تحقیقات آفات گیاهی
۵۶- ۴۵ :(۳)۱۲- ۱۴۰۱

علمی پژوهشی

اثر گیاهان پوششی در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) روی غده‌های سیب‌زمینی در اواخر فصل رویشی در مزرعه

رئوف زمانی[۱]، علی گلی‌زاده[۱*]، سید علی اصغر فتحی[۱]، بهرام ناصری[۱] و داود حسن‌پناه[۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، ۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۴)

چکیده

بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) مهم‌ترین آفت سیب‌زمینی در جهان و ایران می‌باشد. استفاده از راهکارهای زراعی و حفاظتی مناسب به‌منظور ممانعت از تخم‌ریزی آفت روی غده‌های تازه تشکیل شده سیب‌زمینی در انتهای فصل زراعی می‌تواند در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی موثر باشد. در این پژوهش اثرات پوشش گیاهی مختلف در کاهش خسارت روی غده‌های تازه تشکیل شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین، بعد از پیری اندام‌های هوایی سیب‌زمینی، گیاهان پوششی ماشک (*Vicia sativa*)، خلر (*Lathyrus sativus*)، چاودار (*Secale montanu*) و نیز تقویت پوشش گیاهی خودرو به‌منظور ایجاد پوشش گیاهی در مزرعه استفاده شد. میزان آلودگی غده‌های سیب‌زمینی طی دو سال در تیمارهای ماشک، خلر، تقویت پوشش گیاهی مزرعه و چاودار به‌ترتیب برابر ۸/۰۰، ۱۲/۳۳، ۲۶/۳۳ و ۲۶/۱۷ درصد بود و همه تیمارها نسبت به شاهد (۳۹/۱۷ درصد) باعث کاهش معنی‌داری در میزان خسارت به غده‌ها شدند. از نظر تعداد لاروهای بید سیب‌زمینی در غده‌های آلوده نیز اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده شد و تیمارهای ماشک، خلر، تقویت پوشش گیاهی خود مزرعه و چاودار به‌ترتیب تراکم کمتری از لاروهای آفت نشان دادند. بر اساس نتایج، گیاه پوششی ماشک به عنوان موثرترین گیاه پوششی برای پوشش خاک و ممانعت از تخم‌ریزی بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی بود. همچنین، حفظ و تقویت علف‌های خودرو داخل مزرعه در انتهای فصل و بعد از خشک شدن اندام‌های هوایی سیب‌زمینی یکی از روش‌های کم هزینه برای جلوگیری از خسارت بید سیب‌زمینی روی غده‌های درون خاک می‌تواند باشد.

واژه‌های کلیدی: بید سیب‌زمینی، کاهش تخم‌ریزی، گیاهان پوششی، مدیریت بید سیب‌زمینی

نویسنده مسئول: golizadeh@uma.ac.ir

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) بعد از گندم، برنج و ذرت بیشترین سهم را در میزان تولید محصولات غذایی دارا بوده و نقش مهمی در تغذیه و سبد غذایی جمعیت جهان دارد (Fabeiro *et al*., 2001). تولید سیب‌زمینی در سال‌های اخیر گسترش یافته و هم اکنون یکی از پنج محصول مهم غذایی در جهان می‌باشد (Oerke, 2006). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۴ سطح زیر کشت سیب زمینی در ایران ۱۶۰/۲۱ هزار هکتار بوده و میزان تولید نیز به طور متوسط ۳۲/۱۹۱ تن در هکتار می‌باشد. در منطقه اردبیل نیز طبق گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل سطح زیر کشت سیب‌زمینی ۲۱/۰۰۰ هکتار بوده و متوسط تولید محصول ۳۵/۵ تن در هکتار است (Agricultural Statistics, 2019).

عوامل متعددی سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصول سیب‌زمینی می‌شوند که از جملهٔ آنها می‌توان به آفات مختلف اشاره کرد. با توجه به مهم و اقتصادی بودن این محصول حفاظت آن از خسارت آفات بسیار اهمیت دارد. بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep: Gelechiidae) مهم‌ترین و زیان‌بارترین آفت سیب‌زمینی در دنیا می‌باشد (Fenemore, 1988; Pedigo *et al*., 2009). این آفت به دلیل ارتباط نزدیک با میزبان، سازگاری بیشتر به تغییرات روزانه و فصلی دما، وجود پتانسیل بالا در تولید مثل و خسارت اقتصادی، به مهمترین آفت سیب‌زمینی در سرتاسر جهان تبدیل شده است (Bacon, 1960; Foot, 1979; Shelton and Wyman, 1979a,b; Briese, 1986; Herman *et al*., 2005). این آفت پیش از این جزو آفات قرنطینهٔ ایران بوده است و اولین بار در مهر ماه سال ۱۳۶۴ روی غده‌های در حال برداشت سیب‌زمینی در مزارع کرج دیده شد (Habibi and Hesan, 1991). در حال حاضر در بیشتر مناطق ایران وجود دارد (Khanjani, 2013). بید سیب‌زمینی آفتی چندخوار و همه‌جازی می‌باشد که هم در مزرعه و هم در انبار به محصول خسارت می‌زند. خسارت اصلی آن به حفر دالان در غده‌های سیب‌زمینی مربوط است، ولی در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در مزرعه و روی برگ‌های گیاه میزبان نیز خسارت قابل توجهی ایجاد کرده و تولید سیب‌زمینی را از نظر کمی و کیفی به شدت کاهش می‌دهد (Rondon, 2010). آلودگی و آسیب غده‌ها در انبارها به‌ویژه در انبارهای فاقد سیستم خنک‌کننده می‌تواند بسیار شدید باشد و غده‌های آلوده به شدت بازارپسندی خود را از دست می‌دهند (Soltani *et al*., 2008).

