴۵ روز در نسل دوم گزارش شده است (رحیمی و همکاران، ۱۳۷۹).

#### ۱-۸- خسارت آفت

سوسک کلرادو یا سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی یکی از آفات جدی سیب‌زمینی در سرتاسر جهان می‌باشد که در هر دو مرحله‌ی لاروی و حشره‌ی کامل از شاخ و برگ این گیاه تغذیه کرده و به آن خسارت وارد می‌کند (هیر، ۱۹۹۰). خسارت این حشره می‌تواند در مدت کوتاهی کل بوته‌ی سیب‌زمینی را از بین ببرد. بیشترین خسارت این آفت توسط لاروهای سن چهارم ایجاد می‌شود. تغذیه آفت همراه با دفع فضولات سیاه‌رنگ است. لاروهای سن اول آن در حدود ۳ درصد از کل برگ را مصرف می‌کنند و لاروهای سن دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۵، ۱۵ و ۷۷ درصد برگ را مورد تغذیه قرار می‌دهند (کاپنیرا، ۲۰۰۱). میزان تغذیه روزانه‌ی برگ توسط حشرات کامل ۷ تا ۱۰ سانتی‌مترمربع بوده؛ در صورتی که لاروها به‌طور میانگین روزانه بین ۳۵ تا ۴۵ سانتی‌مترمربع از برگ را مورد تغذیه قرار می‌دهند (کاپنیرا، ۲۰۰۱). در صورت عدم کنترل جمعیت این آفت، برگ‌های سیب‌زمینی به‌شدت خسارت دیده و تولید غده‌ها کاهش می‌یابد (هیر، ۱۹۹۰). این آفت ناقل بیماری‌های ویروسی و باکتریایی سیب‌زمینی مانند *Pseudomonas solanacearum* (Smith) نیز می‌باشد (کاظمی، ۱۳۶۳). خسارت زیاد سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی تحت تأثیر تخم‌گذاری زیاد

سوسک‌های ماده، اشتهاى بسیار زیاد سوسک‌ها و لاروها در تغذیه از بوته سیب‌زمینی و همچنین تحمل و مقاومت بالای آن‌ها در شرایط جوی نامساعد به‌خصوص در برابر سموم حشره‌کش می‌باشد. تحقیقات انجام شده روی عملکرد محصول سیب‌زمینی نشان می‌دهد که بین عملکرد محصول و دوام طولانی مدت برگ‌های سیب‌زمینی همبستگی مثبت وجود دارد (بریمنر و تاها<sup>۱</sup>، ۱۹۶۶).

#### ۱-۹- روش‌های کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

تناوب زراعی یکی از روش‌های مرسوم کنترل زراعی این آفت می‌باشد؛ زیرا تناوب باعث می‌شود که سوسک‌های زمستان‌گذران خارج‌شده از پناهگاه‌های زمستانی، در شروع فصل زراعی با فقدان گیاه میزبان مواجه شوند (ووس و فیرو، ۱۹۹۰). جمعیت سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی با رعایت تناوب زراعی کمتر از مزارع سیب‌زمینی بدون رعایت تناوب می‌باشد (اسپیس و استرت<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸). موفقیت تناوب زراعی در کنترل این آفت، به رعایت فاصله مزارع از مرکز اولیه آفت بستگی دارد. کشت گندم، چاودار و سایر گیاهان غیرمیزبان در تناوب با گیاه سیب‌زمینی تا ۹۸/۸ درصد جمعیت این آفت را کاهش می‌دهد. همچنین استفاده از گیاهان تله در حاشیه مزارع سیب‌زمینی برای کنترل این آفت مؤثر خواهد بود (خانجانی، ۱۳۸۴). علف هرز دم‌موشی، (*Setaria verticillata* (L.)) نقش تله در به دام انداختن لاروهای این آفت دارد (رحیمی و همکاران، ۱۳۷۹). کشت دیر هنگام سیب‌زمینی باعث می‌شود اکثر افراد زمستان‌گذران سوسک کلرادو پس از ظاهر شدن، برای پیدا کردن غذا به مزارع دیگر مهاجرت کرده و در نتیجه تراکم جمعیت حشرات کامل و نتاج حاصل از آن در مزرعه‌ی دیرکاشت، کاهش یابد (رایت<sup>۳</sup>، ۱۹۸۴). گرچه روش کنترل زراعی سطح جمعیت آفت را پایین نگه می‌دارد، ولی برای رساندن سطح جمعیت به پایین‌تر از سطح زیان اقتصادی باید از سایر روش‌های کنترل آفت استفاده کرد.

