نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هشتم، شماره چهارم، زمستان ۹۴
۱۶۳-۱۸۲
http://ejcp.gau.ac.ir

تأثیر گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد سیب‌زمینی

*گودرز احمدوند[1] و سمیه حاجی‌نیا[2]

[1] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا
[2] دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۲/۹؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹٤/۷/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: روش‌های صحیح خاک‌ورزی و کاشت گیاهان پوششی از جمله مؤلفه‌های اساسی نظام کشاورزی پایدار هستند که نقش مهمی را در پایداری نظام‌های تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کنند. روش‌های خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی که معمولاً بیش از ۳۰ درصد بقایای گیاهی را بر سطح خاک بجای می‌گذارند به منظور کاهش فرسایش خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک، بهبود راندمان مصرف و افزایش نفوذ آب کاربرد دارند. بقایای گیاهان پوششی نسبت به شیوه‌های تولید پایدار به‌ویژه در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مزایای بسیاری دارند. از جمله مزایای کشت گیاهان پوششی می‌توان به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حفظ رطوبت خاک، افزایش مواد آلی خاک، تعدیل درجه حرارت روزانه خاک، افزایش تنوع زیستی و در نهایت افزایش عملکرد محصولات زراعی اشاره کرد. این پژوهش با هدف، بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و نوع گیاه پوششی بر خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی، در سال‌زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه بوعلی‌سینا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، اجرا شد. عامل اصلی شامل سه سیستم خاک‌ورزی (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی) و گیاه پوششی به‌عنوان عامل فرعی در سه سطح (ماشک، جو و بدون گیاه پوششی (تیمار شاهد)) در کرت‌های فرعی، قرار گرفتند.

*مسئول مکاتبه: gahmadvand@basu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

یافته‌ها: گیاه پوششی جو در زمان برگرداندن بقایای گیاهی به خاک ماده خشک بیشتری نسبت به ماشک تولید کرد به طوری که زیست‌توده جو ۱/۲۱ برابر زیست‌توده ماشک بود. نتایج نشان داد که بیشترین ماده آلی خاک (۱/۳۲ درصد) در سیستم بدون خاک‌ورزی و با کاشت گیاه پوششی ماشک، مشاهده شد. تیمارهای بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل با میانگین ۱۱/۷۵ درصد رطوبت وزنی، بیشترین رطوبت خاک را داشتند. گیاه پوششی باعث افزایش ٦/٢٦ درصدی رطوبت خاک نسبت به شاهد گردید. بیشترین تعداد ساقه در بوته و ارتفاع بوته از سیستم خاک‌ورزی متداول بدست آمد. تعداد ساقه در بوته، ارتفاع بوته و حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار گیاه پوششی ماشک به‌ترتیب ٢٤/٧٦، ١٧/٥٨ و ٣٧/٧٩ درصد، بیشتر از تیمار شاهد بودند. بیشترین تعداد غده (٤٨/١٥ غده در مترمربع) در سیستم خاک‌ورزی متداول بدست آمد. کاشت گیاه پوششی توانست تعداد غده را ٢٨/٧٩ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. بیشترین عملکرد غده در تیمار خاک‌ورزی متداول با کاشت گیاه پوششی ماشک و جو به‌ترتیب به میزان ٤٨/٦٨ و ٤٧/٩٥ تن در هکتار مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: کاشت گیاهان پوششی موجب بهبود مواد آلی خاک، حفظ رطوبت خاک و افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی به ویژه در سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل شد.

واژه‌های کلیدی: بدون خاک‌ورزی، بقایای گیاهی، عملکرد غده، ماده آلی خاک

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مدیریت خاک از اجزای اصلی کشاورزی پایدار و خاک‌ورزی از ضروری‌ترین بخش‌های این نوع مدیریت محسوب می‌شود. خاک‌ورزی نقش مهمی در تأمین بستر مناسب بذر، کنترل علف‌های‌هرز و مخلوط کردن کود، آفت‌کش و سایر افزودنی‌ها به خاک، دارد (۵).

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L) محصولی غده‌ای است، که برای رشد غده به خاک کاملاً آماده شده نیازمند است (۳۲). افزایش عملکرد سیب‌زمینی مستلزم ایجاد شرایط بهینه خاک برای رشد و توسعه گیاه بوده که یکی از اهداف خاک‌ورزی صحیح است (۹). طبق تحقیقات انجام شده در حدود ٦٠ درصد از انرژی مکانیکی در کشاورزی مکانیزه برای عملیات خاک‌ورزی مصرف می‌گردد (۱۹). سیستم‌های خاک‌ورزی متداول نه تنها به انرژی زیادی نیاز دارند، بلکه در دراز مدت خصوصیات فیزیکی خاک را تخریب و آن را دچار فرسایش می‌کنند (۱۸ و ۳۹). با توجه به افزایش هزینه سوخت‌های فسیلی، فرسایش گسترده خاک، استفاده فشرده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و نگرانی‌های محیطی در ارتباط با آلودگی آب‌های زیرزمینی، نیاز به فن‌آوری‌ها و روش‌های جدید کشاورزی، احساس می‌شود.

سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت گیاهان پوششی دو عامل مهم در مدیریت پایدار گیاهان زراعی می‌باشند. خاک‌ورزی حفاظتی رویکردی جدید و رو به رشد در جهان بوده که از ٤٥ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۹ میلادی به ۱۱۱ میلیون هکتار از اراضی زراعی در سال ۲۰۰۹ میلادی افزایش یافته است (۱۲). بدون خاک‌ورزی یکی از مؤلفه‌های مهم کشاورزی حفاظتی است که در نتیجه اجرای آن حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک توسط بقایای گیاهی پوشش داده می‌شود، در این روش هیچ نوع عملیات خاک‌ورزی صورت نمی‌پذیرد و تنها ماشین کاشت، کود و بذر را با حداقل بر هم خوردگی در خاک قرار می‌دهد (۲۸). روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی که معمولاً بیش از ۳۰ درصد بقایای گیاهی را بر سطح خاک بجای می‌گذارد به منظور کاهش فرسایش خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک (۱۰)، بهبود راندمان مصرف و افزایش نفوذ آب، کاهش نیروی کار، سوخت و استهلاک ماشین‌آلات کاربرد دارند (۱۵).

