



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی گیاهپزشکی

پایان‌نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد
در رشته‌ی حشره‌شناسی کشاورزی

عنوان:

**مطالعه تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa*
decemlineata Say و میزان خسارت این آفت در سیستم کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس**

استاد راهنما :

دکتر سید علی اصغر فتحی

اساتید مشاور :

دکتر علی گلی‌زاده - دکتر پژمان تاج‌میری

پژوهشگر :

داود محمودی انزابی

تابستان 1396

نام خانوادگی نام: داود محمودی انزابی		
عنوان پایان نامه: مطالعه تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say و میزان خسارت این آفت در سیستم کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس		
اساتید راهنما: دکتر سید علی اصغر فتحی		
اساتید مشاور: دکتر علی گلی‌زاده و پژمان تاج‌میری		
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: حشره‌شناسی کشاورزی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ فارغ التحصیلی: 1396/6/21	تعداد صفحه: 54
<p>چکیده: در پژوهش حاضر تراکم جمعیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say) و تنوع گونه‌ای شکارگرهای آن در سه نوع سیستم کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس (شامل سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس، شش ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و نه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس) به همراه تک‌کشتی سیب‌زمینی در منطقه اردبیل در سال زراعی 1395 بررسی شد. در بین چهار تیمار مورد آزمایش، کمترین تراکم تخم-ها، لاروها و حشرات بالغ سوسک کلرادو در تیمار سه ردیف سیب‌زمینیدر تناوب با سه ردیف اسپرس مشاهده شد. در میان شکارگرهای سوسک کلرادو روی اندام‌های هوایی، بالتوری سبز <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) و کفشدوزک‌ها (شامل <i>Hippodamia variegata</i> و <i>Coccinella septempunctata</i> (L.))، <i>Hippodamia convergens</i> Guernmenevelle (Goeze)) بیشترین درصد فراوانی نسبی را داشتند. تراکم این شکارگرها (بالتوری سبز و کفشدوزک‌ها) در تیمار سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس به طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی سیب‌زمینی بود، ولی در مقایسه با تیمارهای شش ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و نه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین، بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون (H') برای گونه‌های شکارگر روی اندام‌های هوایی گیاه، در کشت‌نواری سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس به دست آمد. همچنین، 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. شاخص تنوع شانون (H') برای شکارگرهای خاکزی در هر سه تیمار کشت نواری سیب‌زمینی با اسپرس به طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی سیب‌زمینی بود. کمترین شاخص شباهت ترکیب گونه‌ای شکارگرهای سوسک کلرادو بین دو تیمار کشت نواری سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و تک‌کشتی سیب‌زمینی و بیشترین مقدار این شاخص بین دو تیمار کشت نواری سه و شش ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس مشاهده شد. همچنین، در این تحقیق کمترین درصد کاهش وزن تر غده‌های سیب‌زمینی در تیمار کشت نواری سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و بیشترین درصد کاهش وزن تر غده‌های سیب‌زمینی در تک‌کشتی سیب‌زمینی به دست آمد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در بین تیمارهای مورد مطالعه، سیستم کشت نواری سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس با افزایش تنوع گونه‌ای شکارگرهای سوسک کلرادو و کاهش تراکم این آفت می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی مفید باشد.</p>		
کلید واژه‌ها: تعداد گونه، فراوانی گونه، شکارگرها، سوسک کلرادو، سیب‌زمینی، اسپرس		

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

2	1-1- مقدمه.....
4	1-2- اهمیت گیاه سیبزمینی و آفت اصلی آن در منطقه اردبیل.....
5	1-3- جایگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی در رده‌بندی بندپایان.....
5	1-4- شکل‌شناسی مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
7	1-5- پراکنش سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
8	1-6- روشهای کنترل.....
9	1-7- گیاهان میزبان.....
9	1-8- زیست‌شناسی و خسارت سوسک کلرادو.....
13	1-9- تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
16	1-10- اهداف پژوهش.....

فصل دوم: مواد و روش پژوهش

18	2-1- مزرعه آزمایشی و تیمارها.....
20	2-2- مطالعه تراکم مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
	2-3- مطالعه تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
	2-3-1- تنوع گونه‌های شکارگرهای فعال روی اندام‌های هوایی گیاهان سیبزمینی.....
	2-3-2- تنوع گونه‌های شکارگرهای خاکزی.....
	2-4- تعیین درصد کاهش وزن تر غده‌های سیبزمینی.....
	2-5- تجزیه آماری داده‌ها.....

فصل سوم: نتایج و یافته‌های پژوهش

	3-1- تراکم مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی.....
	3-2- تنوع گونه‌های شکارگرهای فعال روی اندام‌های هوایی.....
	3-3- تنوع گونه‌های شکارگرهای خاکزی.....
	3-4- درصد کاهش وزن تر غده‌های سیبزمینی.....

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

Error! Bookmark not defined..... بحث 4-1

Error! Bookmark not defined..... نتیجه گیری 4-2

Error! Bookmark not defined..... پیشنهادها 4-3

Error! Bookmark not defined..... منابع و مآخذ مورد استفاده

فهرست جداول

صفحه	عنوان
1.....	فصل اول.....
1.....	مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته
2.....	1-1- مقدمه
4.....	1-2- اهمیت گیاه سیبزمینی و آفت اصلی آن در منطقه اردبیل
5.....	1-3- جایگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی در ردهبندی بندپایان
5.....	1-4- شکل‌شناسی مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی
7.....	1-5- پراکنش سوسک کلرادوی سیبزمینی
8.....	1-6- روشهای کنترل
9.....	1-7- گیاهان میزبان
9.....	1-8- زیست شناسی و خسارت سوسک کلرادو
13.....	1-9- تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی
16.....	1-10- اهداف پژوهش
17.....	فصل دوم:
17.....	مواد و روش پژوهش
18.....	2-1- مزرعه آزمایشی و تیمارها
	شکل 1-2- شکل شماتیک سه نوع کشت نواری سیبزمینی با اسپرس شامل الف) تک کشتی سیب زمینی ب) سه ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس، ج) شش ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و د) نه ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس ○ نشاندهنده گیاهان سیبزمینی و ■ نشاندهنده گیاهان اسپرس میباشد. 19.....
20.....	شکل 2-2- آماده‌سازی مزرعه‌ی آزمایشی جهت کشت به روش جوی و پشته
20.....	2-2- مطالعه تراکم مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی
21.....	Title of thesis: Study of diversity of natural enemies of <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say and damage caused by the pest in the strip cropping system of potato and sainfoin
22.....	Study of diversity of natural enemies of <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say and damage caused by the pest in the strip cropping system of potato and sainfoin