کنترل شیمیایی روی لاروهای سنین اول و دوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مؤثر می‌باشد. لاروهای سنین بالاتر این آفت کمتر تحت تأثیر سموم شیمیایی قرار می‌گیرند و بنابراین باید حشره‌کش را در مراحل

---

1- Bremner and Taha

2- Speese and Sterrett

3- Wraight

اولیه آفت برای کنترل مؤثر استفاده کرد. براساس تحقیقات صورت گرفته، حشرات ماده نسبت به حشرات نر مقاومت بیشتری در برابر سموم شیمیایی دارند که دلیل آن وجود بافت چربی بیشتر در بدن حشره ماده می باشد که با تحمل حشره در مقابل سموم شیمیایی رابطه‌ی مستقیمی دارد (خانجانی، ۱۳۸۴). سوسک کلرادو دارای دشمنان طبیعی متعددی می باشد که از آن جمله می توان به سن های شکارگر خانواده‌های Pentatomidae، Reduviidae، Miridae، کفشدوزک های خانواده Coccinellidae و سوسک های خانواده Carabidae اشاره کرد (بیور و چووین<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲). سن های (Hom.: *Perillus bioculatus* (Fabricius) Pentatomidae و *Podisus maculiventris* (Say) (Hom.: Pentatomidae) در کنترل این آفت اثر قابل توجهی دارند. این سن ها با تغذیه از تخم و لاروهای سن اول درصد بالایی از تراکم آفت را کاهش می دهند (بیور و چووین، ۱۹۹۲). همچنین حشرات کامل *Lebia grandis* (Hentz) (Col.: Carabidae) با تغذیه از تخم، لارو و حشره‌ی کامل سبب کاهش جمعیت این آفت می شود (هوک و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۳). از گونه های پارازیتوئید این آفت می توان به زنبور *Edowum puttleri* Grissel (Hym.: Eulaphidae) اشاره کرد که باعث از بین رفتن درصد بالایی از تخم های سوسک کلرادو روی گیاه می شود (لاشومب و همکاران، ۱۹۸۷).

عوامل بیوکنترل در کنترل این آفت بسیار مؤثر هستند، ولی هزینه پرورش انبوه آن ها به دلیل هزینه پرورش گیاه میزبان برای سوسک کلرادو بسیار بالا می باشد. به همین دلیل پژوهشگران معتقدند با تهیه جیره‌ی غذایی مناسب برای پرورش سوسک کلرادو یا جیره‌ی غذایی مصنوعی مناسب برای پرورش دشمنان طبیعی این آفت می توان هزینه پرورش انبوه دشمنان طبیعی را کاهش داد (جلمن و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱).

براساس تحقیقات انجام شده، دشمنان طبیعی این آفت در اردبیل شامل قارچ بیمارگر *Beauvaria bassiana* (Bals.)، کنه انگل *Linobia* sp. (Acari: Hemisarcoptidae)، عنکبوت پادراز *Phalangium* sp. (Oppilions: Phalangiidae)، سن شکارگر *Rhynocoris punctiventris* (Herrich-Schaeffer) (Hom.:

---

1- Biover and chauvin

2- Hough *et al.*

3- Gelman *et al.*

Reduviidae) و همچنین بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neur.: Chrysopidae) می‌باشد (نوری قنبلانی و همکاران، ۱۳۷۷).

تغذیه لاروهای بالتوری از تخم سوسک کلرادو توسط رحیمی و همکاران (۱۳۷۹) در شهرستان بجنورد نیز گزارش شده است. باکتری *Bacillus thuringiensis* var. *san diego* برای کنترل لاروهای سوسک کلرادو استفاده می‌شود. کافئین و پودر حنا خاصیت سینرژستی بالایی در افزایش کارایی *Bt* در کنترل لاروهای سنین پایین این آفت دارند (قاسمی کهریزه و همکاران، ۱۳۸۲). همچنین ترکیبات معدنی در افزایش کارایی *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* در کنترل لارو سن سوم این آفت، نقش مؤثری دارند که در میان آن‌ها، اسید بوریک دارای بیشترین فعالیت تشدیدکنندگی بوده و نمک‌های منیزیم نیز در مقایسه با نمک‌های کلسیم در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جوئی، ۱۳۸۱).