بقایای گیاهان پوششی نسبت به شیوه‌های تولید پایدار به ویژه در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مزایای بسیاری دارند (۳۵). از جمله مزایای کشت گیاهان پوششی می‌توان به جلوگیری از آبشویی نیتروژن در پاییز و زمستان، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کنترل علف‌های‌هرز و

Archive of SID

www.SID.ir

بیماری‌های خاک‌زاد، حفظ رطوبت خاک، افزایش مواد آلی خاک، تعدیل درجه حرارت روزانه خاک، افزایش تنوع زیستی و در نهایت افزایش عملکرد محصولات زراعی اشاره کرد (١٤ و ٣٧). در کشاورزی پایدار نیز استفاده از بقولات به عنوان گیاه پوششی به دلیل توانایی آنها در تثبیت نیتروژن هوا، مورد توجه قرار گرفته است (٢٠). گزارشات زیادی مبنی بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی پس از کشت گیاهان پوششی وجود دارد (٨، ١٤ و ٢٧). غفاری و همکاران (٢٠١٢) گزارش کردند که استفاده از گیاهان پوششی کلزا و چاودار عملکرد غده سیب‌زمینی را به‌ترتیب ٥٤ و ٥٠ درصد نسبت به شاهد بدون گیاه پوششی، افزایش دادند (١٦).

بحرانی و همکاران (٢٠٠٧) با بررسی شیوه خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم، بر عملکرد ذرت و خواص فیزیکی خاک دریافتند که بی‌خاک‌ورزی با وجود بقایای گیاهی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، باعث افزایش کربن آلی خاک می‌شود (٤). جین و همکاران (٢٠١١) در آزمایشی ١١ ساله، گزارش نمودند که ذخیره رطوبتی خاک در عمق ٣٠-٠ سانتی‌متر برای گندم زمستانه در روش بدون خاک‌ورزی ٦٠ میلی‌متر و برای روش خاک‌ورزی متداول ٥٥/٨ میلی‌متر بود که در مجموع ذخیره رطوبتی در روش بدون خاک‌ورزی ١٩/٣ درصد بهبود یافته بود (٢٣). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد گیاهان نیز تأثیر می‌گذارد. نتایج ١٠ سال مطالعه شخم حفاظتی در حدود ١٠ درصد افزایش عملکرد محصول و ٢٠ درصد کاهش در هزینه‌های انجام عملیات را نشان داد، همچنین شخم حفاظتی در مقایسه با شخم مرسوم می‌تواند راندمان مصرف آب را تا ١١ درصد بهبود داده و فرسایش آبی خاک را تا ٥٢ درصد کاهش دهد (٢٢). اگرچه طی بررسی دیگری عملکرد گیاهان جو و یولاف در روش خاک‌ورزی متداول بیشتر از روش خاک‌ورزی حفاظتی بود، اما میانگین کاهش عملکرد در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی اندک بود که از نظر اقتصادی قابل قبول می‌باشد (٣٣). از سوی دیگر مشخص گردید که عملکرد محصول و راندمان مصرف آب با انجام عملیات حداقل خاک‌ورزی، بیش از ٣٥ درصد افزایش یافت. نتایج بررسی عکس‌العمل ذرت و سورگوم دانه‌ای در سیستم بدون خاک‌ورزی با گیاهان پوششی و کود نیتروژن نشان داد که عملکرد ذرت و سورگوم دانه‌ای در تیمارهای گیاهان پوششی بقولات (نخود و ماشک گل‌خوشه‌ای) بیشترین مقدار بوده و عملکرد با افزایش میزان نیتروژن افزایش داشت (٣٤).

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اهمیت تولید سیب‌زمینی در کشور و استان همدان به عنوان قطب تولید، این پژوهش با هدف تأمین شرایط بهینه خاک برای رشد و توسعه گیاه از طریق کاشت گیاه پوششی و کاهش عملیات خاک‌ورزی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا واقع در روستای دستجرد با ارتفاع ۱۷٤۱ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا گردید.

عامل کرت‌های اصلی سه شیوه خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی) و کرت‌های فرعی نیز شامل گیاه پوششی در سه سطح (گیاه پوششی جو (*Hordeum vulgare*)، ماشک (*Vicia villosa*) و بدون گیاه پوششی (تیمار شاهد)) بود.

بعد از عملیات آماده‌سازی زمین، گیاهان پوششی جو و ماشک در تاریخ ۲۸ اسفند ۱۳۹۱ کاشته شدند. بذر پوششی جو رقم استار به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و ماشک توده محلی به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار، به صورت دست‌پاش در دو جهت عمود بر هم در سطح زمین به صورت یکنواخت پخش و سپس به وسیله هرس دندانه‌دار با خاک مخلوط شد. در کرت‌های بدون خاک‌ورزی، بعد از ایجاد جوی و پشته‌هایی با فاصله ۷۵ سانتی‌متر در سطح زمین، اقدام به پاشیدن بذر گیاهان پوششی شد. تراکم گیاه پوششی جو و ماشک به‌ترتیب ۳۵۰ و ۲۰۰ بوته در مترمربع بود. آبیاری گیاهان پوششی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه محل آزمایش طی سه مرحله انجام گرفت. میزان بارندگی در طول دوره آزمایش ۷٦/٤۹ میلی‌متر (در ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر به ترتیب ۲۷/۰٤، ۲۵/٤۱، ۹/٤۲، ۱٤/٦۲، ۰، ۰، ۰ و ۰، میلی‌متر) بود.

قبل از برگرداندن گیاهان پوششی به خاک، نمونه‌برداری از اندام هوایی گیاه پوششی توسط کادر ۱ در ۱ مترمربع به صورت تصادفی انجام شد و وزن خشک گیاهان پوششی، اندازه‌گیری شد. در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۲، گیاهان پوششی براساس تیمار خاک‌ورزی بطور همزمان به خاک برگردانیده شدند و پس از آن کشت سیب‌زمینی رقم آگریا در تاریخ چهارم خرداد ماه ۱۳۹۲ به صورت دستی با تراکم ۵/۳۳ بوته در مترمربع انجام گردید (۲۵). در روش خاک‌ورزی متداول گیاهان پوششی توسط

Archive of SID

www.SID.ir

گاوآهن برگرداندار با خاک مخلوط شدند و سایر عملیات تکمیلی تهیه بستر بذر شامل دیسک و ایجاد جوی و پشته برای کاشت سیب‌زمینی، بصورت معمول انجام شد. در روش خاک‌ورزی حداقل، گیاهان پوششی توسط گاوآهن قلمی با خاک مخلوط شدند و در روش بدون خاک‌ورزی نیز گیاهان پوششی درو شده و در سطح خاک رها گردیدند و سیب‌زمینی مستقیماً روی پشته‌هایی که در زمان کاشت گیاهان پوششی تهیه شده بود، کاشته شد. قبل از اجرای آزمایش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ١).