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
1.....	فصل اول.....
1.....	مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته
2.....	1-1- مقدمه
4.....	1-2- اهمیت گیاه سیبزمینی و آفت اصلی آن در منطقه اردبیل
5.....	1-3- جایگاه سوسک کلرادوی سیبزمینی در ردهبندی بندپایان
5.....	1-4- شکل‌شناسی مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی
7.....	1-5- پراکنش سوسک کلرادوی سیبزمینی
8.....	1-6- روشهای کنترل
9.....	1-7- گیاهان میزبان
9.....	1-8- زیست شناسی و خسارت سوسک کلرادو
13.....	1-9- تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیبزمینی
16.....	1-10- اهداف پژوهش
17.....	فصل دوم:
17.....	مواد و روشی پژوهش
18.....	2-1- مزرعه آزمایشی و تیمارها
19.....	شکل 1-2- شکل شماتیک سه نوع کشت نواری سیبزمینی با اسپرس شامل الف) تک کشتی سیب زمینی ب) سه ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس، ج) شش ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و د) نه ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس ○ نشاندهنده گیاهان سیبزمینی و ■ نشاندهنده گیاهان اسپرس میباشد.
20.....	شکل 2-2- آماده‌سازی مزرعه‌ی آزمایشی جهت کشت به روش جوی و پشته
20.....	2-2- مطالعه تراکم مراحل مختلف زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی
21.....	Title of thesis: Study of diversity of natural enemies of <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say and damage caused by the pest in the strip cropping system of potato and sainfoin
22.....	Study of diversity of natural enemies of <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say and damage caused by the pest in the strip cropping system of potato and sainfoin

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

1-1- مقدمه

تنوع گونه‌ای بندپایان در اکوسیستم‌های کشاورزی به دلیل تک‌کشتی‌های وسیع و نیز کاربرد بی‌رویه سموم شیمیایی کاهش یافته است. برای رهایی یافتن از مشکلات چنین پدیده‌ای باید روش‌های جایگزین سالم‌تری را اتخاذ نمود. یکی از مهم‌ترین این روش‌ها افزایش تنوع پوشش گیاهی و مدیریت سیستم کشت زراعی است (دیلوچ^۱، 1970). زراعت‌های تک‌کشتی نمونه فوق‌العاده‌ای از ساده‌سازی اکوسیستم می‌باشند. اگرچه این سیستم‌ها بسیار مولد و کارآمدند اما به‌دلیل فراهم ساختن غذای فراوان نسبت به آفات خاص و در نتیجه افزایش جمعیت آنها در منطقه و کاهش تنوع گونه‌ای مورد انتقاد هستند (پیمنتال^۲، 1961؛ ساووتوود و وی^۳، 1970؛ رووت^۴، 1973؛ شربر و همکاران^۵، 2006؛ آن‌سیکر و همکاران^۶، 2006). این ساده‌سازی سیستم کشت بر فراوانی و کارایی دشمنان طبیعی تأثیر گذاشته، چراکه دشمنان طبیعی جهت دسترسی به منابعی از قبیل شکار/میزبان جایگزین، گرده و شهد، پناهگاه و مکان‌های لانه‌سازی و زمستان‌گذرانی به افزایش تنوع پوشش گیاهی زیستگاه‌ها وابسته‌اند (آلتیئری و لتوورنائو^۷، 1982). آلتیئری و همکاران (2005) گزارش کردند که تنوع پوشش گیاهی بالا باعث افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی می‌شود. تنوع پوشش گیاهی حاشیه مزرعه و تنوع گونه‌های مختلف گیاهی درون مزرعه‌ای به‌صورت سیستم کشت مخلوط و یا چندکشتی با چیدمان‌های مختلف مکانی و زمانی از راه‌های مختلف افزایش تنوع پوشش گیاهی در سیستم‌های کشت می‌باشد (راروس^۸، 1973، گئور و همکاران^۹، 2004). استفاده از سیستم‌های چندکشتی از قبیل کشت مخلوط یا کشت نواری در مورد گیاهانی که باعث افزایش تنوع گونه‌ای

1- DeLoach

2- Pimentel

3- Southwood and Way

4- Root

5- Scherber *et al.*

6- Unsicker *et al.*

7- Altieri and Letourneau

8- Raros

9- Gurr *et al.*

دشمنان طبیعی روی محصول مورد نظر می‌شوند، به‌طور فزاینده‌ای در سیستم‌های جدید مدیریت آفات افزایش یافته‌است، چرا که استفاده از این گیاهان از لحاظ اکولوژیکی روش سالمی می‌باشد و مشکلات مربوط به باقی‌ماندن حشره‌کش‌ها در محیط‌زیست را نیز کاهش می‌دهد (پرایس¹⁰، 1997؛ ساووت‌وود و هندرسون¹¹، 2000). تعدادی از گیاهان با فراهم کردن گرده، شهد و شکارها یا میزبان‌های جایگزین برای دشمنان طبیعی باعث جلب و حمایت از آن‌ها می‌شوند. بنابراین، می‌توان از این گیاهان در متنوع‌سازی سیستم‌های کاشت به منظور تامین گرده، شهد و شکارها یا میزبان‌های جایگزین برای دشمنان طبیعی استفاده کرد (آلتیئری و همکاران، 2005). سیستم‌های کشت نواری دو یا چند محصول (کشت دو یا چند ردیف از یک محصول در تناب با دو یا چند ردیف از یک یا چند محصول دیگر) به عنوان یکی از روش‌های متنوع‌سازی سیستم‌های کشت برای کاهش جمعیت آفات، افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی و بهبود عملکرد محصول توسط محققین مختلف پیشنهاد شده است (آلتیئری و همکاران، 2009).

با توجه به اهمیت گیاهان و بندپایان در ساختار و کارکرد اکوسیستم‌ها، شناخت چگونگی ارتباط و برهم‌کنش این دو جزء ضروری به‌نظر می‌رسد. امروزه با توجه به خودکفایی محصولات کشاورزی و امنیت غذایی مصرف‌کنندگان، بحث مدیریت تلفیقی محصول (ICM) بسیار مورد توجه قرار گرفته است. یکی از اجزای مهم ICM مدیریت تلفیقی آفات (IPM) است. در چهارچوب IPM وابستگی به سموم کاهش یافته و عملکرد و سلامت محصول ارتقاء می‌یابد. متنوع‌کردن سیستم‌های کشت یکی از گزینه‌های IPM می‌باشد که در سیستم‌های کشاورزی منجر به افزایش تنوع گونه‌های دشمنان طبیعی و در نتیجه کاهش تراکم جمعیت آفات می‌شود (آلتیئری و همکاران، 2009).