#### ۱-۱-۱۰- ارتباط تنوع گونه‌های حشرات در اثر تنوع پوشش گیاهی

امروزه یکی از اهداف مهم در بخش کشاورزی، افزایش تنوع زیستی از طریق استفاده از روش‌های کشاورزی پایدار مانند استفاده از سیستم‌های چندکشتی به جای تک‌کشتی می‌باشد (آلتیری و همکاران، ۲۰۰۵؛ دبورا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ یائو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲). این نظریه در حال گسترش بر دو فرضیه عمده تأکید دارد: (الف) فرضیه تنوع شکار: تنوع پوشش گیاهی در سیستم‌های کشت متنوع با افزایش تنوع شکارها باعث افزایش کارایی دشمنان طبیعی آفات خواهد شد. لازم به ذکر است پیشرفت‌های اخیر نشان داده‌اند که برهمکنش‌های مستقیم دشمن طبیعی-گیاه نیز وجود دارد و تنوع گیاهی، به عنوان یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده فراوانی و غنای گونه‌های سایر موجودات در سطوح غذایی بالاتر شناخته شده است. (ب) فرضیه تنوع منابع غذایی: گونه‌های گیاهی همراه ممکن است اثرات مستقیمی بر توانایی یک گیاه‌خوار برای یافتن و استفاده از گیاه میزبان داشته باشد؛ این گیاهان همراه ممکن است محرک‌های میزبان‌یاب حشره گیاه‌خوار را محو کنند، به طوری که کلنی‌سازی روی گیاه میزبان را کاهش دهند و یا این گیاهان همراه به‌طور ماهرانه‌ای رفتار و جابجایی حشرات درون یک خردزیستگاه را تغییر دهند. هر کدام از این اثرات

1- Deborah *et al.*

2- Yao *et al.*

نرخ‌های کلنی‌سازی حشرات گیاه‌خوار را کاهش داده و منجر به کاهش جمعیت حشرات آفت روی گیاه میزبان می‌شود (رادر و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲؛ آلتیری و همکاران، ۲۰۰۵؛ دبورا و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش تنوع پوشش گیاهی علاوه بر تأمین مواد غذایی مورد نیاز حشرات، زیستگاه‌های متنوعی را نیز برای دشمنان طبیعی حشرات فراهم می‌کند و در نتیجه تنوع گونه‌ای حشرات را افزایش می‌دهد. حشرات به عنوان موجودات مصرف‌کننده در مرحله اول به زیست‌توده گیاهان متکی هستند. افزایش تنوع گیاهی منجر به افزایش پیچیدگی ساختاری گیاهان می‌شود و این وضعیت از طریق تنوع بیشتر منابع غذایی و خردزیستگاه‌ها باعث حمایت از تعداد زیادی از بندپایان و تنوع بیشتری از آن‌ها می‌شود (پرایس، ۱۹۹۷؛ دنیس و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸؛ تیوز و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴؛ راو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۶). تقویت دشمنان طبیعی از شیوه‌های پایدار برای کنترل آفات می‌باشد. ایجاد تنوع در سیستم‌های کشت از طریق کاهش فراوانی آفت و بهبود تنوع دشمنان طبیعی و عملکرد محصول تأثیر مثبتی در اکوسیستم‌های کشاورزی دارد (آلتیری و همکاران، ۲۰۰۹). انتخاب تنوع گیاهی مناسب برای یک اکوسیستم در تنظیم جمعیت حشرات گیاه‌خوار تعیین‌کننده می‌باشد. تنوع گیاهی خاص در یک اکوسیستم می‌تواند در یک مکان مفید باشد اما در مکان دیگر مطلوب نباشد. به عنوان مثال، گزارش شده است که در تانزانیا و کالیفرنیا کشت مخلوط ذرت و پنبه خسارت وارده توسط *Heliothis virescens* (Fabricius) را افزایش می‌دهد، ولی در پرو این سیستم کشت باعث کاهش جمعیت این آفت می‌شود (دبورا و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، تنوع گیاهی خاص می‌تواند جمعیت یک آفت خاص را تنظیم کند، در حالی که ممکن است باعث افزایش جمعیت سایر آفات شود (پناسویک<sup>۵</sup>، ۱۹۸۴؛ پت و همکاران<sup>۶</sup>، ۱۹۹۷؛ آلتیری و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹). تنوع گیاهان به عنوان یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده فراوانی و غنای گونه‌ای سایر موجودات در سطوح غذایی بالاتر شناخته شده است (جوشی و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۸). در واقع افزایش تنوع پوشش گیاهی سبب می‌شود که تنوع گونه‌ای