آلودگی محصول سیب‌زمینی توسط بید سیب‌زمینی به‌طور معمول قبل از رشد غده‌ها، از شاخ و برگ سیب‌زمینی شروع شده و بعد از پیر شدن برگ‌های سیب‌زمینی آفت تغییر رفتار داده و خود را به غده‌های رشد یافته رسانده و باعث ایجاد خسارت در آنها می‌شوند (Foot, 1979). بر اساس تله‌گذاری‌های انجام شده در منطقه اردبیل، هم زمان با گرم‌تر شدن هوا طی ماه‌های تیر و مرداد جمعیت آفت افزایش یافته و فعالیت خسارتزای آن روی غده‌های تازه تشکیل شده در مرداد ماه شروع می‌شود. تا قبل از این تاریخ که مصادف با شادابی و جوانی شاخ و برگ سیب‌زمینی است و هنوز هیچ غده‌ای تشکیل نشده به دلیل سرد بودن هوای منطقه فعالیت و خسارت آفت روی اندام‌های هوایی بسیار کم می‌باشد (Nouri Ganbalani *et al*., 2018). بیشترین خسارت آفت بعد از خشک شدن اندام‌های هوایی و لخت شدن خاک به‌طور عمده در حدود ۲-۴ هفته قبل از برداشت روی غده‌ها اتفاق می‌افتد (Foot, 1979).

کاربرد حشره‌کش‌ها تنها علیه آلودگی بید سیب‌زمینی در اندام‌های هوایی موثر هستند، ولی نمی‌توانند به‌طور مستقیم از آلودگی غده‌ها ممانعت کنند. در مقابل چندین روش زراعی موثر در کاهش جمعیت بید سیب‌زمینی گزارش شده است که از جمله آنها می‌توان به از بین بردن بقایای گیاهی و سیب‌زمینی‌های باقی مانده در خاک، سرزنی بوته‌ها، حفظ رطوبت خاک در زمان سرزنی و یا پس از آن به‌ویژه در فاصله زمانی بین خشک شدن اندام‌های هوایی و برداشت محصول، خاک‌دهی پای بوته و انتخاب رقم مناسب اشاره داشت (Rondon *et al*., 2007). در کشور تونس اقداماتی نظیر کشت عمیق، خاکدهی پای بوته‌ها، برداشت زود هنگام و انجام آبیاری تا زمان برداشت

از آلودگی غده‌ها جلوگیری می‌کند (Von Arx *et al.*, 1987; Bensalah and Aalbu, 1992). بعد از خشک شدن اندام‌های هوایی، اگر سیب‌زمینی مدت طولانی‌تری در مزرعه بماند، احتمال آلودگی غده‌ها بیشتر است. پروانه و لارو آفت بعد از خشک شدن اندام‌های هوایی به‌طور اجباری به داخل خاک می‌روند و در نتیجه خطر آلودگی غده‌ها افزایش می‌یابد (Rondon *et al.*, 2007). حشرات کامل برای انجام تخم‌ریزی روی غده‌ها از طریق ترک‌های خاک وارد خاک شده و لاروها نیز برای یافتن غذا درون خاک می‌شوند. غده‌های که در معرض یا نزدیک به سطح خاک هستند احتمال آلودگی بالایی خواهند داشت. به‌منظور جلوگیری از آلودگی، لازم است حداقل پنج سانتی‌متر خاک روی غده‌ها وجود داشته باشد (Rondon *et al.*, 2010). همچنین، با مرطوب نگه‌داشتن خاک از طریق آبیاری بیشتر برای جلوگیری از ترک خوردن خاک به‌ویژه در اواخر فصل و زمانی که اندام‌های هوایی شروع به خشک شدن می‌کنند، آلودگی غده‌ها به بید سیب‌زمینی کاهش می‌یابد. در یک تحقیق انجام شده ۴۷ درصد از گیاهان سیب‌زمینی تحت روش کاشت معمولی در خطر آلودگی بوده، ولی با پوشش بیشتر خاک این مقدار به ۳۵ درصد تا ۲۵ درصد کاهش یافت و با افزایش رطوبت خاک آلودگی به مقدار ۷ درصد رسید (Foot, 1979). در کشور ما نیز روش‌های غیر شیمیایی در مدیریت تلفیقی بید سیب‌زمینی مورد ارزیابی قرار گرفته و نشان داده شده است که به‌کار‌گیری روش‌هایی چون تناوب، کشت عمیق غده‌ها، خاکدهی پای بوته‌ها و آبیاری منظم نقش موثری در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی دارد (Soltani *et al.*, 2008).