گیاهان مورد مطالعه در تحقیق حاضر سیب‌زمینی، *Solanum tuberosum* L.، و اسپرس، *Onobrychis viciifolia* Scop. می‌باشند. گیاه سیب‌زمینی محصولی غده‌ای از تیره بادمجانیان (Solanaceae) می‌باشد. منشأ سیب‌زمینی رشته کوه‌های آند در آمریکای جنوبی و به‌احتمال قوی بولیوی و پرو می‌باشند و در حال حاضر در اکثر کشورهای جهان کشت می‌شود. گیاه اسپرس از تیره نخود (Fabaceae) گیاهی چندساله بوده

10- Price
11- Southwood and Henderson

و دارای فرم رویشی ایستاده است که به عنوان کود سبز یا یک گیاه علوفه‌ای در ایران به‌طور وسیع کشت می‌شود (مجیدی و ارزانی، 1388).

سیب‌زمینی یکی از محصولات زراعی مهم در استان اردبیل می‌باشد. استان اردبیل از مناطق مهم کشت این محصول در کشور به شمار می‌آید. امروزه در سطح وسیعی از مزارع سیب‌زمینی جهت کنترل آفات در چندین نوبت از سموم شیمیایی استفاده می‌شود. این سموم اثرات مخرب و جبران‌ناپذیری بر محیط زیست، انسان و دشمنان طبیعی دارند. هدف از این تحقیق، بررسی اثر سیستم‌های مختلف کشت نواری سیب‌زمینی با اسپرس بر فراوانی *L. decemlineata* در مزارع سیب‌زمینی و تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آن در مقایسه با سیستم تک‌کشتی سیب‌زمینی در منطقه اردبیل می‌باشد. نتایج ارزشمند این مطالعه می‌تواند پایه‌ای برای تحقیقات در زمینه کاهش مصرف سموم و ترویج کشاورزی سالم و ارگانیک در راستای سلامت جامعه در آینده و مبنایی برای تقویت تنوع زیستی بندپایان برپایه اصول اکولوژیکی باشد و همچنین در زمینه‌ی مدیریت سیستم‌های کشت در مزارع راه‌کارهای کاربردی ارائه دهد. بررسی‌ها در این زمینه در ایران ناچیز بوده و این قبیل مطالعات جهت مدیریت پایدار مزرعه در ایران ضروری به‌نظر می‌رسند.

2-1- اهمیت گیاه سیب‌زمینی و آفت اصلی آن در منطقه اردبیل

در ایران، سطح زیر کشت سیب‌زمینی در سال 1393 بیش از 186 هزار هکتار و در سال 1394 حدود 160 هزار هکتار بود. اردبیل در سال 1393 با سطح زیرکشت حدود 29000 هکتار مقام دوم کشور را پس از استان همدان داشت که این میزان به حدود 22000 هکتار در سال 1394 کاهش یافته است (بی‌نام، 1394).

این گیاه دارای آفات مهمی است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها در منطقه اردبیل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی با نام علمی *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera:Chrysomelidae) می‌باشد که سالیانه خسارت زیادی به این گیاه زراعی در سراسر جهان وارد می‌کند (هری^{۱۶}، 1990).

3-1- جایگاه سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در رده‌بندی بندپایان

جایگاه این آفت در رده‌بندی بندپایان به شرح زیر است (تریپلهورن و جانسون^{۱۳}، 2005):

Phylum: Arthropoda	شاخه: بندپایان
Class: Hexapoda	رده: شش‌پایان
Subclass: Pterygota	زیررده: حشرات بال‌دار
Order: Coleoptera	راسته: سخت‌بال‌پوشان
Family: Chrysomelidae	خانواده:
Subfamily: Chrysomelinae	زیرخانواده:
Genus: <i>Leptinotarsa</i>	جنس:
Species: <i>L. decemlineata</i> (Say)	گونه

4-1- شکل‌شناسی مراحل زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

حشره کامل این آفت به طول 6 تا 11 میلی‌متر، عرض بدن 3 میلی‌متر، به شکل بیضی کشیده و در سطح پشتی برآمده و محدب می‌باشد (لی‌بلانک^{۱۴}، 1992). در روی پیش‌گرده تعدادی لکه‌های سیاه‌رنگ وجود دارد که یک‌جفت لکه میانی بزرگ‌تر از همه بوده و به صورت قرینه قرار دارد. بال‌پوش‌ها زرد مایل به قرمز حنایی بوده و روی هر یک از آنها 5 نوار تیره مشاهده می‌شود. این حشره در مجموع، دارای ده نوار طولی است که به علت دارا بودن این صفت کلیدی به سهولت از سایر فون حشرات سیب‌زمینی تشخیص داده می‌شود (خانجانی، 1384). بند انتهایی پالپ‌های آرواره‌ای کوچک‌تر از بند قبلی می‌باشد. سر حشره کوچک و به رنگ زرد نارنجی بوده و در زیر پیش‌گرده پنهان می‌شود. شاخک‌ها 11 مفصلی بوده و اولین مفصل

13- Triplehorn & Johnson

14- Le blanc

بزرگ و درشت است. چشم‌ها سیاه و لوبیایی شکل می‌باشند. رنگ زیر بدن متمایل به قرمز و همراه با لکه‌های سیاه است. نیم حلقه شکمی میانی هم‌سطح نیم حلقه شکمی جلویی است، ران پای جلویی افراد نر ساده است (لی‌بلانک، 1992). وزن حشره بالغ 150 ± 50 میلی‌گرم می‌باشد و حشرات بالغ ماده کمی حجیم‌تر و با وزن بیشتر از حشرات بالغ نر هستند. حشرات نر اندکی کوچک‌تر و کشیده‌تر از حشرات ماده هستند (لی-بلانک، 1992).

تخم بیضی‌شکل و به‌طول تقریبی $1/45$ میلی‌متر می‌باشد که در ابتدا زردرنگ بوده ولی به‌تدریج به‌رنگ نارنجی در می‌آید. تخم‌گذاری به‌صورت دسته‌ای (20 تا 30 تایی) در سطح زیرین برگ و گاهی در روی زمین صورت می‌گیرد. تخم‌ها بسته به دمای محیط 4 تا 9 روز پس‌از تخم‌گذاری تفریح می‌شوند (کاپنیرا^{۱۵}، 2001).