---

1- Roder *et al.*

2- Dennis *et al.*

3- Tews *et al.*

4- Rowe *et al.*

5- Panasiuk

6- Patt *et al.*

7- Joshi *et al.*

دشمنان طبیعی در آن منطقه افزایش یابد (آلتیری و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات بروز<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) روی تنوع گونه‌های گیاهی نشان داد که افزوده شدن هر گونه‌ی گیاهی به تنوع زیستی در یک منطقه سبب برهم‌کنش متقابل در تنوع گونه‌ای بندپایان می‌شود که این تنوع باعث حمایت از چند گونه حشره گیاه‌خوار یا شکارگر/پارازیتوئید می‌شود. در سیستم‌های کشت برای افزایش تنوع پوشش گیاهی راه‌های مختلفی وجود دارد که می‌توان به تنوع گونه‌های کشت درون مزرعه‌ای و حتی تنوع پوشش گیاهی در حاشیه مزارع به صورت سیستم‌های کشت مخلوط یا چندکشتی با آرایش مختلف مکانی و زمانی اشاره کرد (آلتیری و نیکولاس، ۲۰۰۸؛ گئور و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). کشت نواری یکی از راه‌کارهای متنوع‌سازی محصول می‌باشد. در کشت نواری، چند نوع محصول می‌تواند به صورت ردیف‌های تناوبی در یک یا بیش از یک ردیف کشت شوند (مالزیوکس و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹). سلیمان‌نژاد (۱۳۸۸) با مطالعه در مزارع نیشکر جنوب اهواز گزارش کرد در مزارع همراه با کشت نواری یونجه، شاخص تنوع و یکنواختی دشمنان طبیعی به‌طور معنی‌داری بالاتر بوده و درصد ساقه‌های آفت‌زده نیشکر به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. به‌طور کلی استفاده از سیستم‌های چندکشتی از قبیل کشت نواری و کشت مخلوط که سبب افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی روی محصول مورد نظر می‌شوند، در مدیریت آفات در حال افزایش است. چرا که علاوه بر کاهش مشکلات مربوط به باقی‌مانده‌ی سموم، روش سالمی می‌باشد (پرایس، ۱۹۹۷؛ ساوت‌وود و هندرسون<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰).