بر اساس بررسی‌های گابریل و گومدا (Gabriel and Quemada, 2011) کشت گیاهان پوششی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حفظ رطوبت و افزایش مواد آلی خاک، افزایش تنوع زیستی و در نهایت، افزایش عملکرد محصولات زراعی می‌شود. ریبرگ-هورتون (Reberg-Horton *et al.*, 2012) گزارش کردند که کاشت گیاهان پوششی نقش مهمی در حفاظت خاک در برابر فرسایش و هدررفت عناصر غذایی از آن دارد. افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به آب یکی دیگر از پیامدهای مثبت گیاهان پوششی است. این امر ناشی از بهبود ثبات خاکدانه‌ها توسط این گیاهان و در نتیجه جلوگیری از تشکیل سله در سطح خاک است (Gomez *et al.*, 2009; Deurer *et al.*, 2009). در یک آزمایش، کاربرد گیاهان پوششی در یک منطقه مدیترانه‌ای به بهبود ساختار خاک، افزایش خلل و فرج آن، بهبود نفوذپذیری خاک نسبت به آب و کاهش فشردگی خاک منجر شد (Linares *et al.*, 2014). از نظر شیمیایی نیز وجود یک پوشش گیاهی غیرمیزبان به علت آزادسازی مواد فرار گیاهی می‌تواند باعث اختلال در میزبان‌یابی بید سیب‌زمینی شود. بر اساس بررسی‌های انجام‌یافته متابولیت‌های ثانویه گیاهان نقش مهمی در تشخیص گیاهان میزبان از غیرمیزبان توسط حشرات گیاه‌خوار دارند (Dethier, 1982). گیاهان پوششی انتخاب‌شده شامل گیاهان سریع‌الرشد بوده که سریع جوانه زده و اندام‌های هوایی آنها جایگزین اندام‌های هوایی از بین رفته سیب‌زمینی به فاصله یک ماه مانده به برداشت محصول سیب‌زمینی می‌شوند. بر اساس بررسی‌های انجام گرفته توسط نوری قنبلانی و همکاران (Nouri Ganbalani *et al.*, 2018) بیشترین خسارت بید سیب‌زمینی در منطقه اردبیل نیز در انتهای فصل زراعی و یک ماه مانده به برداشت سیب‌زمینی اتفاق می‌افتد. ممانعت از نفوذ پروانه‌های ماده برای تخم‌ریزی روی غده‌های سیب‌زمینی در داخل خاک از طریق ایجاد یک مانع فیزیکی برای عدم دسترسی به غده‌ها و اختلال در میزبان‌یابی بید سیب‌زمینی از طریق حفظ و افزایش رطوبت خاک به‌منظور جلوگیری از ایجاد ترک در خاک از طریق کاشت گیاهان پوششی در انتهای فصل زراعی جزو اهداف این پژوهش است. هدف نهایی این پژوهش بررسی راهکار کاربردی اثر احیاء پوشش گیاهی در جلوگیری از آلودگی غده‌های تازه تشکیل شده سیب‌زمینی در خاک و کاهش خسارت بید سیب‌زمینی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در شرایط صحرایی در یک مزرعه سیب‌زمینی به مساحت ۶۰۰ متر مربع در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل واقع در بخش آراللوی شهرستان اردبیل در ۱۶ کیلومتری جاده اردبیل – خلخال با مختصات عرض جغرافیایی □ ۲۱ ′۱۰ □۳۸ و طول جغرافیایی □ ۳۲ ′۲۳ □۴۸ و به ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. بذر سیب‌زمینی رقم آگریا به عنوان رقم رایج در منطقه از ایستگاه تحقیقات اردبیل تهیه و به‌منظور کشت استفاده شد. بذر مورد نیاز سه گیاه پوششی شامل ماشک *Vicia sativa* (Leguminosae) با نام انگلیسی Vetch، خلر *Lathyrus sativus* (Leguminosae) با نام انگلیسی Grass pea و چاودار (Gramineae) *Secale montanu* با نام انگلیسی Rye از ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه شد. این گیاهان به دلیل سریع الرشد بودن آنها و قابلیت ایجاد یک پوشش گیاهی مناسب در یک بازه زمانی به‌نسبت کوتاه دو هفته‌ای انتخاب شدند.

نحوه انجام آزمایش در مزرعه

آزمایش طی دو سال زراعی متوالی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار (شامل سه گیاه پوششی ماشک، خلر و چاودار، تقویت گیاهان خودروی در داخل مزرعه و تیمار شاهد) در سه تکرار طراحی شد. تعداد ۱۵ کرت به ابعاد ۳ × ۴ متر تهیه شد. فاصله بلوک‌ها و کرت‌های آزمایشی از یکدیگر سه متر در نظر گرفته شد. غده‌های تکثیری سیب‌زمینی در تمام کرت‌های آزمایشی طبق کاشت رایج منطقه (۱۵ اردیبهشت) کشت شد و در طول فصل زراعی عملیات زراعی لازم مشابه عرف منطقه در همه کرت‌ها اعمال شد. در اواخر مرداد و بعد از اتمام مرحله رویشی و زمانی که علائم خشکیدگی روی اندام‌های هوایی بوته‌های سیب‌زمینی ظاهر شد، گیاهان پوششی (شامل ماشک، خلر و چاودار) به صورت دستی در محل جوی‌های مزرعه کشت شد و با در نظر گرفتن اندازه بذرها عمق کاشت یک تا دو سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بلافاصله بعد از کاشت، یک آبیاری به صورت نشتی انجام گرفت. این آبیاری برخلاف عرف منطقه بعد از اتمام آبیاری‌های معمول مزرعه سیب‌زمینی انجام شد. یکی از تیمارها تقویت گیاهان خودرو و علف‌های هرز موجود داخل کرت‌ها بود که به این منظور فقط عملیات آبیاری در این کرت‌ها انجام گرفت. عمده علف‌های هرز خودروی موجود در کرت‌های آزمایشی شامل سلمه‌تره *Chenopodium album* L.، تاج خروس *Amaranthus sp* L.، خرفه *Portulaca olreacea* L.، پیچک *Convolvulus arvensis* L. و قیاق *Sorghum halepens* L. بودند. در تیمار شاهد نیز تمام علف‌های هرز به‌صورت دستی وجین شدند و عملیات آبیاری مشابه کرت‌های دیگر انجام شد.

در مجموع، سه دوره آبیاری به فاصله ۱۰ روز از یکدیگر بعد از قطع آخرین آبیاری معمول در مزرعه سیب‌زمینی در تمام تیمارها در تاریخ‌های ۱، ۱۰ و ۲۰ شهریور ماه صورت گرفت. گیاهان پوششی خلر و ماشک بعد از یک هفته سریع جوانه زده و در فاصله زمانی ۱۵ روزه پوشش گیاهی خوبی در مزرعه و بین ردیف‌های سیب‌زمینی ایجاد کردند. گیاه پوششی چاودار بعد از یک هفته جوانه زده، ولی نسبت به دو تیمار ماشک و خلر پوشش غیر متراکمی را به وجود آورد. همچنین، در تیمار تقویت گیاهان خودرو، پوشش گیاهی با ارتفاع بلند، به‌نسبت سریع ایجاد شد.

