نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۵۹۳-۵۸۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 582-593
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مفتولی سیب زمینی

احمد زارع فیض آبادی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵

چکیده

انتخاب یک تناوب مبتنی بر جنبه‌های حفاظت محیط زیست شرط اساسی افزایش بهره وری در دراز مدت است از طرفی کمبود ماده آلی خاک و تبعات آن یکی از مشکلات اصلی در جهت کشاورزی پایدار می‌باشد. به منظور بررسی عملکرد غده سیب زمینی، ارزیابی خسارت کرم‌های مفتولی با مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف، این تحقیق با استفاده از طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ در قطعه‌ای که چهار نظام تناوبی در فاکتور اصلی (۱- کشت مداوم گندم ۲- گندم- گندم- گندم- کلزا- گندم ۳- گندم- چغندر قند- گندم- سیب زمینی- گندم ۴- گندم-ذرت-گندم- سیب زمینی- گندم) و فاکتور فرعی مدیریت بقایا در سه سطح ۱- جمع آوری کامل بقایا ۲- برگشت کامل بقایا به خاک ۳- برگشت ۵۰ درصد بقایای هر محصول به خاک، به مدت پنج سال اجرا شده بود با کشت سیب زمینی رقم اگریا درکلیه کرت‌های آزمایشی به طور یکنواخت در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. اندازه‌گیری‌ها و یادداشت برداری‌های مربوط به عملکرد، تعیین درصد و شدت آلودگی در زمان برداشت انجام شد. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشان داد که اثر تناوب زراعی، میزان برگشت بقایای گیاهی و هم چنین اثر بر هم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر عملکرد غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار بودند. میزان تولید غده‌های سیب زمینی در شرایط تناوبی محصولات مختلف سیب زمینی و با برگشت بقایا افزایش داشت به طوریکه افزایش عملکرد غده سیب زمینی در شرایط پیش کاشت گندم و کلزا به ترتیب ۱۱۶ و ۵۷ درصد نسبت به میانگین تیمارهای ۳ و ۴ بود. بیشترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی در تناوب ۲ وکمترین آنها در تناوب ۱ بود. میزان خسارت دیدگی غده‌ها توسط کرم‌های مفتولی در تیمارهای مختلف تناوب زراعی متفاوت بود و در مجموع میانگین خسارت این آفت حدود ۳/۶ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: آفات غده‌ای، پایداری تولید، پسماندهای گیاهی، نظام‌های زراعی

مقدمه

افزایش تنوع، پیچیدگی ذاتی بوم نظام‌های زراعی را افزایش داده و از این طریق فرایندهای آنها را تقویت نموده و موجب پایداری بیشتر آنها می‌شود و در این راستا تناوب زراعی نقش بسیار موثری در افزایش تنوع زیستی کشاورزی دارد از آنجا که عملکرد گیاهان زراعی برآیند اثرات فیزیکی، بیولوژیکی و مدیریتی در نظام‌های زراعی است و مفهوم حداکثر عملکرد نمی‌تواند پایداری طولانی داشته باشد، انتخاب یک تناوب زراعی صحیح و مناسب برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره‌وری در دراز مدت خواهد بود (۹ و ۱۶). در عصر حاضر دیدگاه‌های جدیدی در جهت افزایش سطح پایداری بوم نظام‌های زراعی در قالب کارآیی بیشتر نهاده‌ها، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، اقتصاد اکولوژیک و در نهایت تامین غذا و امنیت غذایی مطرح می‌باشند (۸). تناوب از طریق تداوم پوشش گیاهی خاک، کارآیی بیشتر مصرف آب، حفظ عناصر غذایی خاک، افزایش مواد آلی خاک و ثبات خاکدانه‌ها، کاهش آفات و بیماری‌ها و کنترل بهتر علف‌های هرز باعث افزایش راندمان تولید و عملکرد می‌شود (۲). با وجود اینکه در نظام‌های سنتی ایران حفظ تناوب، یکی از اصول ضروری بوده است، درنظام‌های رایج کشاورزی به علل مختلف تناوب، جایگاه خود را ازدست داده است خوشبختانه هشدارهای اخیر در سطح جهانی و از جمله درکشور ما در رابطه با مشکلات زیست محیطی و عدم پایداری تولیدات کشاورزی باعث

۱- استاد بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: azarea.2002@yahoo.com)

شده است آن دسته از عملیات زراعی مانند تناوب که قبلا" جایگاه خاصی را داشته و امروزه رایج نیستند، مجددا" مطرح شوند. (۱۷ و ۲۴) آزمایشات تناوبی طولانی مدت حاکی از آن است که تناوب به تنهایی قادر به تامین و بازگرداندن عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان نمی‌باشد، لذا در صورت عدم جایگزینی عناصر غذایی برداشت شده توسط گیاهان زراعی، بهره وری سیستم تناوبی به تدریج کاهش می‌یابد (۲ و ۲۰).

از آنجا که در حال حاضر بیشتر خاک‌های زراعی کشور خصوصاً در مناطق کویری با کمبود شدید ماده آلی خاک (میزان ماده آلی حدود ۰/۵ درصد) مواجه است و از طرفی روش‌های نا صحیح مدیریت بقایای گیاهی (شامل سوزاندن و جمع آوری کردن) باعث کاهش روز افزون ماده آلی خاک می‌گردد این روند در دراز مدت وضعیت خاک‌های زراعی کشور را تهدید می‌کند. در راستای کشاورزی پایدار و حفظ منابع ملی کشور لازم است تا روش‌های مناسبتری جایگزین روش‌های رایج گردد. برگرداندن بقایای گیاهی به خاک در دراز مدت با افزایش ماده آلی و برگشت عناصر میکرو به خاک نیز باعث حاصل خیزی خاک می‌گردد، از طرفی آزمایشات متعددی گویای اثر مثبت برگشت بقایای گیاهی در بهبود عملکرد و ثبات تولید در طولانی مدت می‌باشد که البته میزان تاثیر بقایای گیاهی به عوامل مختلفی همچون خصوصیات خاک، نسبت C/N بقایای گیاهی، میزان ذخایر عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی، دما و رطوبت محیط بستگی دارد (۲۳ و ۲۵). نتایج به دست آمده توسط فیشر و همکاران (۵) اگر چه گویای اثر مثبت برگشت بقایای گیاهی در فراهمی بیشتر نیتروژن و افزایش عملکرد دانه ذرت و گندم می‌باشد، برگشت بقایای گیاهی به جا مانده از هر محصول، عامل مهمی در تشکیل مواد آلی خاک است که به طبع اثر مثبت در بهبود ساختمان خاک، نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش فرسایش، تعدیل دمای خاک و فراهمی عناصر مختلف به خصوص نیتروژن در خاک دارد (۱۸). ایکات و همکاران (۴) گزارش نمودند تقریبا بلافاصله پس از برگشت بقایای سیب زمینی به خاک (C/N مساوی ۱۳)، فرآیند تجزیه بقایا و معدنی شدن نیتروژن آلی موجود در بقایا آغاز می‌گردد. برگشت بقایای سیب زمینی موجب افزایش معنی داری عملکرد بیولوزیکی گندم شد ولی در سایر تناوب‌ها زراعی اثر برگشت بقایای بر افزایش عملکرد بیولوژیک گندم معنی دار نبود به نظر می‌رسد حجم کمتر بقایای سیب زمینی نسبت C/N پایین و سرعت بالای تجزیه بقایای سیب زمینی عامل بروز این نتیجه باشد (۱۳). به گزارش میرکی (۱۱) در ۸۶ درصد از استان‌های کشور به دلیل تسریع در کشت دوم و به تعبیری نادرست مبارزه با آفات، بقایای گیاهی با حجمی در حدود ۵۰ میلیون تن سالانه سوزانده می‌شوند. علاوه بر این بسیاری از عملیات زراعی از قبیل سیستم‌های شخم رایج و آیش‌گذاری زمین منجر به کاهش مواد آلی خاک و به طبع کاهش حاصل خیزی پایدار خاک می‌گردد.