---

1- Brose

2- Gurr *et al.*

3- Malezieux *et al.*

4- Southwood and Handerson

فصل دوم

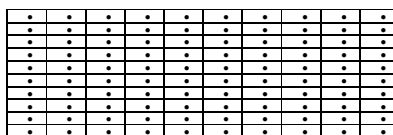
مواد و روش‌ها



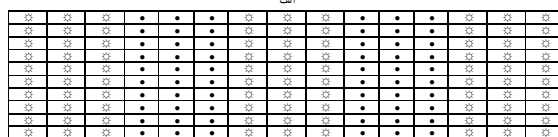
## ۲- مواد و روش تحقیق

### ۲-۱- مکان و تیمارهای آزمایشی و آماده‌سازی مزرعه آزمایشی

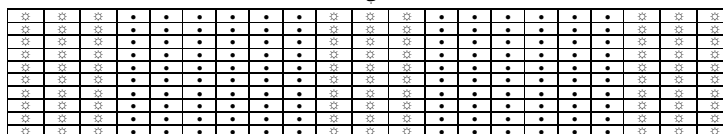
این تحقیق در مزرعه آزمایشی در روستای کرگان از توابع شهر هیر (با عرض جغرافیایی  $38^{\circ}19'N$ ؛ طول جغرافیایی  $48^{\circ}18'E$  و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۲ متر) در سال زراعی ۱۳۹۵ انجام شد. در این پژوهش تراکم جمعیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، فراوانی و تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آن و نیز خسارت وارده توسط این آفت در چهار نوع سیستم کشت نواری سیب‌زمینی و شبدر شامل: (۱) تک‌کشتی سیب‌زمینی، (۲) کشت نواری سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف شبدر، (۳) کشت نواری شش ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف شبدر و (۴) کشت نواری نه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف شبدر مطالعه شد (شکل ۱-۲). لازم به ذکر است که علاوه بر چهار تیمار نامبرده، یک مزرعه تک‌کشتی سیب‌زمینی سمپاشی شده با حشره‌کش ایمیداکلوپراید (Confidor w/v 35% SC) نیز به عنوان شاهد فقط به منظور تعیین درصد کاهش وزن تر غده‌های سیب‌زمینی در چهار تیمار آزمایشی در نظر گرفته شد.



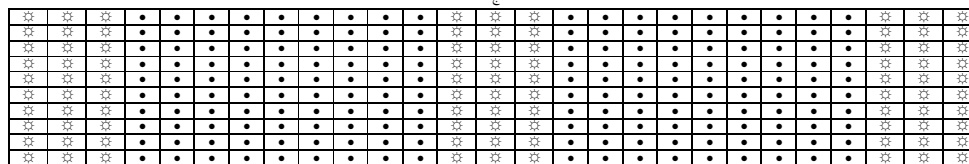
الف



ب



ج



د

شکل ۲-۱- شکل شماتیک چهار تیمار آزمایشی شامل الف) تک‌کشتی سیب‌زمینی، ب) سه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر، ج) شش ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر و د) نه ردیف سیب‌زمینی - سه ردیف شبدر ● نشان‌دهنده گیاهان سیب‌زمینی و ☼ نشان‌دهنده گیاهان شبدر می‌باشند.

غده‌های سیب‌زمینی (رقم Agria) و بذر شبدر ایرانی، *Trifolium resupinatum* L. از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. کاشت سیب‌زمینی و شبدر بر اساس تیمارهای آزمایشی در یک مزرعه تحقیقاتی شکل (۲-۲) به مساحت تقریبی ۲۰۰۰ متر مربع در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج بلوک و به روش جوی و پشته (با فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متری) انجام شد. غده‌های سیب‌زمینی روی پشته‌ها در یک ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر و بذرها روی هر یک از پشته‌ها در سه ردیف و با فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. کاشت سیب‌زمینی و شبدر به فاصله ۳۰ روز از یکدیگر (کاشت شبدر در اواخر فروردین‌ماه و کاشت سیب‌زمینی در اواخر اردیبهشت‌ماه) انجام شد. عملیات داشت شامل وجین علف‌های هرز همزمان با مرحله به ساقه رفتن در سیب‌زمینی و مطابق با عرف رایج در منطقه به صورت دستی انجام شد. آبیاری مزرعه به فاصله‌های منظم هفت روز یک‌بار صورت گرفت. لازم به ذکر است که عملیات برداشت اولین چین شبدر قبل از کامل شدن گل‌دهی تمام بوته‌ها در اوایل تیرماه و دومین چین در اوسط مردادماه انجام شد. لازم به ذکر است که برداشت دو ردیف کناری و ردیف میانی شبدر با فاصله ۱۵ روزه انجام شد تا در طول فصل شبدر گل‌دار در مزرعه داشته باشیم. در این مزارع آزمایشی از مصرف حشره‌کش‌ها اجتناب شد.



شکل ۲-۲- آماده‌سازی مزرعه‌ی آزمایشی جهت کشت به روش جوی و پشته (اصل)

## ۲-۲- ارزیابی تراکم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

در این پژوهش، یک بوته سیب‌زمینی به عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شد و تراکم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی (تخم‌ها و دسته‌های آن، لاروها و حشرات بالغ) به ازای یک بوته در هر یک از چهار تیمار مورد آزمایش ارزیابی شد. تعداد نمونه لازم با استفاده از فرمول  $N = (1.96 / D)^2 * (S / \bar{x})^2$  به دست آمد. در این