بررسی صحرایی

طبق عرف منطقه در تاریخ ۱۲ مهر ماه مزرعه آزمایشی به صورت دستی برداشت و از هریک از کرت‌ها (تکرارها) یک نمونه که شامل ۱۰۰ غده سیب‌زمینی بود به‌صورت تصادفی گرفته شد و پس از جمع‌آوری، برچسب‌گذاری شده و به انبار منتقل شد. نمونه‌های برداشت‌شده در انبار توزین و ثبت شدند. سپس، با بررسی نمونه‌ها، غده‌های آلوده شده توسط بید سیب‌زمینی از غده‌های سالم جداسازی و شمارش شدند و به‌منظور انجام بررسی‌های بیشتر به آزمایشگاه منتقل شدند. علایم خسارت بید سیب‌زمینی از طریق ویژگی‌هایی نظیر جمع شدن فضولات لاروها در انتهای سوراخ ورودی، خسارت بیشتر در نزدیکی چشم‌های غده سیب‌زمینی و نیز ایجاد تونل‌های مارپیچی توسط لاروها

در داخل غده به راحتی از خسارت آفاتی نظیر کرم مفتولی قابل تفکیک می‌باشد.

در آزمایشگاه تعداد لاروهای موجود در غده‌های آلوده مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. به این منظور از طریق برش سوراخ‌ها و دالان‌های ایجاد شده در غده‌های آلوده تعداد لاروهای موجود در هر غده تعیین و یادداشت شد. در کل برای هر نمونه از تیمارهای مختلف سه صفت وزن غده‌ها، درصد آلودگی و تعداد لارو موجود در غده‌های آلوده ثبت شدند.

تجزیه آماری

داده‌های به‌دست‌آمده در دو سال مورد بررسی، به روش تجزیه مرکب در نرم‌افزار SAS version 9.1 (SAS Institiute, 2003) تجزیه و بررسی شد. با توجه به اینکه اثر متقابل سال×تیمار در مورد هر سه صفت مورد بررسی معنی‌دار نشد، به همین دلیل نتایج آزمایش‌ها برای دو سال مورد مطالعه به صورت یکجا (مرکب) تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین داده‌ها با روش SNK در سطح احتمال $P < ۰/۰۵$ انجام گرفت و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که در مورد هر سه صفت وزن غده‌های نمونه‌برداری شده ($P \leq 0.891$)، درصد آلودگی غده‌ها ($P \leq 0.783$) و تعداد لاروهای شمارش‌شده ($P \leq 0.948$) اثر متقابل سال و تیمار معنی‌دار نشده (جدول ۱)، بنابراین نتایج مربوط به هر دو سال مورد بررسی به صورت یکجا تجزیه واریانس شد و نتایج به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۱ -تجزیه واریانس مرکب وزن و درصد آلودگی غده‌های سیب‌زمینی و تعداد لاروهای بید سیب‌زمینی *P. operculella* در غده‌های سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰

Table 1. Combined analysis of variance of potato tuber weight, their infestation (%) and the number of *P. operculella* larvae in potato tubers in different treatments in two years 2020-2021

Source	df	Mean Square		
		Potato tuber weight	Potato tuber infestation (%)	No. of larvae in potato tuber
Year	1	97.200**	5.633^{ns}	0.533^{ns}
Error 1	4	2.600	5.333	2.533
Treatment	4	2.167^{ns}	940.867**	156.050**
Treatment × Year	4	0.700^{ns}	1.967^{ns}	0.617^{ns}
Error 2	16	2.558	4.542	3.533

** significant difference at 1% level

ns non-significant difference at 5% level

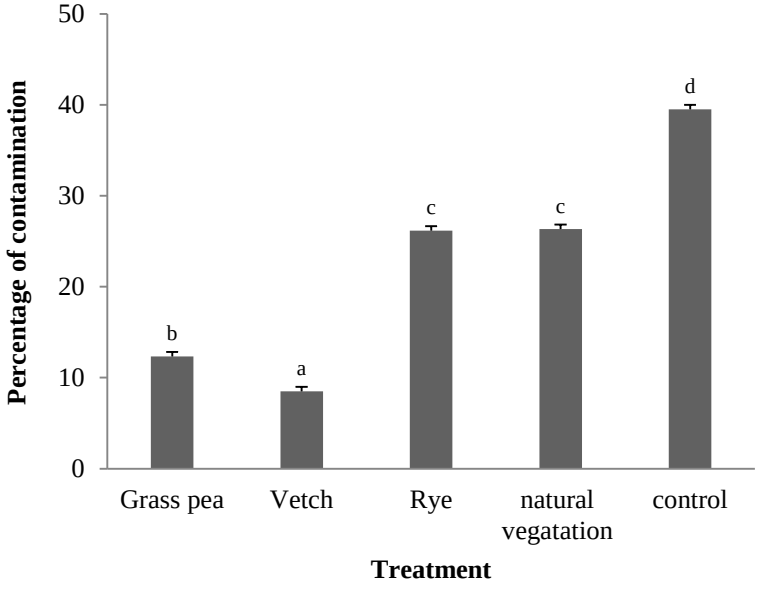
میانگین وزن غده‌های سیب‌زمینی برداشت شده در تیمارهای مختلف در انتهای فصل در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از وزن غده‌های برداشت شده در تیمارهای مورد بررسی بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارهای موردآزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ بود (جدول ۱).

درصد آلودگی غده‌های سیب‌زمینی برداشت-شده در تیمارهای مختلف در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد آلودگی غده‌های برداشت شده در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین تیمارهای مختلف آزمایشی می‌باشد (جدول ۱).