جدول ١- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از اجرای آزمایش (عمق ٣٠-٠ سانتی‌متری خاک).

Table 1. Physical and chemical characteristics of experimental field soil before experiment conduction (soil depth 0-30 cm)

نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام) P (ppm)	کربن آلی (درصد) OC (%)	اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dSm^{-1})	بافت خاک Soil Texture
0.3	365.0	27.7	0.6	7.5	3.8	لوم شنی Sandy loam

مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک به میزان ١٨٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره به‌صورت یک سوم قبل از کشت سیب‌زمینی و مابقی آن در زمان خاکدهی پای بوته‌ها به خاک اضافه گردید. برای جلوگیری از خسارت بیماری‌های خاک‌زاد، غده‌ها قبل از کاشت با قارچ‌کش مانکوزب به میزان ٢ کیلوگرم در هکتار ضدعفونی شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول ٦ متر با فاصله ٧٥ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ٢٥ سانتی‌متر و فاصله کرت‌های اصلی از هم ٢ متر بود.

عملیات خاکدهی پای بوته‌ها برای همه تیمارها به صورت یکنواخت و در هفته چهارم بعد از سبز شدن انجام گرفت. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت سیب‌زمینی و آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز آبی گیاه تقریباً هر هفت روز یک‌بار با استفاده از سیستم آبیاری بارانی کلاسیک، انجام گرفت.

در مرحله گلدهی از هر کرت پنج بوته برداشت و سطح برگ اندازه‌گیری شد. پیش از برداشت، تعداد پنج بوته از هر واحد آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب شده و ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته اندازه‌گیری گردید. به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد در زمان برداشت از هر کرت با رعایت اثر حاشیه، دو مترمربع برداشت و پس از شمارش تعداد غده، غده‌ها توزین شدند. صفات

Archive of SID

www.SID.ir

مختلفی مانند تعداد غده، عملکرد تر غده، عملکرد خشک غده، وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت اندازه گیری شد. شاخص برداشت نسبت عملکرد خشک غده به عملکرد بیولوژیکی می‌باشد.

اندازه‌گیری درصد رطوبت وزنی خاک در مراحل اولیه سبز شدن سیب‌زمینی یک روز قبل از انجام آبیاری بعدی با استفاده از آگر در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر انجام گرفت. نمونه‌ها پس از برداشت و توزین به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شده و مجدداً توزین شدند. درصد رطوبت وزنی خاک با استفاده از معادله (۱) محاسبه گردید.

معادله (۱) $$\text{درصد رطوبت وزنی خاک} = ۱۰۰ \times \frac{\text{وزن خاک خشک} - \text{وزن خاک مرطوب}}{\text{وزن خاک خشک}}$$

در پایان مرحله رسیدگی از هر کرت نمونه‌هایی از عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری برداشت و میزان ماده آلی خاک به روش والکی و بلاک (١٩٣٤) اندازه‌گیری شد (٤٢).

مقایسه میانگین زیست توده گیاه پوششی با آزمون T-test صورت پذیرفت. تجزیه واریانس آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS var 9.1 (۳۸) و رسم نمودارها با Excel انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ٥ درصد با MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

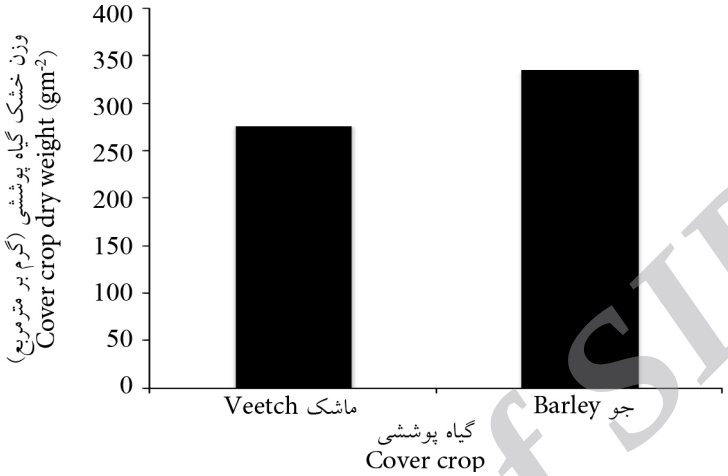
وزن خشک اندام‌های هوایی گیاهان پوششی: تیمارهای گیاه پوششی از نظر مقدار ماده خشک تولیدی در مرحله برگرداندن به خاک، تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($P\leq 0.05$). زیست توده حاصل از جو و ماشک در مرحله برگرداندن گیاه پوششی به خاک، به‌ترتیب ٣٣٤ و ٢٧٧ گرم در مترمربع بود (شکل ۱). زیست‌توده جو ۱/۲۱ برابر زیست‌توده ماشک بود. که یکی از دلایل آن سرعت رشد بیشتر گیاه جو و افزایش تجمع ماده خشک آن در مقایسه با گیاه ماشک بود. یاراحمدی (۲۰۱۱) گزارش نمود که میزان زیست توده جو بیشتر از خلر بوده است (٤٤).

خصوصیات خاک و صفات مورفولوژیکی سیب‌زمینی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر درصد ماده آلی خاک، درصد رطوبت وزنی خاک، تعداد ساقه و ارتفاع بوته معنی‌دار بود. اثر گیاه پوششی بر درصد ماده آلی خاک، درصد رطوبت وزنی خاک، ارتفاع

Archive of SID

www.SID.ir

بوته، تعداد ساقه و حداکثر شاخص سطح برگ معنی‌دار گردید. همچنین، درصد ماده آلی خاک تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارها قرار گرفت (جدول ۲).



شکل ۱- وزن خشک گیاهان پوششی در مرحله برگرداندن به خاک (گرم در مترمربع).

Figure 1. Cover crops dry weigh at returning stage of cover crops to the soil (g m^{-2}).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات خاک و صفات مورفولوژیکی سیب‌زمینی.

Table 2. Analysis of variance for the effect of cover crop and tillage systems on soil properties and morphological traits of potato.