کرم‌های مفتولی آفاتی چند میزبانه هستند و گندم و جو نیز به عنوان میزبان آنها گزارش شده است. خسارت لاروهای این آفت به ریشه گندم و جو در برخی مناطق کشور دیده شده است، اما مطالعهٔ چندانی در خصوص گونه‌های خسارت‌زای گندم، میزان خسارت و بیولوژی آن‌ها صورت نگرفته است (۱۴). یکی از آفات مهم مزارع سیب‌زمینی کرم‌های مفتولی است که با ایجاد کانال‌هایی در غده سیب‌زمینی به شدت ارزش تجاری این محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کرم‌های مفتولی از آفات خاکزی است که هم چون سایر عوامل خاکزی کنترل آن به سادگی امکان پذیر نیست و منطقی‌ترین روش کاهش خسارت آن، استفاده از روش‌های زراعی موثر از جمله تناوب زراعی صحیح می‌باشد (۲۵). مهمترین عوامل موثر بر افزایش خسارت و جمعیت کرم‌های مفتولی، استفاده از گراس‌ها و گرامینه‌های دانه ریز وجود زمستان‌های ملایم، تغییرات در الگوهای کاشت، استفاده کمتر از سموم با دوام نسبت به گذشته، وجود محصولات پوششی در زمستان می‌باشد (۱۵). خاک ورزی، تناوب زراعی، زمان کاشت، کوددهی، آبیاری، و بهداشت مزرعه از عوامل موثر در کاهش خسارت حشرات مضر است (۲۱). ترابلسی و همکاران (۱۹) بیان داشتند، استفاده از گیاهان لگوم در تناوب زراعی علاوه بر افزایش نیتروژن خاک باعث افزایش تنوع میکروارگانیزم‌های مفید خاک می‌گردد به طوری که کاشت سیب زمینی بعد از این گیاهان باعث افزایش ۳۲ درصدی عملکرد سیب زمینی و کاهش ۵۶ درصدی آلودگی کرم‌های مفتولی شده است. پژوهش حاضر بر مبنای کشاورزی پایدار با هدف بررسی اثر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و ارزیابی خسارت کرم‌های مفتولی محصول سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ استان خراسان رضوی واقع در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان تربت حیدریه و ۱۳۵ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با مختصات ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. خاک محل آزمایش با داشتن ۲۹/۷ درصد شن، ۵۳/۵ درصد سیلت و ۱۶/۸ درصد رس در کلاس بافت سیلتی– لوم جای دارد. برخی دیگر از خصوصیات خاک، بر اساس تجزیه شیمیایی قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

Table 1- Results of chemical analysis of soil before the experiment (0-30 cm depth)

pH	EC (ds/m)	%O.C	%N	P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	B (mg kg^{-1})
8.1	2.35	0.63	0.06	10.8	174	3.44	6.8	0.37	1.34	2.8

از آنجائی‌که پروژه‌ای تحت عنوان بررسی تاثیر مدیریت بقایای گیاهی بر برخی پارامترهای حاصل خیزی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد نظام‌های تناوبی مبتنی برگندم در اقلیم سرد جلگه رخ به مدت پنج سال (۸۹- ۱۳۸۴) انجام گرفته بود، بستری مناسب جهت بررسی جمعیت کرم‌های مفتولی با توجه به نظام تناوبی، ایجاد شده بود. به همین خاطر پروژه‌ای تحت عنوان "بررسی تاثیر مدیریت پسماندهای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر جمعیت کرم‌های مفتولی و عملکرد سیب زمینی" در محل پروژه فوق در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت های خردشده (اسپیلت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش، شامل ۴ تیمار تناوب زراعی به عنوان عامل اصلی: ۱-کشت مداوم گندم، ۲- گندم- گندم- گندم- کلزا- گندم، ۳- گندم- چغندرقند- گندم- سیب زمینی- گندم، ۴- گندم- ذرت- گندم- سیب زمینی- گندم، و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک (پسماند ها) درسه سطح به عنوان عامل فرعی: بدون برگشت بقایای گیاهی، برگشت ۵۰ درصد و برگشت ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی مد نظر قرارگرفتند.

ابعاد هر کرت اصلی آزمایشی ۲۰×۲۰ متر (۴۰۰ متر مربع) و کرت فرعی ۲۰× ۶ متر بود که محصولات مختلف در پشته‌هایی با فواصل ۶۵ سانتیمتر از یکدیگر کشت شدند، همچنین بین هر دو کرت اصلی آزمایشی دو و بین بلوک‌ها پنج متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود و کشت سیب زمینی رقم اگریا با بذر کار در کلیه کرت‌های آزمایشی به طور یکنواخت انجام گرفت. جهت کنترل علف‌های هرز سیب زمینی از وجین دستی و عملیات زراعی و برای کنترل آفات از حشره‌کش‌های دیازینون، متاسیستوکس به ترتیب به میزان ۲ و ۱ لیتر در هکتار استفاده گردید. مقدار و زمان مصرف کودهای شیمیایی با توجه به تجزیه خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مصرف شد. مقدار آب مصرفی بر اساس اندازی‌گیری در ابتدای مزرعه حدود ۶۵۵۰ متر مکعب در هکتار بود.