نتایج تاثیر تیمارهای مورد آزمایش روی درصد آلودگی غده‌های نمونه‌برداری شده در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، تیمار گیاه پوششی ماشک با ۸/۰۰ درصد آلودگی غده‌ها، کمترین میزان آلودگی ناشی از خسارت بید سیب زمینی را در بین تیمارهای مختلف آزمایشی نشان داد. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین درصد آلودگی تیمارهای گیاهان پوششی خلر، چاودار و نیز تقویت گیاهان خودرو داخل مزرعه با تیمار شاهد (با ۳۹/۱۷ درصد آلودگی) مشاهده شد. در مجموع، در دو سال متوالی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ گیاهان پوششی ماشک و خلر به‌ترتیب با ۸/۰۰ درصد و ۱۲/۳۳ درصد آلودگی و همچنین، گیاه پوششی چاودار و تقویت گیاهان خودرو داخل مزرعه به‌ترتیب با ۲۶/۱۷ و ۲۶/۳۳ درصد آلودگی با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (شکل ۱).

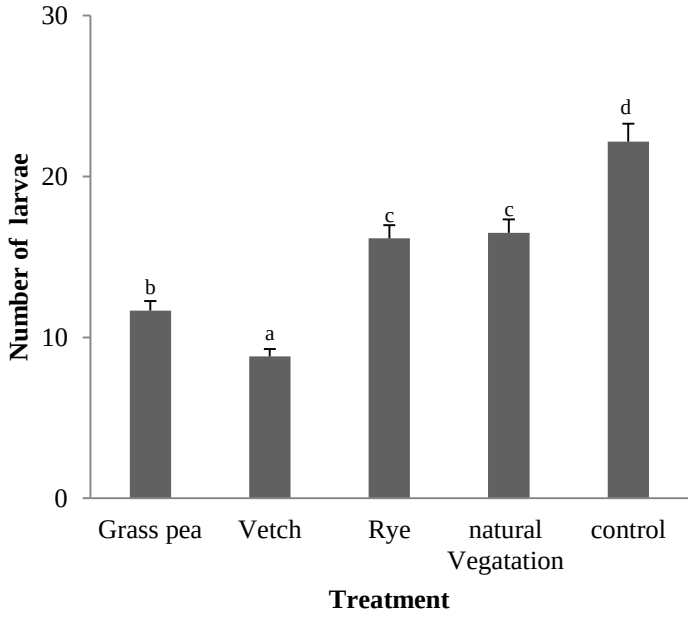


شکل ۱ – درصد آلودگی غده‌های برداشت شده به بید سیب‌زمینی *P. operculella* در تیمارهای مختلف در دوسال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

Figure 1. Percentage of infestation of harvested potato tubers to *P. operculella* in different treatments in two years 2020-2021

میانگین تعداد لاروهای شمارش شده در غده‌های سیب‌زمینی برداشت‌شده در تیمارهای مختلف در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد لاروهای شمارش شده در غده‌های نمونه‌برداری شده در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین تیمارهای مختلف آزمایشی وجود دارد (جدول ۱). نتایج مربوط به تاثیر تیمارهای مورد آزمایش روی تعداد لاروهای موجود در غده‌های سیب‌زمینی در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، تیمار گیاه پوششی ماشک با تعداد ۸/۸۳ عدد لارو در هر صد عدد غده نمونه‌برداری شده، کمترین تعداد لارو را در بین تیمارهای مختلف آزمایشی نشان داد. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای گیاه پوششی خلر، چاودار و تقویت گیاهان خودرو داخل مزرعه نسبت به تیمار شاهد با ۲۲/۱۷ عدد لارو دیده شد. در مجموع در دو سال اجرای این پژوهش گیاهان پوششی ماشک، خلر، چاودار و تقویت گیاهان خودرو داخل مزرعه به ترتیب با داشتن میانگین ۸/۸۳، ۱۱/۶۷، ۱۶/۱۷ و ۱۶/۵۰ عدد لارو در غده‌های نمونه‌برداری شده نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۲).



شکل ۲- تعداد لاروهای بید سیب‌زمینی *P. operculella* در غده‌های برداشت شده در تیمارهای مختلف در در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

Figure 2. The number of *P. operculella* larvae in potato tubers in different treatments in two years 2020-2021

بحث

طبق نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، گیاهان پوششی که قادر به ایجاد پوشش گیاهی متراکم در مدت زمان کوتاه‌تری بودند، از نظر کارایی در جلوگیری از تخم‌گذاری بید سیب‌زمینی روی غده‌ها و در نتیجه، در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی تاثیر بیشتری داشتند. یکی از اهداف مهم کشت گیاهان پوششی ایجاد یک پوشش گیاهی غیرمیزبان در سطح خاک و حفظ رطوبت خاک می‌باشد که در نهایت موجب جلوگیری از خشک شدن و ترک برداشتن خاک می‌شود (Gabriel and Quemada, 2011; Reberg-Horton *et al*., 2012)، ولی با توجه به اینکه این ترک‌ها محل مناسبی برای نفوذ و تخم‌گذاری حشرات ماده بید سیب‌زمینی روی غده‌های تازه تشکیل شده سیب‌زمینی درون خاک می‌باشد (Foot, 1979)، بنابراین، کشت گیاهان پوششی در آخر فصل زراعی و نزدیک برداشت محصول می‌تواند در کاهش آلودگی غده‌ها توسط بید سیب‌زمینی نقش مهمی ایفا کند. در پژوهش حاضر دو گیاه پوششی ماشک و خلر به علت سرعت جوانه‌زنی بالا و ایجاد پوشش گیاهی متراکم در مقایسه با سایر تیمارها توانستند در مدت زمان کوتاهی پوشش گیاهی از بین رفته سیب‌زمینی را دوباره با تراکم بیشتری احیا کنند و به نظر می‌رسد هر دو گیاه از سه طریق ممکن شامل حفظ رطوبت خاک، ایجاد مانع فیزیکی مناسب برای جلوگیری از نفوذ پروانه‌های ماده و تخم‌گذاری آنها درون خاک و همچنین، اختلال در میزبان‌یابی آفت از طریق شیمیایی و به واسطه استقرار یک پوشش گیاهی غیرمیزبان در کاهش آلودگی غده‌ها به بید سیب‌زمینی نقش داشته باشند. در مقایسه پوشش گیاهی حاصل از چاودار به دلیل باریک برگ بودن این گیاه نسبت به دو گیاه ماشک و خلر از سطح پوشش پائینی برخوردار بوده و به احتمال قوی این ویژگی باعث کارایی کمتر آن در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی شده است. هرمز سلطانی و همکاران نیز در استان همدان در

بررسی کارایی روش‌های غیرشیمیایی، عواملی چون رطوبت خاک، پوشش خاک و کشت عمیق را در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی بسیار موثر ارزیابی کردند (Soltani *et al.*, 2008).