منابع تغییرات Source of variation		درجه آزادی df	ماده آلی خاک Soil organic matter	درصد رطوبت وزنی خاک Soil moisture percent	ارتفاع بوته plant height	تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	حداکثر شاخص سطح برگ maximum leaf area index
Replication	تکرار	2	0.008^{ns}	7.123^{**}	582.921^{**}	1.370^{ns}	2.772^{ns}
Tillage	خاک‌ورزی	2	0.269^{**}	4.701^{**}	284.229^{*}	2.926^{*}	0.472^{ns}
Error a	خطای a	4	0.004	0.197	27.002	0.370	1.422
Cover Crop	گیاه پوششی	2	0.283^{**}	2.211^{**}	320.793^{**}	1.370^{*}	4.625^{*}
Tillage×Cover Crop	خاک‌ورزی×گیاه پوششی	4	0.009^{**}	0.211^{ns}	42.036^{ns}	0.037^{ns}	2.249^{ns}
Error b	خطای b	12	0.001	0.194	17.390	0.315	0.796
CV (٪)	ضریب تغییرات	-	2.670	3.874	6.364	16.116	19.621

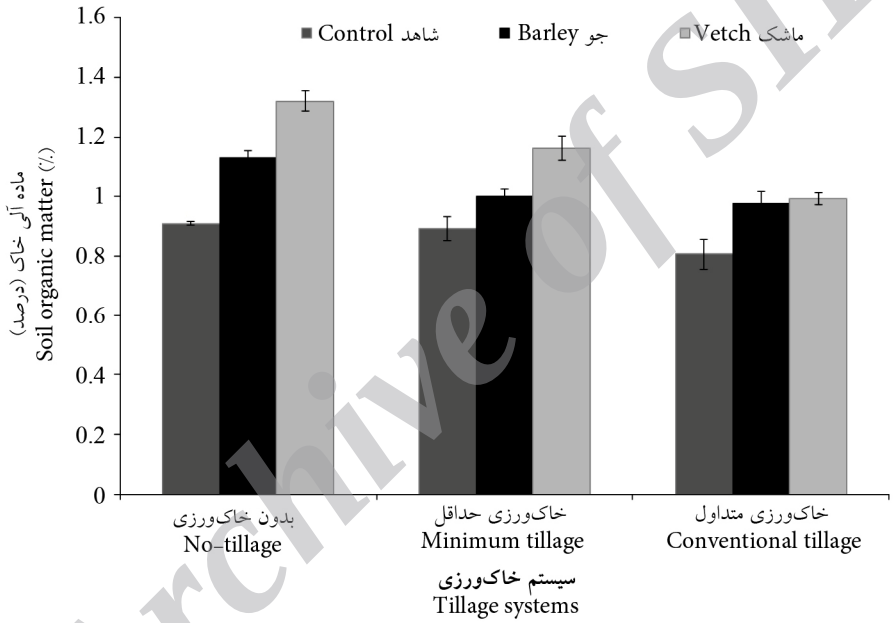
* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

*, and **: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively; ns: non significant

Archive of SID

www.SID.ir

با اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت گیاهان پوششی، میزان ماده آلی خاک افزایش یافت. بیشترین میزان ماده آلی خاک (۱/۳۲ درصد) در تیمار بدون خاک‌ورزی و با کاشت گیاه پوششی ماشک مشاهده شد. میزان افزایش ماده آلی خاک در تیمار بدون خاک‌ورزی با کاشت گیاهان پوششی ماشک و جو نسبت به عدم کاشت گیاه پوششی به‌ترتیب ٤٥/٠ و ٢٤/٣٧ درصد بود. در تیمار خاک‌ورزی حداقل، گیاهان پوششی ماشک و جو به ترتیب ۳۰/۳۳ و ۱۲/۲۹ درصد ماده آلی خاک را نسبت به شاهد افزایش دادند. در تیمار خاک‌ورزی متداول کاشت گیاه پوششی موجب افزایش ۲۲/۰۹ درصد ماده آلی خاک شد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر درصد ماده آلی خاک

Figure 2. The interaction of cover crop and different tillage systems on soil organic matter

رایت و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که مقدار ماده آلی خاک شدیداً تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار می‌گیرد و روش‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل باعث افزایش میزان ماده آلی خاک می‌شوند (٤٣). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که خاک‌ورزی حداقل به دلیل عدم برگردانی بقایای گیاهی به خاک و حفظ بقایای گیاهان پوششی در لایه سطحی خاک موجب بهبود مواد آلی

Archive of SID

www.SID.ir

خاک می‌شود. این نتیجه با مشاهدات جین و همکاران (۲۰۰۹) و هارازیکا و همکاران (۲۰۰۹) که مؤید وجود بیشترین محتوی کربن آلی در سیستم بدون خاک‌ورزی است، مطابقت دارد (۱۷ و ۲۳). در روش خاک‌ورزی متداول، بر هم خوردن شدیدتر خاک باعث تجزیه بیشتر و سریع‌تر بقایای گیاهی شده و کربن و نیتروژن موجود در مواد آلی زودتر معدنی شده و در نتیجه مواد آلی سریع‌تر از دست می‌رود (٦ و ١٣). احتمالاً افزایش زیست توده تولیدی گیاهان پوششی بقولات، می‌تواند سبب افزایش نیتروژن و کربن آلی خاک شده و حاصلخیزی و کیفیت خاک را بالا ببرد (۳۰ و ٣٦).

بیشترین درصد رطوبت وزنی خاک از تیمار خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی مشاهده شده که سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته توانست میزان رطوبت خاک را ۱۱/۸۳ درصد نسبت به تیمار خاک‌ورزی متداول افزایش دهد. کاشت گیاه پوششی موجب افزایش درصد رطوبت وزنی خاک گردید. بین گیاه پوششی جو و ماشک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و میانگین درصد افزایش رطوبت وزنی خاک با کاشت گیاه پوششی نسبت به تیمار شاهد ٦/٢٦ درصد بود (جدول ۳).

لل (۱۹۸۹) ظرفیت بالای نگهداری رطوبت در سیستم بدون خاک‌ورزی را به میزان ماده آلی خاک نسبت داد (٢٦). بالاترین مقدار رطوبت خاک در تیمار بدون خاک‌ورزی مشاهده شد. این امر می‌تواند به دلیل کاهش تبخیر از سطح خاک به علت وجود بقایای گیاهی در سطح خاک و عدم زیرورو کردن خاک توسط ادوات خاک‌ورزی باشد. روش خاک‌ورزی متداول با افزایش میزان خلل و فرج و ناهمواری‌های سطح خاک باعث تبخیر بیشتر رطوبت شده، در نتیجه رطوبت در این روش کمتر از سایر تیمارها بود. این نتیجه با یافته‌های آلواز و اشین‌باخ (۲۰۰۹) و تریپلت و دیک (۲۰۰۸) مطابقت دارد (۲ و ٤١). افزایش رطوبت خاک در تیمارهای گیاه پوششی عمدتاً در نتیجه افزایش ماده آلی خاک و نفوذ بهتر آب در خاک می‌باشد.