این حشره دارای 4 سن لاروی می‌باشد. اندازه لاروها در ابتدای خروج از تخم $1/5$ تا 2 میلی‌متر است که پس از رشد کامل، به 12 تا 15 میلی‌متر می‌رسند (کاپنیرا، 2001). لاروها ابتدا به‌رنگ قرمز آجری هستند و در مراحل انتهایی به‌رنگ زرد صورتی در می‌آیند. هر یک از بندهای بدن لارو دارای برجستگی‌های مودار می‌باشد. شکم بزرگ و قوسی‌شکل بوده و هر طرف آن دو لکه سیاه دارد. عرض کپسول سر در سنین 1 تا 4 لاروی به‌ترتیب $0/36 \pm 0/09$ ، $1/03 \pm 0/59$ ، $1/6 \pm 0/1$ و $2/36 \pm 0/16$ میلی‌متر است (لی‌بلانک، 1992). مدت زمان لاروی بسته به دمای محیط در سنین مختلف، متفاوت می‌باشد. لاروهای این آفت، سن یک لاروی را به‌صورت دسته‌ای و در کنار هم سپری می‌کنند؛ سپس در سن دوم شروع به حرکت نموده و در روی بوته‌ها پراکنده می‌شوند و به‌صورت نامنظم از لبه‌های برگ‌ها تغذیه می‌نمایند؛ به‌طوری‌که در این حالت هر لارو قادر است یک‌چهارم برگ را مورد تغذیه قرار دهد (لی‌بلانک، 1992).

شفیره‌ها به طول 8 تا 11 میلی‌متر و به‌رنگ زرد متمایل به صورتی بوده و در داخل لانه شفیرگی در عمق 2-3 سانتی‌متری خاک تشکیل می‌شوند. این حشره معمولاً مرحله پیش‌شفیرگی را روی گیاه سپری

می‌نماید. شفیره‌های نر و ماده این حشره قابل تفکیک از یکدیگر هستند، به طوری که در شفیره نر 7 حلقه شکمی کامل و در قسمت میانی فرورفته بوده، ولی شفیره ماده در قسمت میانی، به وسیله خطوط سیاه‌رنگی تقسیم شده‌است. این آفت در اکثر مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور دارای 2 نسل در سال بوده و حشرات کامل نسل دوم در خاک زمستان‌گذرانی می‌کنند (کاظمی، 1363؛ نوری قنبلانی، 1365).

5-1- پراکنش سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از مهمترین آفات سیب‌زمینی در نقاط مختلف جهان است که برای اولین بار در سال 1811 میلادی در ایالت کلرادوی آمریکا توسط نوتالدر^{۱۶} جمع‌آوری شد (جاسکوس^{۱۷}، 1972). این آفت در سال 1877 همراه محموله‌های سیب‌زمینی وارد اروپا شده و در آنجا انتشار یافته‌است. اگرچه این حشره اولین بار از آمریکا گزارش شده، ولی به احتمال قوی موطن اصلی آن مکزیک بوده‌است (جاسکوس، 1972). خسارت آن در آمریکا به 150 سال قبل که کشت سیب‌زمینی در ایالت کلرادوی آمریکا متداول شده بود برمی‌گردد و از آن زمان به بعد برای سیب‌زمینی به صورت یک آفت خطرناک درآمده‌است. سوسک کلرادوی سیب‌زمینی طالب آب‌وهوای معتدل و زمستان سرد است و در نواحی آمریکای شمالی و مرکزی، کانادا، اکثر کشورهای اروپایی، روسیه و کشورهای آسیای میانه، تونس، الجزایر، لیبی، چین، کره، هند و شمال آفریقا انتشار دارد (ورنر^{۱۸}، 2014).

در ایران این آفت ابتدا جزء آفات قرنطینه‌ای کشور بوده و اولین بار کاظمی در بهار 1363 در منطقه اردبیل با آن برخورد نمود، اما احتمالاً قبل از این نیز به آنجا وارد شده بود؛ بعد از گزارش رسمی کاظمی، اقداماتی برای جلوگیری از انتشار آن به سایر مناطق کشور انجام گرفته و تقریباً 10 سال در این منطقه محدود شد، ولی متأسفانه از سال 1370 به بعد به تدریج به سایر مناطق کشور سرایت پیدا کرد (کاظمی، 1363؛ نوری قنبلانی، 1365). با این آفت در مناطق آلوده به صورت آفت قرنطینه برخورد می‌شد و همیشه بیم آن می‌رفت که در تمام نقاط کشور مستقر شود، که همین اتفاق نیز روی داد؛ در سال 1374 به همراه

16- Nuthalder

17- Jacques

18- Werner

محموله‌های سیب‌زمینی بذری وارد یکی از مناطق مهم سیب‌زمینی‌کاری کشور یعنی همدان شد و در حال حاضر نیز در سیب‌زمینی‌کاری‌های شهرستان بهار و حومه همدان و همچنین مزارع قروه در استان کردستان نیز وارد و مستقر شده است (خانجانی، 1384). این آفت در حال حاضر در مناطق سیب‌زمینی‌کاری آذربایجان شرقی (گلی‌زاده و همکاران، 1382)، همدان (خانجانی، 1384) و خراسان شمالی (رحیمی و همکاران، 1379) نیز وارد شده و استقرار پیدا کرده است، به هر حال، احتمال می‌رود که با توجه به توانایی بالای پرواز این حشره، دیر یا زود در سایر مناطق سیب‌زمینی‌کاری که وارد نشده نیز مستقر شود.

6-1- روش‌های کنترل

کارشناسان در ابتدا جهت کنترل آفت، اقدام به جمع‌آوری دستی نمودند و سپس استفاده و حفاظت از دشمنان طبیعی را در دستور کار قرار دادند. در سال 1872، استفاده از حشره‌کش سبز پاریس جهت کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی پیشنهاد شد (هیچنر¹، 2007). هر چند مصرف سموم آرسنیکی تا اواخر دهه 1940 ادامه یافت، ولی در سال 1912 مشخص گردید بسیاری از استرین‌های سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به این حشره‌کش مقاوم هستند (گاتیر و همکاران²، 1981). از اوایل دهه‌ی 1950 استفاده از DDT برای کنترل این آفت مرسوم گردید؛ ولی در اواسط دهه‌ی 1950 سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به آن هم مقاومت نشان داد (گاتیر و همکاران، 1981). در سال 2007 والن و همکاران³ گزارش کردند که این آفت به اکثر حشره‌کش‌های رایج مقاومت نشان می‌دهد. لذا بروز مقاومت این آفت نسبت به اکثر حشره‌کش‌ها و نیز خطرات زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها، باعث شده است که اکثر محققین به دنبال استفاده از روش‌های سالم‌تر کنترل این آفت با خطرات کمتر زیست‌محیطی باشند (اسکات و همکاران⁴، 2015). کنترل آفت از طریق انهدام بقایای گیاهی آلوده، مبارزه با علف‌های هرز اطراف مزارع، بکارگیری تناوب زراعی، رعایت فاصله مکانی بین مزارع سیب‌زمینی و نیز محصولات دارای آفات مشترک، بکارگیری روش‌های تلفیقی و بالاخره مصرف چند حشره‌کش از گروه‌های کاربامات‌ها و ارگانوفسفات‌ها با دز تأیید شده در زمان مناسب امکان‌پذیر

1- Hitchner

2- Gauthier *et al.*

3- Whalon *et al.*

4- Scott *et al.*

است. مرور منابع نشان می‌دهد که شکارگرهای عمومی از قبیل بالتوری سبز، کفشدوزک‌ها، سوسک‌های کارابید، سن‌های شکارگر پنتاتومیده و عنکبوت‌ها در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در سیستم‌های کشاورزی نقش به‌سزایی دارند (لوگان و همکاران^۱، 1987؛ کاپارت و همکاران^۲، 1991؛ پات و همکاران^۳، 1997).