در تحقیق حاضر نشان داده شد که تقویت گیاهان خودرو در مقایسه با تیمار شاهد موجب کاهش معنی‌داری در درصد آلودگی غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. تقویت گیاهان خودرو بدون هیچ‌گونه نیاز به عملیات کشت و تنها با ادامه آبیاری بعد از خشکیدگی اندام‌های هوایی سیب‌زمینی انجام می‌شود و با وجود هزینه بسیار ناچیز اجرایی می‌تواند کارایی بسیار مناسبی را در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی داشته باشد. بر اساس بررسی‌های انجام‌گرفته توسط فوت (Foot, 1979) پوشش خاک تاثیر زیادی روی توانایی حشرات ماده برای انجام تخم‌ریزی و آلودگی غده‌ها دارد. بر اساس نتایج ایشان، غده‌های سیب‌زمینی دارای پوشش پنج سانتی‌متر یا بیشتر خاک خشک آلوده نمی‌شوند و وجود حتی یک لایه خیلی نازک از خاک مرطوب روی غده‌ها به عنوان یک حفاظ موثر در برابر آلودگی خواهد بود. رطوبت خاک و عمق غده‌ها داخل خاک به‌طور قابل ملاحظه‌ای روی توانایی لارو در آلوده کردن غده‌های رشد یافته موثر می‌باشند. لاروهایی که شاخ و برگ تغذیه شده را ترک می‌کنند، تنها قادر به آلوده کردن غده‌های سیب‌زمینی بدون پوشش خاک یا غده‌هایی که در داخل یک سانتی‌متری خاک قرار دارند هستند (Foot, 1979). در مقابل، نفوذ حشرات کامل در خاک و دسترسی به غده‌های رشد یافته برای تخم‌گذاری مهم‌ترین عامل در آلودگی غده‌های واقع در اعماق خاک می‌باشد (Foot, 1979).

در منطقه اردبیل به دلیل شرایط خاص آب و هوایی و برودت هوا، فعالیت و خسارت بید سیب‌زمینی در شرایط صحرایی و روی اندام‌های هوایی قابل‌توجه و اقتصادی نیست. تنها مرحله حساس سیب‌زمینی از مرداد ماه تا برداشت سیب‌زمینی بوده که هم‌زمان با مرحله حجیم شدن غده‌ها می‌باشد که در این زمان حشرات ماده بید سیب‌زمینی در خاک نفوذ کرده و روی غده‌ها تخم‌ریزی می‌کنند (Nouri Ganbalani *et al.*, 2018). در این مرحله (حجیم شدن غده‌ها) ایجاد یک مانع فیزیکی برای جلوگیری از دستیابی حشرات ماده به غده‌های داخل خاک، نقش مهمی در کاهش خسارت دارد. به نظر می‌رسد گیاهان پوششی با حفظ رطوبت و جلوگیری از ایجاد ترکیدگی مانع از فرسایش و از بین رفتن پوشش خاکی بعد از پیری و خشک شدن اندام‌های هوایی سیب‌زمینی شده و با ایجاد یک مانع فیزیکی از تخم‌ریزی حشرات ماده روی غده‌ها جلوگیری می‌کنند. گیاهان پوششی به دلیل تأثیر مکانیکی ریشه‌ها و ترشح مواد چسبنده از آنها می‌توانند به تجمع خاکدانه‌ها و بهبود ساختار خاک منجر شوند (Rosa *et al.*, 2012). در یک پژوهش دیگر نشان داده شده است که کاربرد گیاهان پوششی از تخریب ساختار خاک و فرسایش آن جلوگیری کرده و ترددپذیری خاک نسبت به ماشین‌آلات را بهبود می‌بخشد (Virto *et al.*, 2012).

گیاهان پوششی علاوه بر تاثیر فیزیکی‌شان در جلوگیری از تخم‌گذاری حشرات ماده بید سیب‌زمینی روی غده‌های تازه تشکیل شده، از نظر شیمیایی نیز با تشکیل یک لایه پوشش سبز از گیاهان غیرمیزبان و با آزاد کردن ترکیبات شیمیایی فرار متفاوت و ایجاد اختلال در بوهای منتشر شده از گیاه میزبان، سبب ایجاد اختلال در میزبان‌یابی آفت از طریق حس بویایی می‌شوند. به عبارت دیگر، این بوها باعث پوشیده و مخفی ماندن ترکیبات شیمیایی آزاد شده از غده‌های درون خاک شده و سبب انحراف بید سیب‌زمینی در پیدا کردن میزبان می‌شوند. طبق بررسی‌های دتیر در سال ۱۹۸۲ (Dethier, 1982) و بروس و همکاران در سال ۲۰۰۵ (Bruce *et al.*, 2005) متابولیت‌های ثانویه گیاهان نقش مهمی در تشخیص گیاهان میزبان از غیرمیزبان توسط حشرات گیاه‌خوار دارند. مواد فرار گیاهان میزبان می‌تواند گیاه‌خواران را برای تخم‌ریزی تحریک و جذب کنند. در یک پژوهش مشخص شد که دو گونه پروانه سفیده کلم *Pieris rapae* و *P. brassicae* از خانواده Pieridae، گیاهان میزبان خود را هم در طول تخم‌گذاری و هم درمرحله تغذیه لارو توسط گلوکوزینولات‌های آزاد شده از گیاهان میزبان تشخیص می‌دهند (Traynier *et al.*, 1991). کلینگوف (Klingauf, 1971) گزارش کرد که

ترکیبات فرار دی هیدروکالکن (dihydrochalcone) و فلوریزین (phlorizin) در درخت سیب به عنوان یک نشانه شیمیایی خاص برای جذب شته سیب *Apis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae) عمل کرده و از این طریق میزبان خود را شناسایی می‌کند.