یادداشت برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های عملکرد و اجزای عملکرد برابر استانداردهای مؤسسات تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. برای بررسی میزان خسارت کرم مفتولی سیب‌زمینی در آخر فصل پس از برداشت سیب‌زمینی و شستشوی بخشی از غده‌ها که به طور تصادفی انجام گرفته بود، غده‌ها معاینه و توزین و سپس درصد آلودگی غده‌های سیب‌زمینی به کرم‌های مفتولی و تعداد سوراخ در هر غده با شمارش غده‌های سالم و آلوده و تعداد سوراخ روی هر غده مشخص و ثبت شد. در خاتمه با توجه به نتایج پروژه ۵ ساله قبلی اعم از بررسی تاثیر مدیریت بقایای گیاهی بر حاصل خیزی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم، اندازه گیری این صفات درکشت فعلی و بررسی‌های مربوط به میزان خسارت کرم‌های مفتولی برغده‌های سیب زمینی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک نرم افزار Mstat-c و رسم نمودارها با کمک نرم افزار Slide-write و Excel انجام شد و میانگین‌های هر صفت به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج آزمایش قبلی به وضوح مشخص است رعایت تناوب زراعی تاثیر مثبت قابل توجهی بر عملکرد گندم داشت و واکنش گندم به محصول پیش کاشت متفاوت بود. کمترین عملکرد گندم، شاخص تناوب[1] و بهره وری آب[2] در کشت متوالی گندم مشاهده شد (جدول۲). نتایج نیز نشان داد که بالاترین عملکرد گندم در سال پنجم با مقدار ۷۸۵۵ مربوط به پیش کشت کلزا (تناوب۲)، محصول چغندر قند با مقدار غده ۸۱۹۴۴ و محصول ذرت علوفه‌ای با مقدار ۵۵۲۹۸ در سال دوم، سیب زمینی با مقدار غده ۲۶۷۲۰ و کلزا با مقدار عملکرد دانه ۳۶۸۱ کیلوگرم در هکتار در سال چهارم تولید شد. بیشترین طول دوره تناوب و کارایی استفاده از زمین و از طرفی کمترین کارایی تولید، بهره‌وری انرژی، اقتصادی و تقریبا آب، را تناوب‌های ۱ و۲ داشتند، کمترین طول دوره تناوب (۹۵۱ و ۹۷۰ روز) و کارایی استفاده از زمین (۵۲/۱ و ۵۳/۲) و از طرفی بیشترین کارایی تولید (۳۶/۷۲ و۳۲/۲۱)، بهره وری انرژی (۲/۵ و ۲/۱)، اقتصادی (۳/۲۴ و ۳/۱۴) و آب (۱/۴۴ و ۱/۲۷)، را به ترتیب تناوب‌های زراعی گندم- ذرت علوفه ای- گندم- سیب زمینی- گندم و گندم- چغندر قند- گندم- سیب زمینی داشتند. زارع فیض آبادی (۲۶) پیشنهاد داد با توجه به کارایی تولید و بهره وری انرژی، اقتصادی و آب، بهتر است گندم در تناوب با ذرت علوفه‌ای و سیب زمینی یا چغندر قند قرار بگیرد و کاشت کلزا به عنوان گیاه پیش کاشت محصول گندم باشد.

۱- شاخص تناوب اقتصادی= تولید دانه گندم در هر تناوب تقسیم بر تولید دانه کشت مداوم گندم

۲- بهره‌وری آب= مجموع تولید گیاهان در تناوب تقسیم بر حجم آب مصرفی در هر تناوب

جدول ۲- مقایسه شاخص تناوب، بهره وری آب و خصوصیات مرتبط با علف‌های هرز گندم سال پنجم در تناوب‌های زراعی مختلف

Table 2- Comparison of rotation index, water productivity and traits related to weeds for wheat in the final year of different crop rotations

تناوب‌های زراعی Crop rotation	شاخص تناوب اقتصادی Rotation index	بهره وری آب Water productivity (kg/m^3)	تعداد علف هرز Weed number (m^2)	وزن تر علف هرز Fresh weight of weed (g/m^2)	وزن خشک Dry matter (g/m^2)
WWWWW	1b	1.40b	102.4bcd	193.7a	76.8a
WWWRW	1.37a	1.92a	81.2cd	55.2e	14.8de
WSWPW	1.21ab	1.69ab	132.8cd	155.9b	37.8b
WMWSW	1.33ab	1.87ab	154.4a	108.7c	26.7bcd

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی داری ندارند

In each column, means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using duncan test.

W(wheet)= گندم، R(canola)=کلزا، S(sauger beet) = چغندر قند، P(potato) = سیب زمینی و M(maize) = ذرت علوفه ای

جدول ۳- مقایسه شاخص تناوب، بهره وری آب و خصوصیات مرتبط با علف‌های هرز گندم سال پنجم در تیمارهای برگشت بقایا

Table 3- Comparison of rotation index, water productivity and traits related to weeds for wheat in the final year of different crop rotation in residual retention treatments

تیمارها Treatments	شاخص تناوب اقتصادی Rotation index	بهره وری آب Water productivity (kg/m^3)	تعداد علف هرز Weed number (m^2)	وزن تر علف هرز Fresh weight of weed (g/m^2)	وزن خشک Dry matter (g/m^2)
بدون برگشت بقایا no residue return	1a	1.67a	104.6a	129.04a	41.48a
برگشت ۵۰ ٪ بقایا 50% residue return	1.03a	1.71a	118ab	129.80a	42.08a
برگشت کل بقایا 100% residue return.	1.08a	1.79a	127.1a	126.28a	33.68b

نتایج میزان برگشت بقایای محصولات مختلف به خاک نیز نشان داد که کمترین شاخص تناوب و بهره وری آب در تیمار شاهد بدون برگشت بقایا بود به طوری که تیمار های ۵۰ و ۱۰۰ درصد برگشت بقایا به خاک به ترتیب ۳ و ۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشتند (جدول ۳). در ارتباط با برگشت بقایا به خاک با توجه به نوع محصول کشت شده در تناوب و میزان بقایای برگشتی به خاک و نسبت کربن به نیتروژن و دیگر مسایلی از قبیل شرایط آب و هوایی منطقه، مصرف نهاده برای هر محصول بویژه نیتروژن، مدت زمان باقیمانده در خاک (بقایا)، زمان نمونه گیری خاک برای آنالیز و... نتایج می‌تواند متفاوت باشد (۲۶).

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشان داد که اثر تناوب زراعی، میزان برگشت بقایای گیاهی و هم چنین اثر بر هم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر عملکرد غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار بودند (جدول۴) نتایج نیز نشان داد که بیشترین عملکرد سیب زمینی مربوط به تناوب ۱ (کشت مداوم گندم) به میزان ۲۸۳۲۴ کیلوگرم و کمترین آن مربوط به تیمارهای ۳ و ۴ به ترتیب به مقدار ۱۲۴۷۰ و ۱۳۷۰۸ کیلوگرم در هکتار بود (شکل۱). تیمارهای تناوبی ۳ و۴ که کمترین عملکرد غده سیب زمینی را داشتند و در پایین‌ترین کلاس آماری بودند تیمارهایی هستند که سیب زمینی بعد از کشت گندم– سیب زمینی کشت شده بود. این کاهش عملکرد احتمالاً همان گونه که در مزرعه هم مشاهده شد بیشتر ناشی از افزایش خسارت بیماری‌های غده‌های سیب زمینی است چون در نظام تناوبی آن قبلاً سیب زمینی بوده است هرچند با توجه به کشت گندم در ادامه تناوب، محصول سیب زمینی زودتر برداشت شد که خود یکی از عوامل کاهش تولید غده سیب زمینی بود. میزان تولید غده‌های سیب زمینی در شرایط تناوبی محصولات مختلف سیب زمینی افزایش داشت به طوری که افزایش عملکرد غده سیب زمینی در شرایط پیش کاشت گندم و کلزا به ترتیب ۱۱۶ و ۵۷ درصد نسبت به میانگین تیمارهای ۳ و ۴ بود (شکل۱)، این تحقیق با علم به اینکه گندم یکی از محصولات میزبان این آفات محسوب می شود و از طرفی محصول زراعی غالب و تناوب اصلی منطقه است و قابل حذف از کشت منطقه نیست، انجام گرفت نتایج هم نشان از افزایش عملکرد غده سیب زمینی بعد از کشت مداوم ۵ سال گندم در تناوب ۱ بود که احتمالاً ناشی از کاهش برداشت عملکرد دانه و