7-1- گیاهان میزبان

این حشره در ایالت کلرادو از گیاه سیب‌زمینی وحشی تغذیه می‌کرد. با شروع کشت سیب‌زمینی در این ایالت، از علف‌های هرز به روی گیاهان سیب‌زمینی کشت شده منتقل شد و سپس به‌صورت آفت سیب‌زمینی درآمد (هیچنر، 2007). به هر حال میزبان بومی و اصلی آن سیب‌زمینی وحشی است که به تیره بادمجانیان تعلق دارد و معمولاً در مناطق کویری می‌روید. این آفت سیب‌زمینی را ترجیح می‌دهد اما در صورت نبود سیب‌زمینی از بادمجان، گوجه‌فرنگی، فلفل، توتون، تاج‌خروس، گزنه و تاتوره نیز تغذیه می‌نماید (زندر و اوانایلو^۴، 1989؛ جاسکوس، 1972؛ الیوخین^۵، 2009).

8-1- زیست‌شناسی و خسارت سوسک کلرادو

این آفت زمستان را به‌صورت حشره کامل در عمق 20 تا 40 سانتی‌متری خاک یا در داخل محموله‌های سیب‌زمینی در انبار سپری می‌نماید. عمق زمستان‌گذرانی برحسب جنس خاک و دمای محیط متغیر است؛ به‌طوری که در اردبیل و در زمستان‌های بسیار سرد که قشر رویی خاک یخ زده، در عمق 25 تا 30 سانتی‌متری به‌سر می‌برد (اردبیلی و کاظمی، 1374). در خاک‌های با بافت شنی لومی، در عمق 5 تا 40 سانتی‌متری زمستان‌گذرانی می‌کند ولی اکثریت آن‌ها (80 درصد) در عمق 10 تا 25 سانتی‌متری خاک قرار دارند و کمتر در عمق 40 سانتی‌متری حشره زمستان‌گذران یافت می‌شود (گلی‌زاده و همکاران، 1382). وقتی دمای محیط به 12/5 درجه سانتی‌گراد می‌رسد حشرات از دیپوز خارج می‌شوند. این زمان در شرایط آب و هوایی اردبیل، اوایل اردیبهشت ماه می‌باشد. سردی و بارانی بودن هوا، خروج و ظهور افراد

1- Logan *et al.*
2- Cappaert *et al.*
3- Patt *et al.*
4- Zehnder and Evanylo
5- Alyokhin

زمستان‌گذران را به تأخیر می‌اندازد. به‌علاوه، بروز این شرایط باعث کاهش تعداد نسل حشره شده و فرصت کافی برای تکمیل نسل دوم نیز کاهش می‌یابد. این حشره به‌رطوبت کم و دمای زیاد حساس بوده و از بین می‌رود. حشرات ماده، دسته‌های تخم خود را در سطح زیرین برگ‌های گیاهان میزبان قرار می‌دهند. دوره جنینی $9/5 \pm 5/5$ روز، دوره لاروی 22 ± 6 روز، دوره شفیرگی $18/5 \pm 6/5$ روز (دوره شفیرگی در داخل خاک)، دوره رشد از تخم تا بالغ 10 تا 50 روز و آستانه حداقل حرارتی حشره $10/5$ درجه سانتی‌گراد است (اردبیلی و کاظمی، 1374).

ظهور حشرات کامل از پناهگاه زمستانی تدریجی بوده و موقعی که سیب‌زمینی‌ها در مزرعه در حال جوانه‌زدن هستند صورت می‌گیرد. البته زمان آن در مناطق مختلف ایران یکسان نیست، به‌طوری‌که در مزارع سیب‌زمینی بجنورد در اواخر فروردین‌ماه پناهگاه‌های زمستانی را ترک کرده و در مزارع تازه‌کشت شده مستقر می‌شوند. طول دوره نسل اول این آفت در این منطقه 50 تا 55 روز و نسل دوم 40 تا 45 روز می‌باشد. در شرایط آزمایشگاه (دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 55 ± 5 درصد) دوره زندگی آفت $37/5$ روز تعیین شده است (رحیمی و همکاران، 1379). حشرات ماده در 11 اردیبهشت‌ماه شروع به تخم‌ریزی می‌کنند و $92/7$ درصد تخم‌های خود را زیر برگ سیب‌زمینی و بادمجان و 7 درصد را روی برگ قرار می‌دهند. تعداد تخم در هر دسته تخم در طبیعت 3 تا 87 عدد و در آزمایشگاه حدود 79 عدد می‌باشد. ظهور حشرات بالغ نسل اول دهه سوم خردادماه (25 خرداد) صورت می‌گیرد. ظهور حشرات کامل نسل دوم از دهه سوم تیرماه (29 تیر) شروع شده و جمعیت آن‌ها تا دهه اول مردادماه به حداکثر می‌رسد. حشرات کامل نسل دوم گاه‌ها در اواسط شهریورماه شروع به تخم‌ریزی می‌نمایند و لاروهای تفریخ شده از تخم‌های این نسل به لارو سن دوم هم می‌رسند، ولی به‌دلیل کمبود مواد غذایی و نبود میزبان مناسب تلف می‌شوند؛ هر حشره ماده در یک دوره 4 تا 5 هفته‌ای خود 300 تا 800 تخم می‌گذارد (لطیف و هارکورت¹، 1974). اولین تخم‌ریزی این حشره در شرایط اردبیل در اوایل دهه سوم اردیبهشت صورت می‌پذیرد که در این موقع بوته‌ها خیلی جوان هستند. لاروها پس از سه‌بار پوست‌اندازی، به شفیره تبدیل می‌شوند. میانگین تراکم

1- Latheef and Harcourt

جمعیت حشرات کامل زمستان‌گذران، دسته تخم و لاروهای نسل اول به ترتیب 1/83، 0/26، 11/68 عدد بر بوته و میانگین تعداد حشرات کامل نسل اول، دسته تخم و لاروهای نسل دوم به ترتیب 0/5، 0/83 و 8/2 عدد بر بوته در اردبیل بوده است (کاظمی، 1363؛ (اردبیلی و کاظمی، 1374)). درحالی‌که در منطقه ورزقان میانگین تراکم جمعیت حشرات کامل زمستان‌گذران، دسته تخم و لاروهای نسل اول به ترتیب 0/20، 0/30 و 9/68 عدد بر بوته و میانگین تعداد حشرات کامل ظاهر شده از نسل اول، دسته تخم و لاروهای نسل دوم به ترتیب 0/65، 0/58 و 7/2 عدد بر بوته بوده است (گلی‌زاده و همکاران، 1382). در مجموع روند تغییرات جمعیت در طول سال زراعی در هر دو منطقه مزبور مشابه هم بود است (گلی‌زاده و همکاران، 1382).