از طرف دیگر گیاهان پوششی می‌توانند نقش مهمی به عنوان کود سبز برای تقویت مواد آلی خاک ایفا نمایند. این گیاهان علوفه‌ای هم‌زمان با برداشت سیب‌زمینی به خاک برگردانده شده و سبب تقویت خاک می‌شوند که می‌تواند از مزایای فرعی استفاده از گیاهان پوششی باشد. امروزه بسیاری از کشورها از قبیل آلمان، اسپانیا و امریکا برای حفاظت خاک و محیط زیست از گیاهان پوششی در سیستم کشاورزی استفاده می‌کنند (Moller *et al*., 2009; Gabriel *et al*., 2011). گیاهان پوششی علاوه بر کاهش اتلاف نیترات مزایای متعددی شامل بهبود وضعیت سلامتی بوم نظام‌های کشاورزی، توقف رشد آفات و عوامل بیماریزا، تعدیل دمای خاک، بهره‌برداری از اضافات کودها و کاهش رواناب کودها، کنترل علف‌های هرز، کاهش فرسایش خاک و بهبود حاصلخیزی خاک دارند (Steenwerth and Belina, 2008).

بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر بین وزن غده‌های سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و این بیانگر این موضوع است که خسارت بید سیب‌زمینی در منطقه اردبیل در انتهای فصل زراعی در مدت زمان کوتاه‌تری اتفاق افتاده و قبل از برداشت محصول فرصت کافی برای ایجاد خسارت کمی وجود نداشته است. در صورتی که عملیات برداشت به هر دلیلی به تاخیر بیافتد بر شدت خسارت کمی افزوده خواهد شد. بررسی فوت (Foot, 1979) نشان داد که آلودگی غده‌ها ۲-۴ هفته قبل از برداشت اتفاق می‌افتد و تمام غده-های آلوده شده با کمتر از سه سانتی‌متر خاک پوشیده شده-اند. پژوهش انجام گرفته توسط نوری قنبلانی و همکاران (Nouri Ganbalani *et al*., 2018) نیز نشانگر آن است که بیشترین آلودگی غده‌ها در انتهای فصل زراعی اتفاق می‌افتد. نتایج کلی حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که بعد از خشکیدگی اندام‌های هوایی سیب‌زمینی در انتهای فصل زراعی اگر خاک مزرعه پوشیده از گیاهان غیرمیزبان باشد هم به دلایل فیزیکی و هم شیمیایی خسارت بید سیب‌زمینی روی غده‌های تولید شده در خاک به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌شود که بررسی‌های بیشتری روی تاریخ مناسب برداشت سیب‌زمینی انجام شود تا با تغییر این تاریخ از اوج آلودگی آفت اجتناب نمود. به عبارت دیگر، فرصت زمانی لازم برای ایجاد آلودگی توسط بید سیب‌زمینی راکوتاه‌تر کرده و شدت خسارت به خصوص خسارت کمی در مزرعه را کاهش داد.

References

Agricultural Statistics. 2015. The first volume of horticultural products, agricultural year 2014-2015. Ministry of Jihad-e Agriculture of Iran, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. (in Farsi)

Bacon, O. G. 1960. Systemic insecticides applied to cut seed pieces and to soil at planting time to control potato insects. **Journal of Economic Entomology** 53: 835-839.

BenSalah, H. and Aalbu, R. 1992. Field use of granulosis virus to reduce initial storage infestation of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in North Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 38: 119-126.

Briese, D. T. 1986. Geographic variability in demographic performance of the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Australia. **Bulletin of Entomological Research** 76: 719-726.

Bruce, T. J., Wadhams, L. J. and Woodcock, C. M. 2005. Insect host location: a volatile situation. **National Library of Medicine** 10: 269-74.

Dethier, V. G. 1982. Mechanism of host plant recognition. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 31: 49-56.

Deurer, M., Grinev, D., Young, I., Clothier, B. E. and Müller, K. 2009. The impact of soil carbon management on soil macropore structure: a comparison of two apple orchard systems in New Zealand. **European Journal of Soil Science** 60: 945-955.

Fabeiro, C., de Santa Olalla, F. and de Juan, **J. A.** 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. **Agricultural Water Managment** 48: 255-266.

Fenemore, P. G. 1988. Host-plant location and selection by adult potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae): a review. **Journal of Insect Physiology** 34: 175-177.

Foot, M. A. 1979. Bionomics of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) at Pukekohe. **New Zealand Journal of Zoology** 6: 623-636.

Gabriel, J. L. and Quemada, M. 2011**.** Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. **European Journal of Agronomy** 34: 133-143.

Gomez, J., Sobrinho, T., Giraldez, J. and Fereres, E. 2009. Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. **Soil Tillage Research** 102: 5-13

Habibi, J. and Hesan, A. 1991. Biology and population dynamics of potato moth in Karaj. **Applied Entomology and Phytopathology** 59: 99-107 (in Farsi).

Herman, T. J. B., Clearwater, J. R. and. Triggs, C. M. 2005. Impact of pheromone trap design, placement and pheromone blend on catch of potato tuber moth. **New Zealand Plant Protection** 58: 219–223.

Khanjani, M. 2013. Vegetable pests in Iran**,** 5th Edition. Bu-Ali Sina University Press Center, Iran. 467 pp. (in Farsi)

Klingauf, F. 1971. Die Wirkung, des Glucosids Phlorizin auf das Wirtswahl verhaltenvon *Rhopalosiphum imsertum* (Walk.) und *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie** 68: 41-55.