بیولوژیک این تیمار در سال‌های قبل و عدم کشت سیب زمینی و بالطبع عدم آلودگی زمین مورد نظر به آفات و بیماری‌های سیب زمینی باشد (شکل های۱ و۲). این افزایش عملکرد در شرایط تناوب زراعی مطلوب همانند گندم ناشی از برتری تاثیر الگوی کشت مناسب بر خصوصیات خاک، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و... می-باشد. افزایش تنوع در تناوب می‌تواند، اثرات مثبت تناوب در پایداری تولید را نسبت به کشت‌های مضاعف بهبود بخشد.

طبیعی است که تاخیر در استقرار گیاه چغندر قند و سیب زمینی در تناوب باعث بروز برخی مشکلات همچون طولانی شدن دوره رشد و حضور گیاه زراعی قبلی به دلیل شرایط نامطلوب آب و هوایی و یا استفاده از ارقام با طول دوره رشد زیاد، افزایش مدت زمان آماده سازی زمین پس از برداشت چغندر قند و سیب زمینی جهت کاشت گندم، شروع باران‌های فصلی، شرایط نامطلوب خاک برای آماده سازی زمین و مشکلات انسانی خواهد شد. علاوه بر موارد فوق، تاخیر در زمان کاشت می‌تواند باعث کاهش عملکرد به جهت تغییر نامطلوب دوره رشد گیاه زراعی در ارتباط با شرایط بازدارنده آب و هوایی همچون وجود درجه حرارت‌های زیاد یا کم در طی مراحل گلدهی و یا فراوانی یا عدم فراوانی رطوبت در مرحله جوانه زنی، گردد. لایه فشرده شده خاک در نتیجه برداشت چغندر قند و سیب زمینی نیز می تواند اثرات نامطلوبی بر رشد ریشه گیاه بعدی (به ویژه اگر در شرایط رطوبت کم کاشته شود) داشته باشد. وجود این لایه فشرده احتمال بروز پدیده غرقابی شدن در زمان کاشت گندم و کلزا را افزایش داده و با به تاخیر افتادن زمان آماده سازی زمین، جوانه زنی این محصولات نا مطلوب خواهد شد به ویژه بعد از برداشت چغندر قند و سیب زمینی این مسئله شدت پیدا کرد و بر عکس برداشت زودتر این محصولات اگر چه برای محصول بعدی مناسب ولی منجر به کاهش تولید خود این محصولات شد. برداشت دیر هنگام چغندر قند و سیب زمینی (گیاه قبلی در تناوب) و کاشت گندم، عامل اصلی تاخیر در کشت گندم و همچنین کشت زود هنگام چغندر قند و سیب زمینی و بر خورد آب‌های آخر محصولات پاییزه با این محصولات نهایتاً کاهش عملکرد آن در این تناوب‌های زراعی می‌باشد که بایستی ضمن رعایت مدیریت صحیح و مناسب، روی این مسئله و ارقام مختلف این محصولات بویژه در مناطق سرد بررسی بیشتری انجام پذیرد.

مقایسه میانگین عملکرد غده سیب زمینی در تیمارهای برگشت بقایا به خاک نشان داد که بیشترین عملکرد سیب زمینی مربوط به تیمارهای برگشت بقایا به خاک به میزان ۲۰۴۸۶ و ۱۹۶۴۸ به ترتیب برای برگشت ۱۰۰ و ۵۰ درصد بود که هر دو در یک کلاس آماری قرار داشتند و کمترین آن مربوط به تیمار بدون برگشت بقایا به مقدار ۱۶۱۷۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲).

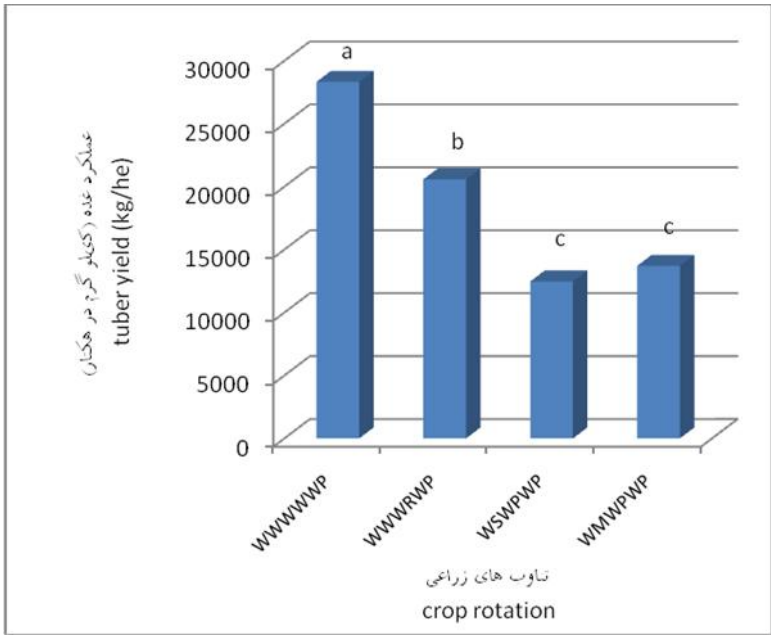
جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی برعملکرد غده، تعداد و درصد غده‌های آلوده، تعداد و متوسط سوراخ و شدت آلودگی کرم مفتولی سیب زمینی

Table 4- Analysis of variance results for crop rotation and residual retention effects on tuber yield number and percent infected tubers, number and average holes and percent infected potato Wireworm