با اجرای روش‌های خاک‌ورزی حداقل میزان ارتفاع بوته کاهش یافت. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته (۷۱/۳۱ سانتی‌متر) از تیمار خاک‌ورزی متداول بدست آمد. سیستم بدون خاک‌ورزی ۱۵/۷۳ درصد ارتفاع بوته را نسبت به تیمار متداول کاهش داد. کاشت گیاه پوششی موجب افزایش ارتفاع بوته گردید، کاشت گیاه پوششی موجب افزایش ۱۷/۵۸ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد (جدول ۳).

اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر ارتفاع بوته حاکی از افزایش ارتفاع بوته سیب‌زمینی در تیمار خاک‌ورزی متداول است که دلیل آن را ایجاد محیط بهتر برای رشد و توسعه ریشه و افزایش عرضه

Archive of SID

www.SID.ir

عناصر غذایی در خاک، می‌توان بیان کرد که با نتایج احمد و شارما (۲۰۰۷) مطابقت دارد (۱). در این آزمایش افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در تیمار کاشت گیاه پوششی احتمالاً بـه دلیـل افـزایش فراهمـی عناصر غذایی خاک می‌باشد. بقایای گیاهان پوششی باعث افزایش مواد آلی، نیتروژن، بهبود سـاختمان خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک منتهی می‌شود کـه در نهایت باعث افزایش ارتفاع بوته سیب زمینی گردیده است (۱۱).

جدول ۳- اثر گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات خاک و صفات موفولوژیکی سیب‌زمینی

Table 3. The effect of cover crop and tillage systems on soil properties and morphological traits of potato.

تیمارها Treatments	رطوبت وزنی خاک (درصد) Soil moisture (%)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) plant height (cm)	تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	حداکثر شاخص سطح برگ maximum leaf area index
خاک‌ورزی Tillage				
خاک‌ورزی متداول Conventional- tillage	10.52[b]	71.31[a]	4.11[a]	4.69[a]
خاک‌ورزی حداقل Minimum- tillage	11.72[a]	65.16[ab]	3.36[ab]	4.66[a]
بدون خاک‌ورزی No-tillage	11.81[a]	60.09[b]	3.00[b]	4.28[a]
LSD %5	0.58	6.80	0.80	1.56
گیاهان پوششی Cover crops				
ماشک Vetch	11.62[a]	69.39[a]	3.88[a]	5.25[a]
جو Barley	11.65[a]	68.53[a]	3.44[ab]	4.56[ab]
شاهد Control	10.78[b]	58.65[b]	3.11[b]	3.81[b]
LSD %5	0.45	4.28	0.57	0.92

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و در سطوح هر عامل، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمـال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05).

حداکثر شاخص سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی قرار نگرفت، ولی حداکثر شاخص سـطح برگ با کاشت گیاه پوششی ماشک، ۳۷/۷۹ درصد در مقایسه با تیمار بدون گیاه پوششی افـزایش نشـان داد (جدول ۳). گیاه پوششی ماشک به علت حفظ بیشتر میزان رطوبت خاک و همچنـین بـه دلیـل اینکـه ایـن

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبت در ابتدای کاشت به راحتی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد باعث افزایش شاخص سطح برگ در مقایسه با شاهد شده است. این نتایج با گزارشات یاراحمدی (٢٠٠٨) مطابقت دارد (٤٤).

بیشترین تعداد ساقه در بوته (٤/١١ ساقه در بوته) در تیمار خاک‌ورزی متداول و کمترین آن (٣/٠ ساقه در بوته) در تیمار بدون خاک‌ورزی، مشاهده شد. میزان کاهش تعداد ساقه در تیمار بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی متداول ٢٧/٠١ درصد بود. کاشت گیاه پوششی ماشک توانست ٢٤/٧٦ درصد تعداد ساقه در بوته سیب‌زمینی را افزایش دهد (جدول ٣). تعداد ساقه‌های اصلی در تیمار خاک‌ورزی متداول بیشتر از خاک‌ورزی حداقل بود. ایجاد بستر مناسب، زمینه رشد و استفاده بهتر از عناصر غذایی خاک را فراهم آورده و سبب افزایش تعداد ساقه اصلی در تیمار خاک‌ورزی متداول گردید. طبق گزارش امیدی و همکاران (٢٠٠٥) کلزا در سیستم خاک‌ورزی متداول دارای شاخه‌های فرعی بیشتری نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی بود (٣١). در تیمارهای بدون خاک‌ورزی احتمالاً به دلیل کاهش عمق نفوذ ریشه تعداد کل شاخه‌های فرعی کاهش یافت.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی.

Table 4. Analysis of variance for the effect of cover crop and tillage systems on yield and yield components of potato.

منابع تغییرات Source of variation		درجه آزادی df	تعداد غده Number of tubers	عملکرد غده Tuber yield	میانگین وزن غده Mean weight of tubers	عملکرد خشک غده Dry tuber yield	وزن‌خشک اندام‌های هوایی Dry weight shoot	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت HI
Replication	تکرار	2	223.01**	54.34**	1151.93^{ns}	17.77**	3.02*	86.64**	28.16^{ns}
Tillage	خاک‌ورزی	2	491.78**	532.74**	199.31^{ns}	17.83**	1.82^{ns}	31.04*	58.00^{ns}
Error a	خطای a	4	6.64	1.91	279.58	0.52	0.37	2.64	13.25
Cover Crop	گیاه پوششی	2	301.49**	579.22**	966.98*	21.06**	5.87**	48.74**	22.75^{ns}
Tillage× Cover Crop	خاک‌ورزی×گیاه‌پوششی	4	2.20^{ns}	36.19**	408.57^{ns}	2.14**	1.99**	7.02^{ns}	9.77^{ns}
Error b	خطای b	12	4. 78	1.45	179.71	0.33	0.23	2.20	11.61
CV (%)	ضریب تغییرات	-	5.44	3.23	14.61	7.28	8.68	11.03	5.83

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

*, and **: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively; ns: non significant

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد غده، عملکرد غده، عملکرد خشک غده، وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و گیاه پوششی قرار گرفتند. اثر متقابل گیاه پوششی و خاک‌ورزی بر عملکرد غده، عملکرد خشک غده و وزن خشک اندام‌های هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی قرار نگرفت (جدول ٤).