این حشره قدرت پرواز خیلی بالایی داشته و شعاع پرواز آن تا 350 کیلومتر هم می‌رسد. به‌علاوه این آفت با غده و خاک آلوده نیز انتقال پیدا می‌کند و به‌نظر می‌رسد غده آلوده یکی از مهم‌ترین روش‌های انتقال آن باشد. میزان آلودگی بوته‌های سیب‌زمینی در طول فعالیت نسل اول 5 تا 35 درصد و به‌طور متوسط 20 درصد و در نسل دوم 15 تا 50 درصد و به‌طور متوسط 32/5 درصد برآورد شده‌است. تعداد نسل این آفت از 1 تا 4 نسل گزارش شده ولی در اکثر مناطق ایران دو نسل در سال دارد. برای مثال، این آفت در خراسان 2 نسل (رحیمی و همکاران، 1379)، در آذربایجان غربی و شرقی 2 نسل کامل (گلی‌زاده و همکاران، 1382) و در اردبیل 2 نسل در سال دارد (اردبیلی و کاظمی، 1374). سوسک کلرادو در دوره زندگی خود دارای دیپوز است که به شکل حشره بالغ درون خاک اتفاق می‌افتد و مکانیسم شروع و خاتمه آن تحت کنترل هورمونی بوده و به‌صورت کوتاه و بلند مدت اتفاق می‌افتد (بلوم و فلیشر، 2001). یکی از ویژگی‌های سوسک کلرادو، حرکت آن از داخل مزرعه به سمت حاشیه مزارع و تجمع در گودی‌ها در پاییز و در نسل آخر قبل از زمستان‌گذرانی می‌باشد (گاتیر و همکاران، 1981).

مراحل مختلف لاروی و حشره بالغ سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از برگ‌های سیب‌زمینی تغذیه می‌کنند. در بین حشرات برگ‌خوار سیب‌زمینی هیچ حشره‌ای به اندازه این گونه توان برگ‌خواری ندارد. خسارت این

حشره به‌گونه‌ای است که می‌تواند در مدت کوتاهی تمام بوته‌های سیب‌زمینی را نابود کند. عمده خسارت این آفت به‌وسیله لاروها و بیشترین میزان تغذیه و خسارت یعنی حدود 77 درصد به‌وسیله لاروهای سن چهارم ایجاد می‌شود. تغذیه آفت همراه با دفع فضولات سیاه‌رنگی است که از خود به‌جای می‌گذارد که از علائم بارز آلودگی آن است. لاروها و حشرات بالغ این آفت در طول زندگی خود قادرند به‌ترتیب 40 و 9/65 سانتی‌مترمربع از برگ را مورد تغذیه قرار دهند؛ در اثر تغذیه این آفت از بوته‌های مسن، فقط ساقه باقی می‌ماند. میزان خسارت وارده به سیب‌زمینی در اثر آلودگی به‌این آفت، بستگی به تراکم جمعیت حشره دارد؛ به‌طوری که در تراکم شدید، ممکن است تمامی برگ‌های بوته خورده‌شده و فقط ساقه لخت و عاری از برگ باقی بماند که در این‌صورت حداقل 50 درصد محصول بر اثر شدت تغذیه از بین خواهد رفت. در صورتی که اگر میزبان بادمجان و یا گوجه‌فرنگی باشد، میوه‌های نارس هم مورد تغذیه قرار می‌گیرند (گاتیر و همکاران، 1981). بیشترین تأثیر تغذیه برگی، بر روی رشد گوجه‌فرنگی در دو هفته آخر گل‌دهی ایجاد می‌شود. تغذیه برگی در طول هفته‌های آخر قبل از برداشت تأثیر کمی روی کاهش بازده محصول دارد (لطیف و هارکورت، 1974). این آفت ناقل بیماری‌های ویروسی و باکتریایی سیب‌زمینی مانند *pseudomonas solanacearum* (Smith) نیز می‌باشد (کاظمی، 1363).

با توجه به اینکه برخی از نژادهای منطقه‌ای فقط از گونه‌های خاصی تغذیه می‌نمایند، مثلاً سوسک کلرادوی مستقر شده در منطقه همدان فقط قادر است از برگ‌های سیب‌زمینی تغذیه نماید و از سایر میزبان‌ها تغذیه نمی‌کند و با برداشت سیب‌زمینی، حشرات کامل به ناچار به دیپوز می‌روند، بنابراین فقدان میزبان در منطقه عامل بسیار مهمی در شروع زودهنگام دیپوز آفت می‌باشد (کاظمی، 1363). حشرات کامل زمستان‌گذران و لاروهای نسل اول این آفت بیشترین خسارت را به سیب‌زمینی وارد می‌سازند. حداکثر خسارت وارده به سیب زمینی مصادف با ظهور حشرات بالغ نسل اول می‌باشد که در این زمان سیب‌زمینی در حال شکوفه‌دهی است و حمله آفت در مرحله شکوفه‌دهی بیشترین تأثیر را بر عملکرد سیب‌زمینی وارد می‌سازد. خسارت زیاد سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی تحت تأثیر سه عامل است: 1- تخم‌گذاری زیاد سوسک‌های ماده، 2- اشتهاى بسیار زیاد سوسک‌ها و لاروها به‌تغذیه از بوته سیب‌زمینی، 3- تحمل و

مقاومت سوسک‌ها و لاروها به‌زندگی در شرایط جوی نامساعد، خصوصاً در برابر سموم حشره‌کش. اگر جمعیت سوسک‌های بالغ و لاروها زیاد شود و 50 درصد از برگ‌چه‌ها و جوانه‌ها خورده شود، نیمی از محصول کاهش می‌یابد و چنانچه اندام‌های هوایی بوته کاملاً خورده شوند عملکرد محصول بسیار کم شده و یا بوته از بین می‌رود (هری، 1990).

9-1- تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

از مهم‌ترین دشمنان طبیعی موجود در مزارع سیب‌زمینی نیز می‌توان به سن‌های شکارگر *Podisus maculiventris* Say و *Perillus bioculatus* (Fabricius)، سوسک‌های شکارگر *Lebia grandis* Say و *Enoplognatha mediterranea* Levy & Amitai، عنکبوت *Coleomegilla maculata* (DeGeer)، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephen)، زنبور پارازیتوئید *Edovum puttleri* Grissell و نیز زنبورهای جنس *Orgilus*، *Copidosoma*، *Trichogramma*، *Apanteles*، *Bracon*، *Myiopharus*، نماتدهای انگل *Heterorhabditis* sp.، *Hexameris* sp. و *Steinernema* sp. و همچنین قارچ بیماری‌زای *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill و باکتری *Bacillus thuringiensis* Berliner اشاره کرد (نوری قنبلانی و همکاران، 1377).

افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی از طریق استفاده از روش‌های کشاورزی پایدار مانند استفاده از سیستم‌های چندکشتی به جای تک‌کشتی یکی از اهداف مهم در مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (باچ^۱، 1980؛ ساندرسون^۲، 1992). تنوع پوشش گیاهی در سیستم‌های کشت متنوع با افزایش تنوع شکارها باعث افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آفات می‌شود (آلتیری^۳، ۱۹۸۳). پیشرفت‌های اخیر نشان داده که ممکن است تعاملات مستقیم دشمن طبیعی-گیاه نیز وجود داشته باشد (کاریوا^۴، 1983؛ لاونتن^۵، 1983). به هر حال تنوع گیاهان به‌عنوان یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده فراوانی و غنای گونه‌ای بندپایان می‌باشد (رووت، ۱۹۷۳).

1- Bach
2- Sanderson
3- Altieri
4- Kareiva
5- Lawton

گونه‌های گیاهی همراه گیاه میزبان اصلی ممکن است اثرات مستقیمی بر توانایی یک گیاه‌خوار برای یافتن و استفاده از گیاه میزبان داشته باشند. این گیاهان همراه ممکن است محرک‌های میزبان‌یاب حشره گیاه‌خوار را محو یا مستور کنند، به طوری که کلنی‌سازی روی گیاه میزبان را تحت تأثیر قرار دهند و یا این‌که رفتار و جابجایی حشرات درون یک خردزیستگاه را تغییر دهند (تاهوانیان و رووت^۶، ۱۹۷۳). سی‌من و همکاران^۷ (۱۹۹۸) گزارش کردند که غنای گونه‌ای گیاهان به‌طور معنی‌داری غنای گونه‌ای حشرات گیاه-خوار، پارازیتوئیدها و شکارگرها را افزایش می‌دهد. کریسپ و همکاران^۸ (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که مکان‌های با تنوع گیاهی بالاتر دربرگیرنده تنوع گونه‌ای بیشتری از حشرات هستند، چرا که مکان با تنوع گونه‌ای گیاهی بیشتر، گستره وسیعی از خردزیستگاه‌ها را برای حشرات ایجاد می‌کند. همچنین، این پژوهشگران عنوان کردند که تنوع گونه‌ای حشرات در محیط‌های با ساختار زیستگاهی پیچیده (که شامل گونه‌های متنوع گیاهی باشد) نسبت به محیط‌های ساده‌ای مثل علفزارها بیشتر است. طبق گزارش آلتیغری (۱۹۹۹) متنوع‌سازی سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی اغلب منجر به کاهش جمعیت گیاه‌خواران می‌گردد. ناپس و همکاران^۹ (۱۹۹۹) گزارش کردند که غنای گونه‌ای حشرات با غنای گونه‌ای گیاهان ارتباط مثبتی دارد. فیفندر و لوکا^{۱۰} (۲۰۰۰) گزارش کردند که افزایش تنوع گیاهان در زیستگاه‌های حاشیه مزارع منجر به تنوع بیشتر فون بندپایان می‌شود. آستراکی و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که فراوانی بندپایان، عنکبوت‌ها و حشرات راسته Hemiptera با غنای گونه‌ای گیاهان رابطه مثبتی دارد. نتایج مطالعه بروز^{۱۱} (۲۰۰۳) حاکی از این است که ترکیب گونه‌ای گیاهان از طریق برهم‌کنش‌های متقابل در تنوع گونه‌ای بندپایان موثر است. به این صورت که هر گونه که به تنوع گیاهی افزوده شود، چند گونه حشره گیاه‌خوار و

6- Tahvanainen and Root

7- Siemann

8- Crisp

9- Knops *et al.*

10- Pfiffner and Luka

11- Brose

شکارگر و پارازیتوئید را حمایت خواهد کرد. نتایج مطالعات آن سیکر و همکاران^{۱۲} (۲۰۰۶) نیز حاکی از این است که گیاه‌خواران تخصصی در سیستم‌های کشاورزی تک‌کشتی بیشتر است.

در ایران تحقیقات انجام یافته در زمینه تأثیر سیستم‌های چندکشتی بر تراکم جمعیت گیاه‌خواران و دشمنان طبیعی آنها ناچیز بوده و تنها چند محقق به‌صورت پراکنده در مورد تأثیر سیستم‌های چندکشتی بر تنوع بندپایان مطالعاتی را انجام داده‌اند؛ سلیمان‌نژادیان (۱۳۸۸) طی مطالعه‌ای در مزارع نیشکر جنوب اهواز بیان کرد که در مزارع نیشکر با کشت نواری یونجه شاخص تنوع و یکنواختی دشمنان طبیعی به طور معنی‌داری بالاتر بوده و درصد ساقه‌های آفت‌زده نیشکر به طور معنی‌داری کاهش یافت. فتحی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که کشت نواری گندم و یونجه باعث افزایش تنوع گونه‌ای شکارگرها و کاهش تراکم جمعیت تریپس گندم در مزارع گندم منطقه اردبیل می‌شود.

10-1- اهداف پژوهش

1. ارزیابی تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس در تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی
2. ارزیابی تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس در درصد فراوانی نسبی گونه‌های دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی
3. ارزیابی تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس در تراکم جمعیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی
4. ارزیابی تأثیر سیستم‌های کشت نواری سیب‌زمینی و اسپرس در میزان خسارت وارده به محصول سیب‌زمینی

فصل دوم:

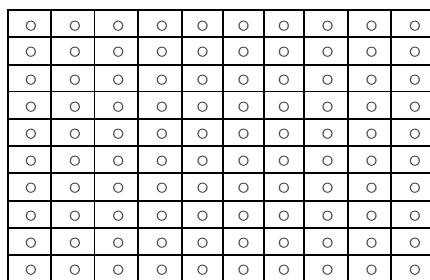
مواد و روش پژوهش

1-2- مزرعه آزمایشی و تیمارها

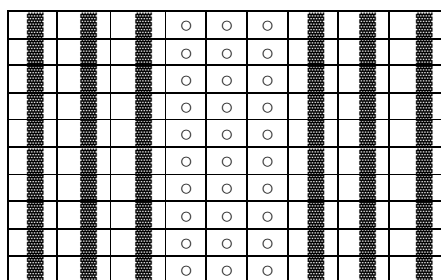
تحقیق حاضر در یک مزرعه آزمایشی در روستای انزاب از توابع شهر اردبیل (ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۲ متر؛ عرض جغرافیایی $38^{\circ}19'N$ ؛ طول جغرافیایی $48^{\circ}18'E$) در سال 1395 انجام شد. در این پژوهش تراکم مراحل زیستی سوسک کلرادوی سیبزمینی، فراوانی و تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آن و نیز خسارت وارده توسط این آفت در سه نوع سیستم کشت نواری سیبزمینی و اسپرس (شامل: 1- کشت نواری سه ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس، 2- کشت نواری شش ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و 3- کشت نواری نه ردیف سیبزمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس) به همراه تک‌کشتی سیبزمینی بررسی شد (شکل 3-1). همچنین 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.