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	شدت آلودگی (درصد) Infection %	متوسط تعداد سوراخ در هر غده average number of holes per tuber	تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده Number of holes in 1000 tubers	درصد غده آلوده Percent tubers Infected	تعدادغده آلوده در ۱۰۰۰ غده Number of infected tuber in 1000 tubers	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار) Tuber yield (kg/he)
تکرار Replicant	2	383.42ns	0.038ns	60.10ns	0.054ns	5.374ns	5329700.36 ns
تناوب زراعی (A) crop rotation (A)	3	321.77ns	0.033ns	882.38**	3.188**	318.247**	119902449.56 **
خطای اصلی Ea	6	215.05	0.022	72.41	0.090	9.092	1865411.03
میزان برگشت بقایا (B) residual retention (B)	2	1211.68*	0.122**	35.78ns	0.576*	58.04*	15682990.36**
A×B	6	440.27ns	0.044ns	402.62**	2.321**	231.679**	1585370.03ns
خطای فرعی Eb	16	228.39	0.023	64.65	0.146	14.611	920944.69
CV (%)	-	27.07	10.73	15.85	10.61	10.62	10.23

ns بی‌معنی، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

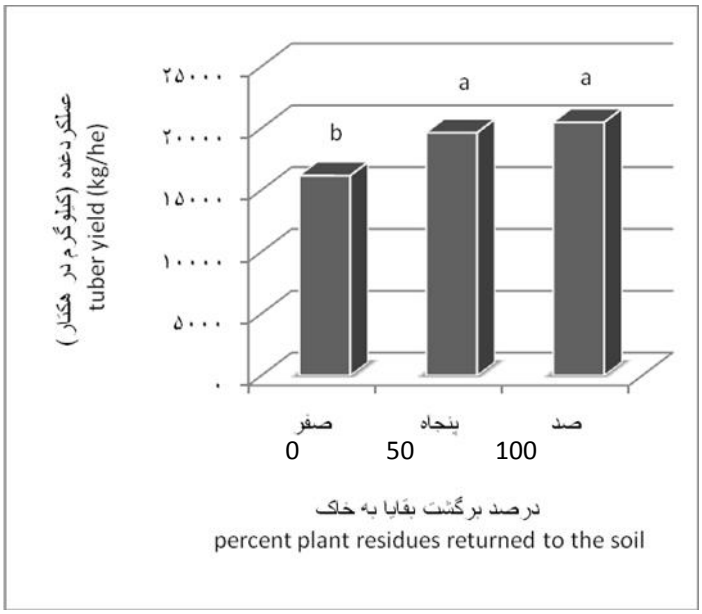
**, * and ns are significant at 1 and 5 % probability levels and non significant, respectively



شکل ۱- عملکرد غده سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف

Figure 1- Tuber potato yield in different crop rotation

W(wheet)= گندم، R(canola)= کلزا، S(sauger beet) = چغندر قند، P(potato) = سیب زمینی و M(maize) = ذرت علوفه ای



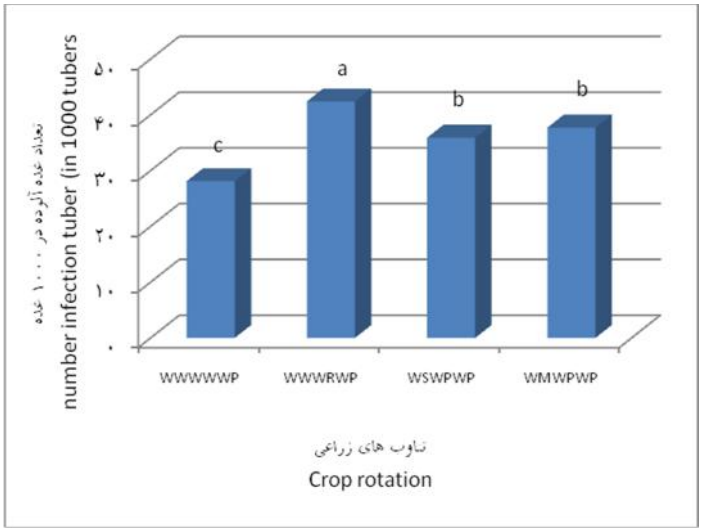
شکل ۲- عملکرد غده سیب زمینی در میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک

Figure 2- Tuber potato yield in plant residues returned to the soil

برهم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک بر عملکرد غده سیب زمینی نشان داد که با برگشت بقایا به خاک در کلیه تیمارهای تناوبی عملکرد غده سیب زمینی افزایش یافت به طوری که این افزایش در تناوب‌های ۱ و ۲ بیشترین افزایش عملکرد مربوط به تیمار ۵۰ درصد برگشت بقایا به خاک بود و در تناوب‌های زراعی۳ و ۴ بیشترین افزایش عملکرد مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد برگشت بقایا به خاک بود. بیشترین و کمترین عملکرد غده سیب زمینی به ترتیب مربوط به کشت مداوم گندم (تناوب ۱) با ۵۰

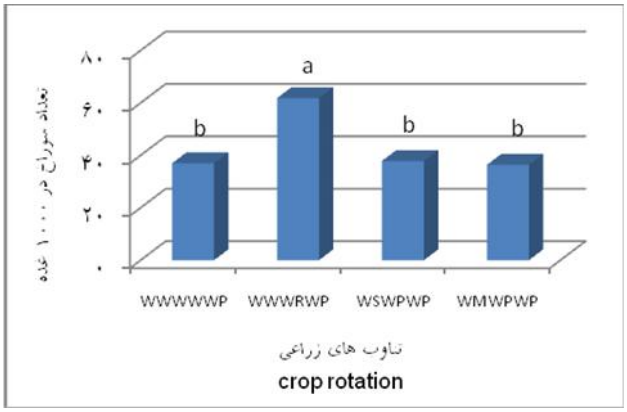
درصد برگشت بقایا به خاک و کشت گندم– سیب زمینی (تناوب ۳) بدون برگشت بقایا بود (جدول ۴). تناوب‌هایی که کشت گندم و کلزا محصول اصلی آنها بود بیشترین عملکرد غده سیب زمینی را در تیمارهای ۵۰ درصد بقایا به خاک، نسبت به تیمارهای تناوبی که دارای محصولاتی مانند سیب زمینی و چغندر قند و ذرت علوفه‌ای داشتند چون که این محصولات حجم بقایا کمتری برای برگشت به خاک دارا بودند. نتایج نیز نشان داد که با توجه به حجم بقایای برگشتی به خاک در طولانی مدت استفاده از بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش عملکرد غده سیب زمینی و هم چنین عملکرد وکارآیی مصرف انرژی گندم شد، هر چند کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C:N و نیز میزان بقایای اضافه شده به خاک حائز اهمیت می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشان داد که اثر تناوب زراعی بر تعداد و درصد غده‌های آلوده سیب زمینی به کرم مفتولی و تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول۴). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی در تناوب ۲ به ترتیب با مقادیر ۴۲/۳۴ غده آلوده، ۶۱/۴ سوراخ در ۱۰۰۰ غده و ۴/۲۴ درصد بود که گیاه پیش کاشت این تیمار کلزا بود. کمترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده، هم چنین درصد غده‌های آلوده مربوط به تناوب ۱ به ترتیب با مقادیر ۲۸، ۳۷ و ۲/۸ درصد بود که در این تیمار قبلاً کشت سیب زمینی انجام نشده بود و تنها کشت مداوم گندم بود(شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). نتایج نشان داد با وجودی که بیشترین عملکرد غده سیب زمینی متعلق به تناوب ۱ کشت مداوم گندم بود کمترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و همچنین کمترین درصد و شدت آلودگی نیز مربوط به همین تناوب بود، هر چند تناوب ۲ که کشت سیب زمینی بعد از محصول کلزا بود با وجودیکه عملکرد غده سیب زمینی بالایی داشتند از آلودگی به خسارت کرم مفتولی بیشتری بر خوردار بودند. تیمارهای تناوبی ۳ و۴ که کمترین عملکرد غده سیب زمینی را داشتند و در پایین‌ترین کلاس آماری بودند از آلودگی به خسارت کرم مفتولی بیشتری هم برخوردار بودند و میزان خسارت آفت کرم مفتولی در این تناوب‌ها بعد از تناوب ۲ در بالاترین سطح خسارت بودند (شکل‌های ۱،۲، ۳، ۴ و ۵) این‌ها تناوب‌هایی هستندکه کشت سیب زمینی بعد از گندم– سیب زمینی انجام شده بود که احتمالاً همان گونه که در مزرعه هم مشاهده شد این کاهش عملکرد، بیشتر ناشی از افزایش خسارت بیماری‌های و آفات غده‌های سیب زمینی بود چون در نظام تناوبی آنها قبلاً سیب زمینی بوده است. هر چند که کلاً متوسط خسارت کرم مفتولی در سال زراعی ۱۳۹۰ در حد ۳/۵ درصد بود. موثرترین روش برای اجتناب از خسارت کرم‌های مفتولی بر سیب زمینی، عدم کشت آن در زمین‌های آلوده است. جمعیت آفت در زمین‌هایی که به طور مداوم تحت کشت قرار می‌گیرند نسبت به زمین‌هایی که به مدت ۳ تا ۴ سال به شکل مرغزار بوده‌اند، کمتر است. اولین دلیل کاهش جمعیت این آفت در این گونه اراضی به خاطر زیرورو شدن خاک به واسطه عملیات آماده سازی و کشت است (۱۲). با توجه با اینکه کرم-های مفتولی دارای میزبان‌های متعددی هستند، اثر تناوب زراعی بر جمعیت این آفت پیچیده بوده و اطلاعات کمی در این خصوص موجود است. به هر صورت در مزارعی که به مدت طولانی به شکل مرغزار بوده‌اند و کشت پس از غلات دانه ریز، لگومینه‌های علوفه‌ای و یا چراگاه‌ها، معمولاً خطر خسارت کرم‌های مفتولی را افزایش می-دهد.