جدول ٥- اثر گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی.

Table 5. The effect of cover crop and tillage systems on yield and yield components of potato.

تیمارها Treatments		تعداد غده (غده در مترمربع) Number of tubers (Tuber in m^{-2})	میانگین وزن غده (گرم) Mean weight of tubers (g)	عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار) Biological yield (ton/ ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
Tillage	خاک‌ورزی				
Conventional- tillage	خاک‌ورزی متداول	48.15[a]	96.50[a]	15.48[a]	61.04[a]
Minimum- tillage	خاک‌ورزی حداقل	39.03[b]	91.69[a]	13.06[b]	58.27[a]
No-tillage	بدون خاک‌ورزی	33.52[c]	87.08[a]	11.84[b]	55.97[a]
LSD %5		3.37	21.88	2.12	4.76
Cover crops	گیاهان پوششی				
Vetch	ماشک	44.27[a]	99.47[a]	15.00[a]	60.12[a]
Barley	جو	42.82[a]	95.82[a]	14.60[a]	58.21[a]
Control	شاهد	33.60[b]	79.97[b]	10.78[b]	56.92[a]
LSD %5		2.25	13.76	1.52	3.50

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و در سطوح هر عامل، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test ($P<0.05$).

با اجرای روش‌های خاک‌ورزی حداقل تعداد غده سیب‌زمینی کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد غده (٤٨/١٥ غده در مترمربع) در خاک‌ورزی متداول بدست آمد. میزان کاهش تعداد غده در تیمار بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل به‌ترتیب ٣٠/٣٨ و ١٨/٩٤ درصد نسبت به خاک‌ورزی متداول بود. کاشت گیاه پوششی توانست تعداد غده را ٢٨/٧٩ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد (جدول ٥). سیستم‌های بدون خاک‌ورزی موجب کاهش عملکرد بیولوژیکی سیب‌زمینی شدند. میزان کاهش عملکرد بیولوژیکی در تیمار بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل به‌ترتیب ٢٣/٥١ و

Archive of SID

www.SID.ir

١٥/٦٣ درصد بود. کاشت گیاه پوششی ٣٧/٢٩ عملکرد بیولوژیکی سیب‌زمینی را افزایش داد (جدول ٥). میانگین وزن غده با کاشت گیاه پوششی جو و ماشک به‌طور متوسط ٢٢/١٠ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ٥).

بیشترین عملکرد خشک غده (٩/٨٠ تن در هکتار) در تیمار خاک‌ورزی متداول با کاربرد گیاه پوششی ماشک بدست آمد. کاشت گیاه پوششی ماشک در سیستم‌های خاک‌ورزی متداول و خاک‌ورزی حداقل به‌ترتیب ١٢/١٣ و ٦٢/٨٤ درصد عملکرد خشک غده را نسبت به تیمار شاهد، افزایش داد. در سیستم بدون خاک‌ورزی کاشت گیاه پوششی ماشک و جو به‌ترتیب ٩٥/١٢ و ٦٨/٤٤ درصد عملکرد خشک غده را نسبت به تیمار بدون گیاه پوششی افزایش دادند (جدول ٦). در سیستم خاک‌ورزی متداول گیاه پوششی تأثیری بر وزن خشک اندام‌های هوایی نداشت. اما در تیمار خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی موجب افزایش ٣٠/٢٩ و ٨٢/٧٣ درصدی وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ٦).

جدول ٦- اثرات متقابل گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی.

Table 6. The interaction of tillage and cover crops on yield and yield components of potato.

تیمارها (Treatments)		عملکرد خشک غده (تن در هکتار) Dry tuber yield (ton/ ha^{-1})	وزن خشک اندام‌های هوایی (تن در هکتار) Dry weight shoot (ton/ ha^{-1})
خاک‌ورزی Tillage	گیاهان پوششی (Cover crops)		
خاک‌ورزی متداول Conventional-tillage	ماشک (Vetch)	9.80^{a}	6.18^{a}
	جو (Barley)	9.75^{ab}	5.96^{a}
	شاهد (Control)	8.74^{bc}	6.01^{a}
خاک‌ورزی حداقل Minimum-tillage	ماشک (Vetch)	8.81^{bc}	6.02^{a}
	جو (Barley)	8.58^{c}	5.81^{a}
	شاهد (Control)	5.41^{e}	4.54^{b}
بدون خاک‌ورزی No-tillage	ماشک (Vetch)	8.41^{c}	5.76^{a}
	جو (Barley)	7.26^{d}	6.41^{a}
	شاهد (Control)	4.31^{f}	3.33^{c}
LSD (5%)		1.02	0.85

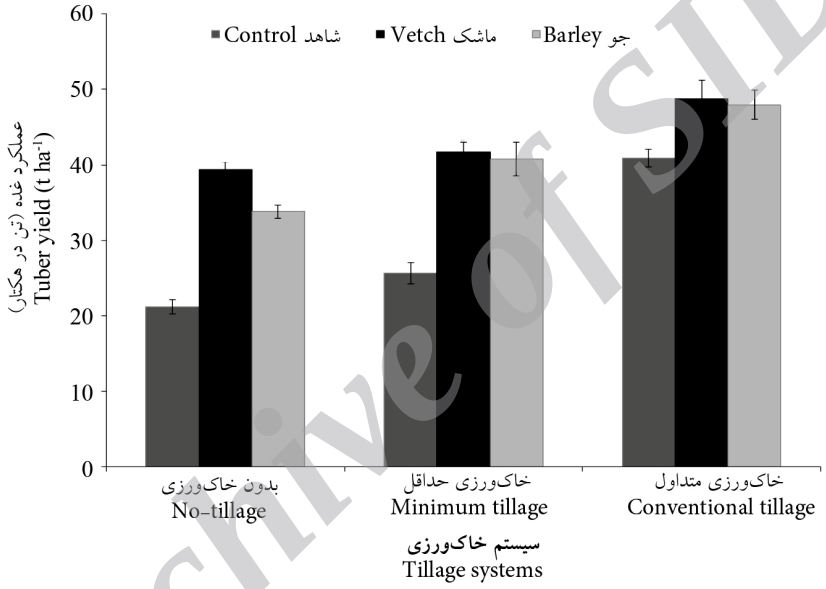
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و در سطوح هر عامل، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05).