غده‌های سیبزمینی (رقم Agria) و بذر اسپرس *Onobrychis vicifolia* Scop. از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. سیبزمینی و اسپرس بر اساس تیمارهای آزمایشی در یک مزرعه تحقیقاتی شکل (2-2) به مساحت تقریبی 2000 متر مربع در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج بلوک و به روش جوی و پشته (با فاصله بین ردیف‌های کاشت 75 سانتی‌متری) انجام شد. غده‌های سیبزمینی روی پشته‌ها در یک ردیف با فاصله 20 سانتی‌متر از یکدیگر و بذرها اسپرس روی هر یک از پشته‌ها در سه ردیف و با فاصله 5 سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. کاشت سیبزمینی و اسپرس به فاصله 30 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

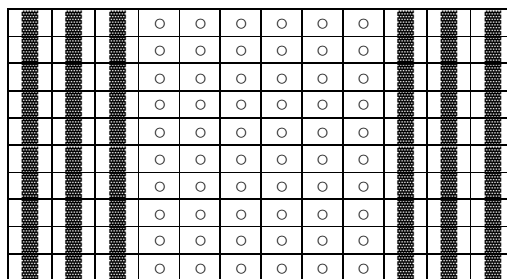
منطقه به صورت دستی انجام شد. آبیاری مزرعه به فاصله‌های منظم هفت روز یک‌بار صورت گرفت. لازم به ذکر است که در این مزارع آزمایشی از مصرف حشره‌کش‌ها اجتناب شد.



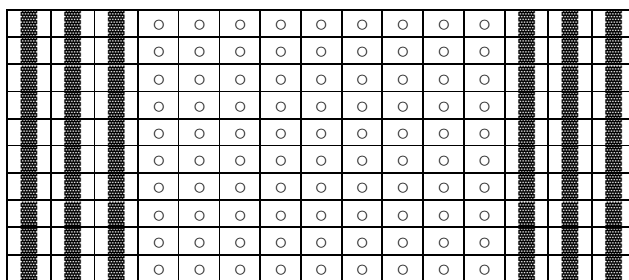
الف



ب



ج



د

شکل 1-2- شکل شماتیک سه نوع کشت نواری سیب‌زمینی با اسپرس شامل الف) تک کشتی سیب زمینی ب) سه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس، ج) شش ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس و د) نه ردیف سیب‌زمینی در تناوب با سه ردیف اسپرس ○ نشان‌دهنده گیاهان سیب‌زمینی و ■ نشان‌دهنده گیاهان اسپرس می‌باشند.



شکل 2-2- آماده‌سازی مزرعه‌ی آزمایشی جهت کشت به روش جوی و پشته

2-2- مطالعه تراکم مراحل زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

در پژوهش حاضر، 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 (ساوت‌وود و هندرسون، 2000؛ هسو و همکاران^{۱۳}، 2001). تراکم تخم‌ها و دسته‌های آن، لاروها و حشرات بالغ سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به ازای یک بوته سیب‌زمینی (به عنوان واحد نمونه‌برداری) در هر یک از چهار تیمار مورد آزمایش ارزیابی شد. نمونه‌برداری‌ها از مرحله رویشی 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 14 نوبت در طول فصل رشدی سیب‌زمینی بود. نمونه‌برداری بین ساعات 10 صبح تا 12 عصر در تاریخ‌های 1، 8، 15، 22 و 29 خردادماه، 5، 12، 19 و 26 تیرماه، 2، 9، 16، 23 و 30 مردادماه سال 1395 انجام شد. در هر مرحله از نمونه‌برداری تعداد پنج بوته سیب‌زمینی از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب شده و

Surname: Mahmoudi-Anzabi	Name: Davod
Title of thesis: Study of diversity of natural enemies of <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say and damage caused by the pest in the strip cropping system of potato and sainfoin	
Supervisors: Dr. Seyed Ali Asghar Fathi	
Advisor: Dr. Ali Golizadeh – Dr. Pejman Tajmiri	
Graduate Degree: M.Sc.	Major: Agricultural Entomology
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Agriculture and Natural Resources
Graduation date: 12/9/2017	Number of pages: 54
<p>Abstract: In this study, the density of the Colorado potato beetle (CPB), <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say), and species diversity of its predators were studied in three strip cropping systems (including three rows potato with three rows sainfoin, six rows potato with three rows sainfoin, and nine rows potato with three rows sainfoin) along with potato monoculture in Ardabil region during 2016. Among the tested treatments, the lowest densities of CPB eggs, larvae and adults were observed in three rows potato with three rows sainfoin treatment. Among the CPB predators on potato foliage, <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) and Coccinellids (including <i>Hippodamia convergens</i> Guernmenevelle, <i>Coccinella septempunctata</i> (L.) and <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze)) had the highest percentage of relative abundance. The abundance of these predators (<i>C. carnea</i> and coccinellids) in three rows potato with three rows sainfoin were significantly higher than on potato monoculture, but there was no significant difference was observed between three intercrops. Moreover, the highest value of Shannon diversity index (H') for these predators was recorded in three rows potato with three rows sainfoin treatment. Moreover, 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 value of Shannon diversity index for terrestrial predators in each of three intercrops was significantly higher than in monoculture. The lowest value of Morisita-Horn index was recorded between three rows potato with three rows sainfoin and monoculture, and the highest value was found between three and six rows potato with three rows sainfoin. Moreover, the lowest and the highest percentage of fresh tubers weight loss was recorded in three rows potato with three rows sainfoin and potato monoculture, respectively. Therefore, it can be concluded that amongst the four cropping systems three rows potato with three rows sainfoin intercrop with increasing of CPB predator's diversity and decreasing of CPB density could be useful in integrated management of CPB in potato fields.</p>	
Keywords: species number, species abundance, predators, Colorado potato beetle, potato, sainfoin	



University of Mohagheh Ardabili

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

Study of diversity of natural enemies of *Leptinotarsa decemlineata* Say and damage caused by the pest in the strip cropping system of potato and sainfoin

Supervisor

Seyed Ali Asghar Fathi (Ph.D)

Advisors

Ali Golizadeh (Ph.D)

Pejman Tajmiri (Ph.D)

By:

Davod Mahmoudi-Anzabi

Summer – 2017