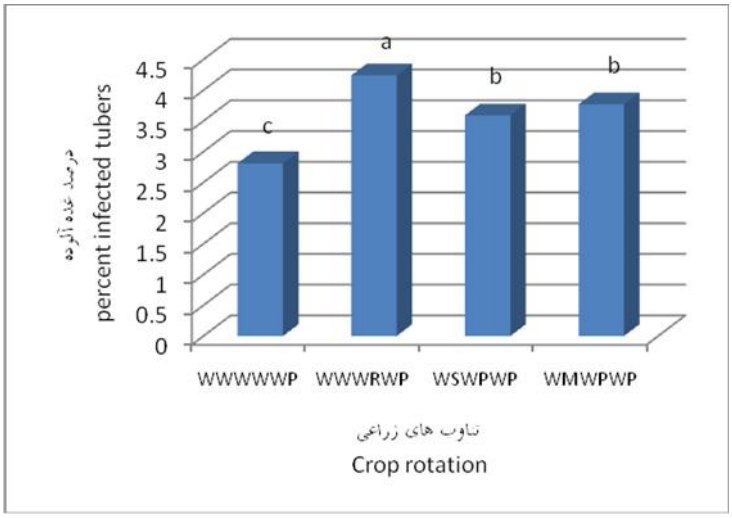
شکل ۳- تعداد غده آلوده به کرم مفتولی در ۱۰۰۰ غده سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف

Figure 3- Number infected tuber in 1000 tubers to potato wireworm in different crop rotation



شکل ٤- تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف

Figure 4- Number of holes in 1000 tubers potato in different crop rotation



شکل ٥- درصد غده های آلوده به کرم مفتولی سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف

Figure 5- Percent infected tubers to potato wireworm different crop rotation

W(wheet)= گندم، R(canola)= کلزا، S(sauger beet) = چغندر قند، P(potato) = سیب زمینی و M(maize) = ذرت علوفه ای

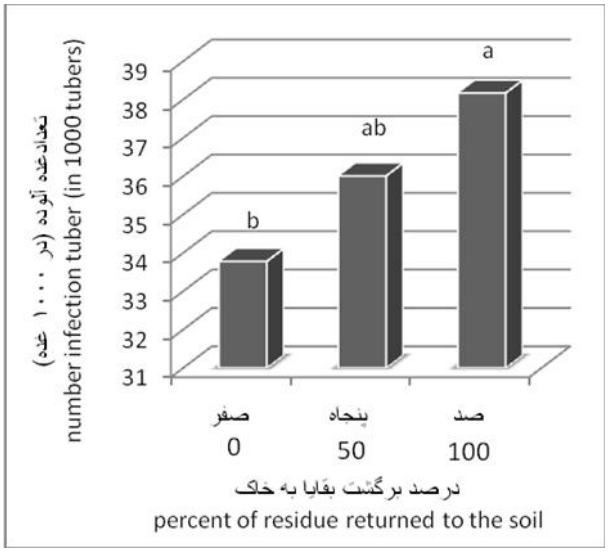
همچنین کشت پس از سیب زمینی، ذرت، گندم، جو، شبدر شیرین و شبدر قرمز، کاهو خربزه، هویج، چغندر، لوبیا و نخود می‌تواند خطر خسارت کرم‌های مفتولی را افزایش دهد (۱).

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر میزان برگشت بقایای گیاهی بر متوسط تعداد سوراخ ناشی از کرم مفتولی در هر غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار و بر تعداد، درصد غده‌های آلوده و شدت آلودگی کرم مفتولی سیب زمینی در سطح پنج درصد معنی دار بودند هم چنین اثر بر هم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر تعداد و درصد غده‌های آلوده کرم مفتولی سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار بودند (جدول ۴).

نتایج نشان داد که بیشترین تعداد و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی در تیمار ۱۰۰ درصد برگشت بقایای گیاهی به خاک به ترتیب با مقادیر ۳۸/۱۷ غده آلوده در ۱۰۰۰ غده و ۳/۸ درصد بود کمترین تعداد و درصد غده آلوده مربوط به تیمار بدون برگشت بقایای گیاهی به خاک به ترتیب با مقادیر ۳۳/۷۸ و ۳/۴ درصد بود نتایج نشان داد که با افزایش میزان برگشت بقایا به خاک میزان خسارت آفت کرم مفتولی نیز افزایش یافت (شکل‌های ۶ و ۷). بررسی‌های کوهار و همکاران (۱۰) نشان داده که این کرم‌ها بسته به شرایط فصل در خاک به شکل عمودی حرکت می‌کنند. به طوری که وقتی دما در حد متوسط ۲۱ درجه سانتی گراد باشد به سطح خاک می‌آیند و در دماهای بیشتر و کمتر از این حد می‌توانند در سوراخ‌های که در قسمت‌های عمیق‌تر خاک حفر می‌کنند پنهان شوند.