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین عملکرد غده در تیمار خاک‌ورزی متداول با کاشت گیاه پوششی ماشک و جو به‌ترتیب به‌میزان ٤٨/٦٨ و ٤٧/٩٥ تن در هکتار مشاهده شد (شکل ٣). کاشت گیاه پوششی به‌طور متوسط در تیمار خاک‌ورزی متداول و حداقل، عملکرد غده را ١٨/١٣ و ٦١/٩٣ درصد افزایش داد. در سیستم بدون خاک‌ورزی کاشت گیاه پوششی جو و ماشک به‌ترتیب ٥٩/٨٢ و ٨٥/٩٦ درصد نسبت به تیمار بدون گیاه پوششی عملکرد غده را افزایش داد. این نتایج نشان دهنده تأثیر بیشتر گیاه پوششی بر عملکرد غده مخصوصاً در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی است (شکل ٣).



شکل ٣- اثر متقابل گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد غده سیب‌زمینی (تن در هکتار)

Figure 3. The interaction of cover crop and different tillage systems on tuber yield of potato (t ha^{-1}).

اثر گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص برداشت غده معنی‌دار نبود، ظاهراً هم‌روندی تغییرات عملکرد بیولوژیکی با عملکرد خشک غده تحت تأثیر تیمارهای آزمایش سبب غیرمعنی‌دار شدن اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص برداشت شده است.

گیاهان پوششی بیشترین عملکرد بیولوژیکی را در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. با توجه به برتری گیاهان پوششی نسبت به تیمار شاهد از نظر عملکرد و اجزای عملکرد، برتری آنها از نظر عملکرد بیولوژیکی نیز دور از انتظار نیست. خاک‌ورزی متداول بیشترین عملکرد بیولوژیکی را به خود

Archive of SID

www.SID.ir

اختصاص داد. به نظر می‌رسد که تهیه مناسب‌تر خاک، افزایش عملکرد بیولوژیکی را در این تیمار به همراه داشته است.

به‌نظر می‌رسد که وجود بوته‌های با ارتفاع بیشتر و تعداد ساقه بیشتر در کرت‌هایی که عملیات خاک‌ورزی در آنها انجام گرفته بود، موجب تولید مواد فتوسنتزی در این تیمارها شده و پتانسیل لازم برای تولید تعداد غده بالاتر در بوته‌ها را ایجاد کرده است. همچنین، قابلیت تثبیت نیتروژن هوا در خاک توسط گیاه ماشک و برگشت مقدار قابل توجهی ماده خشک حاصل از بوته‌های ماشک و جو به خاک برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را جهت تولید بیشتر غده بهبود بخشید.

بهبود وضعیت استقرار بوته‌ها در خاک‌ورزی متداول و افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته و تعداد ساقه منجر به افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گردید. عدم خاک‌ورزی به دلیل فشردگی خاک و ضعیف بودن کلی بوته به دلیل کاهش فتوسنتز و رشد رویشی، منجر به کاهش وزن خشک بوته شد. عملکرد غده و عملکرد خشک غده روند مشابهی را نشان دادند.

با توجه به اینکه سیب‌زمینی گیاهی غده‌ای است، که برای غده‌دهی مناسب نیاز به خاک نسبتاً مطلوب دارد (٣٢). بنابراین، باید بستر مناسب برای نفوذ غده به خاک مهیا باشد که به نظر می‌رسد علت کاهش عملکرد در سیستم‌های کم خاک‌ورزی بدون خاک‌ورزی را می‌توان به فشردگی خاک و فراهم نبودن شرایط مناسب برای رشد ریشه نسبت داد. یکی از مهمترین شاخص‌های تأثیرگذار در عملکرد سیب‌زمینی، تعداد غده در بوته است، احتمالاً تعداد غده بیشتر، موجب افزایش عملکرد در سیستم خاک‌ورزی متداول شده و سطوح فتوسنتزی وسیع‌تر و تولید بوته‌هایی با وزن خشک بالاتر در زمان گلدهی، شرایط را برای تولید عملکرد بالاتر در سیستم خاک‌ورزی متداول مساعدتر کرده است. معمولاً اثر خاک‌ورزی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این تغییر روند آرامی دارد. بنابراین اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد در سال اول مشاهده نمی‌شود (٢٩). تارکلسون و همکاران (٢٠٠٦) نشان دادند که استفاده از کشت بدون خاک‌ورزی در مقابل گاوآهن برگرداندار در طولانی مدت منجر به افزایش عملکرد گندم می‌گردد (٤٠). گزارش‌های پژوهشی اغلب استفاده از سیستم خاک‌ورزی بدون عملیات را موجب افزایش عملکرد دانسته‌اند (٤ و ٢١). اما همه این گزارش‌ها اثر دراز مدت سیستم بدون خاک‌ورزی را مشخص کرده‌اند. در نتایج مربوط به زمان کوتاه استفاده از سیستم بدون خاک‌ورزی، از نظر عملکردی تضادهایی مشاهده می‌شود (٧). آندرسون (٢٠٠٧) نیز در بررسی اثر گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای و سیستم‌های خاک‌ورزی

Archive of SID

www.SID.ir

در مزرعه ذرت، اظهـار داشـت کـه در مقایسـه بـا خـاک‌ورزی متـداول، اسـتفاده از گیـاه پوششـی و خاک‌ورزی حداقل علف‌های‌هرز مزرعه ذرت را به‌طور قابـل تـوجهی کنتـرل کـرده و عملکـرد آن را افزایش داد (۳). محققین گزارش کردند، گیاهان پوششی از طریق بهبود حاصـلخیزی خـاک و کنتـرل علف‌های‌هرز، سبب افزایش رشد و عملکرد سیب‌زمینی شدند (۸).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان می‌دهد که به کاربردن سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی همراه با کاشت گیاه پوششی می‌تواند در بهبود ماده آلی خاک و افزایش رطوبت خاک مؤثر باشد. بیشترین عملکرد غده سیب‌زمینی با کاشت گیاه پوششی ماشک و جو در سیستم خاک‌ورزی متداول بدست آمد، احتمالاً به دلیل ایجاد بستر مناسب جهت رشد ریشه، عملکرد غده در سیستم خاک‌ورزی متداول افزایش یافته است. با توجه به اینکه تغییرات شرایط فیزیکی خاک در مدت زمان طولانی عملی می‌باشد و این طرح به مدت یک سال در منطقه اجرا گردیده است، به نظر می‌رسد که اگر مدت زمان بیشتری گیاهان پوششی کشت گردند، تأثیر مناسبتری بر خصوصیات خاک و در نهایت عملکرد خواهند داشت.