رابطه  $N$  تعداد نمونه مناسب،  $S$  انحراف معیار داده‌های حاصل از نمونه‌برداری اولیه و  $\bar{x}$  میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه می‌باشد.  $D$  نیز میزان خطای قابل قبول در نمونه‌برداری بوده که مقدار آن  $0/25$  در نظر گرفته شد (ساوث‌وود و هندرسون، ۲۰۰۰؛ هسو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱). نمونه‌برداری‌ها از مرحله رویش گیاه سیب‌زمینی با چهار برگ (اوایل خردادماه) آغاز شد و به فاصله‌های هر هفت روز یکبار تا مرحله‌ی رشدی زرد و خشک شدن برگ‌های سیب‌زمینی (اواخر مردادماه) ادامه یافت. تعداد دفعات نمونه‌برداری ۱۴ نوبت در طول فصل رشدی سیب‌زمینی بود. نمونه‌برداری بین ساعات ۱۰ صبح تا ۲ عصر در تاریخ‌های ۱، ۸، ۱۵، ۲۲ و ۲۹ خرداد ماه، ۵، ۱۲، ۱۹ و ۲۶ تیرماه، ۲، ۹، ۱۶، ۲۳ و ۳۰ مرداد ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. در هر مرحله از نمونه‌برداری تعداد پنج بوته سیب‌زمینی از هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب شده و تعداد دسته‌های تخم، تعداد تخم‌ها (شکل ۲-۳)، لاروها (شکل ۲-۴) و حشرات بالغ سوسک کلرادو (شکل ۲-۵) به ازای یک بوته سیب‌زمینی شمارش شدند.



شکل ۲-۳- تخم‌های سوسک کلرادو (اصل)



شکل ۲-۴- لاروهای سوسک کلرادو (اصل)

1- Hsu et al.



شکل ۲-۵- حشره‌ی کامل سوسک کلرادو (اصل)

## ۲-۳- ارزیابی تنوع گونه‌ای و فراوانی دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

### ۲-۳-۱- تنوع گونه‌ای و فراوانی شکارگرهای فعال روی اندام‌های هوایی سیب‌زمینی

در بررسی‌های انجام شده در آزمایش قبلی، شکارگرهای مشاهده شده به ازای یک بوته سیب‌زمینی در هر یک از تیمارها با استفاده از ذره‌بین دستی ۲۰X شمارش شدند (شکل‌های ۲-۶ تا ۲-۱۳). برای اطمینان از شناسایی صحیح گونه‌ها، نمونه‌های دشمنان طبیعی موجود روی بوته‌های سیب‌زمینی با قلم مو جداسازی شده و داخل کیسه‌های پلاستیکی و یا شیشه‌های حاوی الکل اتیلیک ۷۵ درصد و دارای برچسب حاوی نام سیستم کشت، تاریخ نمونه‌برداری و مرحله رشدی گیاه به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های دشمنان طبیعی که هنوز دوره‌ی رشدی خود را کامل نکرده بودند جهت کامل شدن دوره‌ی زندگی‌شان در قفس‌های لیوانی با درپوش توری تحت شرایط دمای اتاق نگهداری شدند. سپس گونه‌ها براساس کلیدهای شناسایی معتبر با استفاده از استریومیکروسکوپ و یا میکروسکوپ شناسایی شدند (بی‌بینکو و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۶۷؛ گوردون<sup>۲</sup>، ۱۹۸۵؛ تراوتنر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۸؛ هوول و جنکینس<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴). از داده‌های تعداد کل هر گونه دشمن طبیعی در طول فصل رشدی در تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از دشمنان طبیعی و نیز تنوع گونه‌ای آن‌ها استفاده شد.

1 - Bei-Bienko *et al.*

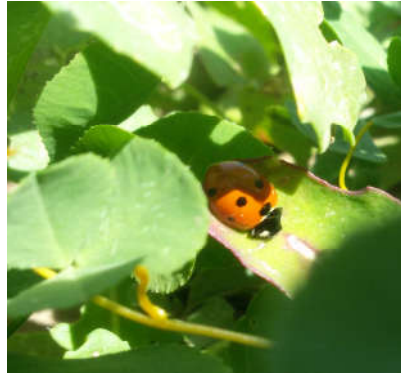
2 - Gordon

3 - Trautner *et al.*

4 - Howell and Jenkins



شکل ۲-۷- عنکبوت *Phalangium opilio* (اصل)



شکل ۲-۶- کفشدوزک هفت نقطه‌ای (اصل)