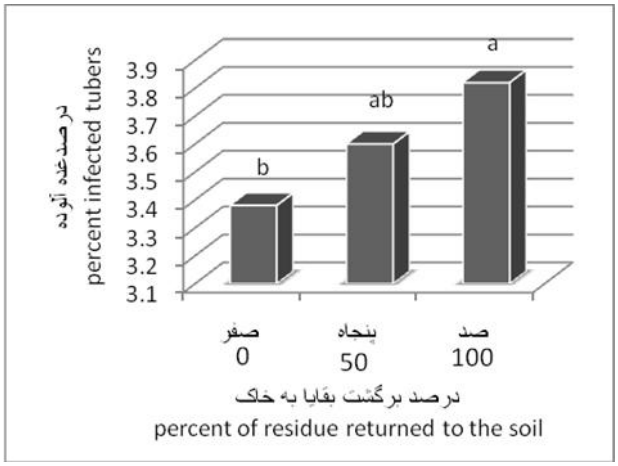
کرم‌های مفتولی می‌توانند از بذرهای کشت شده تغذیه کرده و در نتیجه باعث استقرار ضعیف محصول شوند، اما خسارت اصلی آنها به

غده‌های محصول بوده که با ایجاد تونل‌های متعدد در غده، سبب کاهش کیفیت محصول و بازار پسندی آن می‌شوند. همچنین تونل-های ایجاد شده توسط این آفت می‌تواند مسیر خوبی برای ورود انواع عوامل بیماری‌زا به ویژه عوامل پوسیدگی غده گردند. (۱۸).



شکل ٦- تعداد غده آلوده به کرم مفتولی در ۱۰۰۰ غده سیب زمینی در میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک

Figure 6- Number infected tubers in 1000 tubers to potato wireworm in plant residues returned to the soil



شکل ۷- درصد غده های آلوده به کرم مفتولی سیب زمینی در میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک

Figure 7- Percent infected tubers to potato wireworm in plant residues returned to the soil

نتایج برهم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک بر تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی نشان داد که بیشترین تعداد غده آلوده و سوراخ در ۱۰۰۰ غده و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی مربوط به تیمار تناوب زراعی ۴ با ۱۰۰ درصد برگشت بقایا به خاک به ترتیب با مقدار۵۳/۱۶ و ۷۰/۱ غده و ۵/۳ درصد بود (جدول ۵). تیمارهای تناوبی که کشت گندم و کلزا محصول اصلی آن‌ها بود بیشترین حجم بقایای برگشتی به خاک را نسبت به تیمارهای تناوبی که دارای محصولاتی مانند سیب زمینی و چغندر قند و ذرت علوفه‌ای داشتند. نتایج نشان داد که حجم بقایای برگشتی به خاک در طولانی مدت و هم چنین کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C:N بقایا حائز اهمیت می‌باشد. دشمنان طبیعی کرم‌های مفتولی به دلیل زیر زمینی بودن آن‌ها بسیار کم بوده و میزان موفقیت کنترل آن‌ها توسط دشمنان طبیعی در مقایسه با روش‌های شیمیایی پایین می‌باشد (۱۰).

هوشمند (۷) گونه‌های کرم مفتولی زیان آور در سیب زمینی استان خراسان را *Agriotes* sp. و *Omophlus* sp. بیان داشت، نامبرده میزان خسارت غده‌ها این آفت را در منطقه جلگه رخ ۳/۱ درصد و در طرق مشهد ۷/۱ درصد اعلام نموده است. وب (۲۲) در کاهش خسارت کرم‌های مفتولی در فلوریدای آمریکا، اجتناب از کاشت سیب زمینی در مناطقی که سابقه کاشت غلات و یا گراس داشته است توصیه نموده است. هولینگورث و همکاران (۶) در رابطه با میزان مواد آلی خاک مزارع اظهار می‌کرد مزارعی که سرشار از مواد آلی باشد باعث افزایش جمعیت کرم‌های مفتولی می‌گردد. باقری و نعمت الهی (۳) در تحقیقی که طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۱ در منطقه شهرکرد روی ده رقم تجاری سیب زمینی در یک قطعه زمین آلوده به کرم‌های مفتولی انجام داده‌اند نشان دادند که بین ارقام از نظر درصد آلودگی و میزان قندهای گلوکز، فروکتوز و مجموع قندها به ترتیب در سطوح یک، پنج، یک و پنج درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. میانگین میزان خسارت کرم مفتولی غده‌ها در تناوب‌های زراعی مختلف در این پژوهش ۳/۶ درصد بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک بر عملکرد غده، تعداد و درصد غده های آلوده، تعداد و متوسط سوراخ و شدت آلودگی کرم مفتولی سیب زمینی

Table 5- Mean comparison of interaction between crop rotation and crop residue returned to the soil for tuber yield, number and percent infected tubers, number and average holes and percent infected potato Wireworm

تناوب زراعی Crop rotation	میزان برگشت بقایای (درصد) residual retention (%)	متوسط تعداد سوراخ در هر غده average number of holes per tuber	شدت آلودگی (درصد) Infection %	تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده Number of holes in 1000 tubers	درصد غده آلوده Percent tubers Infected	تعدادغده آلوده در ۱۰۰۰ غده Number of infected tuber in 1000 tubers	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار) Tuber yield (kg/he)
WWWWWP 1	0	1.48ab	48.35ab	39.44de	2.66e	26.54e	23612b
	50	1.29b	28.98b	45.37cd	3.52cd	35.24cd	30972a
	100	1.23b	22.77b	27.47e	2.24e	22.38e	30390a
WWWRWP 2	0	1.40b	39.81b	58.18a-c	4.16bc	41.54bc	19096c
	50	1.45b	45.19b	62.83ab	4.30b	42.97b	21390bc
	100	1.48ab	48.15ab	63.16ab	4.25b	42.51b	21250bc
WSWPWP 3	0	1.74a	74.20a	57.87a-c	3.23d	33.22d	10616f
	50	1.29b	28.54b	51.12b-d	3.98b-d	39.81b-d	12130d-f
	100	1.37b	37.27b	47.85b-d	3.47cd	34.65cd	14660de
WMWPWP 4	0	1.47ab	47.10ab	49.33b-d	3.38d	33.80d	11374ef
	50	1.37b	37.05b	35.87de	2.60e	26.01e	14104d-f
	100	1.32b	31.75b	70.11a	5.32a	53.16a	15648d

W(wheat)= گندم، R(canola)= کلزا، S(sauger beet) = چغندر قند، P(potato) = سیب زمینی و M(maize) = ذرت علوفه ای

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$)