Linares, R., de la Fuente, M., Junquera, P., Lissarrague, J. R. and Baeza, P. 2014. Effects of soil management in vineyard on soil physical and chemical characteristics. BIO Web of Conferences, 37th World Congress of Vine and Wine and 12th General Assembly of the OIV, 3: 01008.

Moller, K. and Reents, H. J. 2009. Effects of various cover crops after peas on nitrate leaching and nitrogen supply tosucceeding winter wheat or potato crops. **Jounal of Soil Science and Plant Nutrition** 172: 277-287.

Nouri Ganbalani, G., Zamani, R., Ebadollahi, A. and Hassanpanah, D. 2018. Comparison of the injury of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller), on nine potato cultivars and the effect of hilling up and changing the harvest date on the control of the pest. **Journal of Applied Research in Plant Protection** 7: 121-131. (in Farsi)

Oerke, E.C. 2006. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science** 144: 31-43.

Pedigo, L.P. 2009. Entomology and pest manangment, 6rd edition. Prentice Hall New Jersey, 784 pp.

Reberg-Horton, S. C., Grosman, J. M., Kornecki, T. S., Meijer, A. D., Price, A. J., Place, G. T. and Webster, T. M. 2012. Utilizing cover crop mulches to reduce tillage in organic systems in the southeastern USA. **Renewable Agriculture and Food Systems** 27: 41-48.

Rondon S. I. 2010. The potato tuberworm: a Literature review of its biology, ecology, and control. **American Journal of Potato Research** 87: 149-166.

Rondon, S. I, DeBano, G. H., Clough, S. J., Hamm, P. B., Jensen, A., Schreiber Alvarez, A. J. M., Thornton, M., Barbour, J. and Dŏgramaci, M. 2007. Biology and management of the potato tuber worm in the Pacific Northwest. The Pacific Northwest Wikipedia, 594 pp.

Rosa, H. A., Secco, D., Veloso, G., Santos, R. F., Souza, S. N. M., Marins, A. C. and Borosi, A. 2012. Effects of the use of cover crops in the structure of an oxisol managed by a no-till farming system in the west of Paraná, Brazilian. **Journal of Food Agriculture and Environment** 10: 1278-1280.

Shelton, A. M. and Wyman, J. A. 1979a. Time of tuber infestation and relationships between catches of adult moths, foliar larval populations, and tuber damage by potato tuber worm. **Journal of Economic Entomology** 72: 599-601.

Shelton, A. M. and Wyman, J. A. 1979b. Potato tuberworm damage to potato grown under different irrigation and cultural practices. **Journal of Economic Entomology** 72: 261-264.

Soltani, H., Ahmadi, A. and Malmir, A. 2008. Evalution of integrated management strategies of potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller), in field and storage in Hamedan. **Journal of Agrcultural Research** 1: 1-12. (in Farsi)

Steenwerth, K. and Belina, K. M. 2008. Cover crops and cultivation impacts on soil N dynamics and microbiological function in a mediterranean vineyard agroecosystem**. Journal of Applied Soil Ecology** 40: 370-380.

Traynier, R. M. M. and Truscott, R. J. W. 1991. Potent natural egg-laying stimulant for cabbage butterfly *Pieris rapae*. **Journal of Chemical Ecology** 17: 1371-1380.

Virto, I., Imaz, M. J. Fernández-Ugalde, O. Urrutia, I. Enrique, A. and Bescansa, P. 2012. Soil quality evaluation following the implementation of permanent cover crops in semi-arid vineyards. Organic matter, physical and biological soil properties. **Spanish Journal of Agricultural Research** 10: 1121-1132.

Von Arx, R., Goueder, J., Cheikh, M. and Ben Temime, A. 1987. Integrated control of potato tubermoth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Tunisia. **International Journal of Tropical Insect Science** 8: 989-994.

Plant Pest Research
2022- 12 (3): 45-56

Open access
doi: 10.22124/iprj.2022.6015

Research paper

The effect of cover crops in reducing the damage of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) on potato tubers at the end of the growing season in the field

R. Zamani[1], A. Golizadeh[1*], S. A. A. Fathi[1], B. Naseri[1] and D. Hassanpanah[2]
1. Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, 2. Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Ardabil, Iran

(Received: September 5, 2022- Accepted: November 5, 2022)

Abstract

Potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), is the most important pest in potato fields in the world and Iran. The use of appropriate agricultural and protection strategies to prevent oviosition of *Ph. operculella* on newly formed potato tubers at the end of the cropping season can be effective in reducing its damage. The effects of cover crops on damage reduction on newly formed potato tubers were investigated in a randomized complete block design with three replications during two years 2020 and 2021. After the senescence of potato foliage, the cover crops including of vetch (*Vicia sativa*), grass pea (*Lathyrus sativus*), rye (*Secale montanu*), and strengthening of the natural field vegetation were used as cover crops in the field. Tuber infestation (%) during two years in vetch, grass pea, reinforcement of field vegetation and rye was 8.00, 12.33, 26.33 and 26.17%, respectively and all treatments significantly reduced the damage on potato tubers when compared with control (39.17%). The number of larvae in the infested tubers showed a significant difference between treatments, and the treatments of vetch, grass pea, reinforcement of field vegetation and rye showed a lower larval density, respectively. Based on results, vetch is the most effective plant to cover the soil and prevent *Ph. operculella* oviposition on the potato tubers. Moreover, maintaining and strengthening of weeds in the field at the end of the growing season and after the drying of potato foliage could be a low-cost method to prevent damage by *Ph. operculella* on tubers in the soil.

Key words: Cover crops, decreasing of oviposition, *Phthorimaea operculella*, potato tuber moth management

* Corresponding author: golizadeh@uma.ac.ir

CC BY