شکل ۲-۹- سن *Geocoris punctipes* (اصل)



شکل ۲-۸- سن *Podisus maculiventris* (اصل)



شکل ۲-۱۱- لارو بالتوری سبز (اصل)



شکل ۲-۱۰- عنکبوت *Pardosa* sp. (اصل)



شکل ۲-۱۳- سن *Nabis punctatus* (اصل)



شکل ۲-۱۲- سوسک *Lebia* sp. (اصل)

<b>Surname:</b> Dehghani Kargan	<b>Name:</b> Vahid
<b>Title of thesis:</b> Effect of the strip cropping system of potato and clover on diversity of natural enemies of <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say and damage caused by the pest	
<b>Supervisors:</b> Dr. Seyed Ali Asghar Fathi	
<b>Advisor:</b> Dr. Ali Golizadeh – Dr. Maryam Bozorg Amirkalae	
<b>Graduate Degree:</b> M.Sc.	<b>Major:</b> Agricultural Entomology
<b>University:</b> Mohaghegh Ardabili	<b>Faculty:</b> Agriculture and Natural Resources
<b>Graduation date:</b> 2017/09/11	<b>Number of pages:</b> 54
<p><b>Abstract:</b> The Colorado potato beetle, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say) is one of the most important pests of potato in Iran. In this research, the population density of <i>L. decemlineata</i>, the relative abundance and species diversity of natural enemies of this pest were studied in four types of strip cropping systems: a) 3 rows potato-3 rows clover, b) 6 rows potato-3 rows clover c) 9 rows potato-3 rows clover, and d) sole cropping of potato in Ardabil region during 2017. The population density of <i>L. decemlineata</i> (egg clusters, eggs, larvae and adults) was lowest in cropping system of 3 rows potato-3 rows clover and highest in the sole cropping of potato. <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) and species of Coccinellids including <i>Hippodamia convergens</i> Guermeneville, <i>Coccinella septempunctata</i> (L.) and <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) had the highest percentage of relative abundance among the active natural enemies of this pest on aerial parts of plant. The abundance of these predators (<i>C. carnea</i> and coccinellids) in four cropping systems tested showed a pattern of descending order: 3 rows potato-3 rows clover, 6 rows potato-3 rows clover, 9 rows potato-3 rows clover and sole cropping of potato. The Shannon diversity index (<math>H'</math>) for active predators of this pest on aerial parts of plant was highest in 3 rows potato-3 rows clover and lowest in sole cropping of potato. No significant differences were found between the Shannon evenness indices (<math>E</math>) of these predator species among treatments. In this research, terrestrial predator species of <i>L. decemlineata</i> including one species Opiliones, spiders and carabid beetles were collected using pitfall trap and identified. The values of Shannon diversity and evenness indices of terrestrial predators in strip cropping systems of potato with clover were significantly more than sole cropping of potato. Based on Morisita-Horn index, the lowest species similarity values of natural enemies were observed between systems of 3 rows potato-3 rows clover and the sole cropping of potato. Also, the highest ones were obtained between strip cropping systems of 3 rows potato-3 rows clover and 6 rows potato-3 rows clover. The percentage of fresh tubers weight loss was significantly lower in strip cropping systems of potato and clover compared with the sole cropping of potato. Also among multiple cropping systems, the lowest percentage of fresh tubers weight loss was obtained in pattern of 3 rows potato-3 rows clover. Based on the results of this research, it can be concluded that strip cropping of potato with clover (especially 3 rows potato-3 rows clover) has an important role in increasing of abundance and diversity of predators and decreasing of <i>L. decemlineata</i> density.</p>	
<b>Keywords:</b> species diversity, relative abundance, natural enemies, colorado potato beetle, potato, clover	



**University of Mohagheh Ardebili**  
**Faculty of Agriculture and Natural Resources**  
**Department of Plant Protection**

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
M.Sc. in Agricultural Entomology**

Title:

**Effect of the strip cropping system of potato and clover on diversity of  
natural enemies of *Leptinotarsa decemlineata* Say and damage caused by the pest**

Supervisor:

**Seyed Ali Asghar Fathi (Ph.D)**

Advisors:

**Ali Golizadeh (Ph.D)**

**Maryam Bozorg Amirkalaei (Ph.D)**

By:

**Vahid Dehghani Kargan**

**Summer – 2017**