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تولید غده‌های سیب زمینی در شرایط تناوبی محصولات مختلف و با برگشت بقایا افزایش داشت به طوریکه افزایش عملکرد غده سیب زمینی در شرایط پیش کاشت گندم و کلزا به ترتیب ۱۱۶ و ۵۷ درصد نسبت به میانگین تیمارهای ۳ و ۴ بود. همچنین تناوب هایی که قبلاً کشت سیب زمینی نداشته است از عملکرد بالاتری برخوردار است تا تیمارهای تناوبی که حتی یک بار سیب زمینی در آنها کشت شده است. هم چنین نتایج نیز نشان داد استفاده از بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش عملکرد و کارآیی مصرف انرژی سیب زمینی شد، از آنجاییکه تناوب های اجرا شده در این پژوهش برای هدف پایداری تولید گندم بوده است و چون بستر تناوبی آماده بود از این تناوب‌ها برای بررسی‌های اولیه خسارت کرم مفتولی و عملکرد سیب زمینی استفاده شده است هر چند نتایج اولیه این بررسی نیز نشان داد که از گیاهان میزبان این آفت و دیگر بیماری‌ها محصول سیب زمینی از جمله کلزا و گندم بایستی در مزارعی که قبلا سیب زمینی کشت شده، خودداری شود. لذا یاد آوری می‌شود که برای تولید پایدار سیب زمینی

وکاهش خسارت کرم مفتولی بایستی با توجه به نتایج این بررسی بر روی تناوب های زراعی دیگری و هم چنین با توجه به اهمیت کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C:N و نیز میزان بقایای اضافه شده به خاک پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های جامع‌تری بدین منظور انجام پذیرد. میانگین میزان خسارت کرم مفتولی غده‌ها در تناوب‌های زراعی مختلف در این پژوهش ۳/۶ درصد بود.

منابع

1- Andrews N., Ambrosino M., Fisher G., and Rondon S.I. 2008. Wireworm biology and nonchemical management in potatoes in the Pacific Northwest. Oregon State University, PNW 607:1-19.
2- Aynehband A. 2005. Crop rotation. Jihad-e- Daneshgahi Publication of Mashhad. Mashhad Iran. 407 pp. (in Persian with English abstract).
3- Bagheri M., and Nematolahi M.R. 2006. Reaction of ten commerical potato cultivars to wireworms and influence of type and amount of tuber's sugars on infestation rate. Seed and Plant Improvement Journal. 22 (4):503-512. (in Persian with English abstract).
4- Eickout B., Bouwan A.F., and Vanzeijts H. 2006. The role of nitrogen in world food production and environmental sustainability. Agriculture Ecosstems and Environment.116: 4-14.
5- Fischer R.A., Santiveri F., and Vidal I.R. 2002. Crop rotation, tillage and crop residue management for wheat and maize in the sub-humid tropical highlands. Field Crops Res. 79: 107-122.
6- Hollingsworth C.S., Ferro D.N., and Coli W.M. 1986. Potato Production in the Northeast: A Guide to Integrated Pest Management. Department of Entomology, University of Massachusetts, Cooperative Extension Service.
7- Hoshmand H. 1997. Collecting and recogenition of important species of wireworms in potlo fields surrounding mashhad and Jolgeh Rokh. Project final report. Khorasan Razavi Agricultural center 15 pp. (in Persian).
8- koocheki A., and Zand E. 1993. Agricnltural ecology. Jihad Daneshgahi publication, Mashhad First edition. (in Persian).
9- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., Zarea Feizabadi A., and Jahanbin G. 2003. Diversity of cropping systems in iran. Pajouhesh & Sazandegi No: 63 pp: 70 – 83. (in Persian with English abstract).
10- Kuhar T.P., Doughty H.B., and Reiter S. 2008. Wireworm Pest Management in Potatoes. Department of Entomology, Virginia Tech. Eastern Shore AREC. 1-5.
11- Miraki G. 2005. Plant residue management and its role in fourth program eor economic, social, social and environmental development of Iran proceeding of first applied congress on plant residue. Management. Tehran, Iran. (in Persian).
12- Parker W.E., and Howard J.J. 2001. The biology and management of wireworms (Agriotes spp.) on potato with particular reference to the U.K. Agricultural and Forest Entomology. 3: 85-98.
13- Rahimizadeh M. 2011. Effet of crop rotation, Nitrogen fertilizer and crop resideues on growth characters and yield of wheat in cold climatic conditions of Khorasan. PhD Thesis, Islamic Azad university of Karaj. (in Persian).
14- Rezabiege M., and Rajabi G. 2006. Imprtant wheat pests in Iran and their control. http://iranwheat.ir/introduction/Pests/wheat%20pests. (in Persian).
15- Russell L., and Groves H. 2008. An Increasing Risk of Wireworm in Potato. Department of Entomology University of Wisconsin, 1630 Linden Drive Madison, WI 53706. In web: http://labs.russell.wisc.edu/vegento/files/2012/05/2008_wireworm2.pdf
16- Safary M.1996. Yield modeling of wheat corn and sesame in different crop rotation. PhD. Thesis, Ferdowsi university of Mashhad. (in Persian).
17- Saghafi M. 2004. Modern renewable energies. Tehran university publications Tehran (In Persian)
18- Thuy N., Shan H., Bijay-Sing Y., Wang K., Cai Z., Singh Y., and Buresh R.J. 2008. Nitrogen supply in rice-based cropping systems as affected by crop residue management. Soil Science Society of America Journal, 72: 514-523.
19- Trabelsi D., Mengoni B.A., Haroun A., and Mhamdi R. 2012. Appraisal of the crop-rotation effect of rhizobial inoculation on potato cropping systems in relation to soil bacterial communities. Soil Biology and Biochemistry. Volume 54, November 2012, Pages 1–6. In web:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071712002040
20- Varvel G.E. 2000. Crop rotation and nitrogen effects on normalized grain yields in a long-term study. Agronomy Journal, 92: 938-941.
21- Walter E., and Fleming H. 2010. Soil Management and Insect Control. Copyright © 2000-2010 Library4science.com, LLC. In web: http://science-in-farming.library4farming.org/Soil-Tillage-Systems/Soil-Care/Insect-Control.html
22- Webb S.E. 2010. Insect management for potatoes. Entomology and Nematology Department, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, 32611-0640., Available: http://edis.ifas.ufl.edu/ig155.
23- Wilhelm W.W., Johnson J.M.F., Hatfield J.L., Voorhees W.B., and Linden P.R. 2004. Crop and soil productivity

response to corn residue removal. Agronomy Journal, 96: 1-17.
24- Zarea Feizabadi A. 1995. Energy and economic efficiency of some different conventional and ecological cropping system in different rotation with wheat. Ph.D thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian with English abstract).
25- Zarea Feizabadi A. 2014. Effect of different crop residene management on some soil fertility parameters, yield and yield components of wheat in different rotation systems at cold climatic conditions of Jolgeh-Rokh. Final Report of project no. 42250; seed and plant Improement Institute. Karaj, Iran. 108 pp. (in Persian).
26- Zarea Feizabadi A., and Azizi M. 2013. Effect of different crop rotation systems on wheat productivity in cold agro-climatic region of khorasan-e-razavi in iran. 2 (28): 3. 261-275. (in Persian with English abstract).