منابع

1. Ahmad, T., and Samara, N.H. 2007. The effect of tillage practices on Barely production under rainy conditions in Jordan. J. Agric Environ. Sci. 2:1.75-79.
2. Alvarez, R., and Steinbach, H.S. 2009. A review of the effects of tillage systems on some soil physical proper-ties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. Soil Till. Res. 104:1-15.
3. Anderson, R.L. 2007. Residue management tactics for corn following spring wheat. Weed Technol. 22:177-181.
4. Bahrani, M.J., Raufat, M.H., and Ghadiri, H. 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil Till .Res. 94:305-309.
5. Brainard, D.C., Peachey, E., Haramoto, E., Luna, J., and Rangarajan, A. 2013. Weed ecology and management under strip-tillage: implications for Northern U.S. vegetable cropping systems. Weed Technol. 27: 218–230.
6. Bear, M.H., Henderix, P.F., and Colman, D.C. 1994. Water stable aggregates and organic matter fraction in conventional and no-tillage. Soil Sci. Soc Am J. 58:777-786.

Archive of SID

www.SID.ir

7. Benjamin, J.G., Mikha, M., and Merle, F.R. 2008. Organic carbon effects on soil physical and hydraulic properties in a semiarid climate. Soil Sci. Soc. Am. J. 72:1357-1362.
8. Campiglia, E., Paolini, R., Colla, G., and Mancinelli, R. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. Field Crops Res. 112: 16-23.
9. Carter, M.R., Sanderson, J.B., and MacLeod, J.A. 1998. Influence of time of tillage on soil physical attributes in potato rotations in Island. Soil Till. Res. 49:127-137.
10. Celik, I., Barut, Z.B., Ortas, I., Gok, M., Demirbas, A., Tulun, Y., and Akpinar, C. 2011. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions. Int. J. Plant Prod. 5: 3.237-254.
11. Courtney, R.G., and Mullen, G.J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the laud application of two compost types. Bioresour. Technol. 99: 2913-2918.
12. Derpsch, R., Friedrich, T., and Li, H. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. Int. J. Agric. Biol. Eng. 3:1-25.
13. Dick, W.A. 1983. Organic carbon, N, P concentration and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:102-107.
14. Gabriel, J.L., and Quemada, M. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. Eur. J. Agro. 34: 133-143.
15. Gajri, P.R., Arora, V.K., and Prihar, S.S. 2004. Tillage for Sustainable Cropping. International Book Distributing Co. 264p.
16. Ghaffari, M., Ahmadvand, G., Ardakani, M.R., Mossadeqi, M.R., and Ghaffari, M. 2012. Effects of cover crop before planting to control weeds, improve soil fertility, yield and yield components of potato. Iran. J. Field Crop Res. 10:1. 247-255. (In Persian)
17. Hazarika, S., Parkinson, R., Bol, R., Dixon, L., Russell, P., Donovan, S., and Debbie, A. 2009. Effect of tillage system and straw management on organic matter dynamics. Agron. Sustain. Dev. 29:525-533.
18. Helm, V., 2005. Conservation tillage: corn, grain sorghum, and wheat in Dallas County, Texas. Soil Till. Res. 23(5): 356-366.
19. Hemmat, A., and Eskandari, A. 2004. Tillage system effects upon productivity of dry land winter wheat-chickpea rotation in the northwest region of Iran. Soil Till. Res. 78: 1. 37-52.
20. Hooker, K.V., Coxon, C.E., Hackett, R., Kirwan, L.E., Okeeffe, E., and Richards, K.G. 2008. Evaluation of cover crop and reduced cultivation for reducing nitrate leaching in Ireland. J. Environ. Qual. 37:138-145.

Archive of SID

www.SID.ir

21. Hussain, I., Olson, K.R., and Ebelhar, S.A. 1999. Long- term tillage effect on soil chemical properties and organic matter fractious. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1335-1341.
22. Jin, H., Hongwen, L., Xiaoyan, W., Hugh, A., Wenying, L., Huanwen, G., and Kuhn. N. 2007. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China. Soil Till. Res. 94:493-502.
23. Jin, K., Sleutel, S., and Buchan, D. 2009. Changes of enzyme activities under different tillage practices in the Chinese Loess Plateau. Soil Till. Res. 104:115-120.
24. Jin, H., Hongwena, L., Rabi, G., Guohuaa, C., Yanboa, S., Xiaodonga, Q., and Lnijic, L. 2011. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. Soil Till. Res. 113:48-54.
25. Khajehpour, M.R. 2004. Industrial Crop Production. Isfahan Technology University, Jahad Daneshgahi, Press, 580p. (In Persian)
26. Lal, R. 1989. Tillage effect on soil properties under different crops in western Nigeria. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 762-768.
27. Larkin, R.P., Griffin, T.S., and Honeycutt, C.W. 2010. Rotation and cover crop effects on soilborne potato diseases, tuber yield, and soil microbial communities. Plant Dis. 94: 1491-1502.
28. Lugandu, S. 2013. Factors Influencing the Adoption off Conservation Agriculture by Smallholder Farmers in Karatu and Kongwa Districts of Tanzania. Presented at REPOA's 18th Annual Research Workshop held at the Kunduchi Beach Hotel, Dares Salaam, Tanzania. 55pp.
29. Malhi, S.S., Lemke, R., Wang, Z.H., Baldev, S., and Chhabra, S. 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. Soil Till. Res. 90: 171-183.
30. Omay, A.B., Rice, C.W., Maddux, L.D., and Gordon, W.B. 1997. Changes in microbial and chemical properties under long-term crop rptation and fertilization. Soil Sci. Soc. Am J. 61: 1672-1678.
31. Omidi, H., Tahmasebi, Z., Ghalavand, A., and Modarres Sanavi, S. 2005. Evaluation of tillage systems and row distances on grain yield and content in two canola cultivars. Iranian J. Farm. Sci. 7: 2.97-111. (In Persian)
32. Rezaei, A., and Soltani, A. 1996. Introduction of Potato Production. Mashhad Jahad. Daneshgahi Press. 170p. (In Persian)
33. Riley, H., Bleken, M., Abrahamsen, A., and Bakken, A. 2005. Effects of alternative tillage systems on soil quality and yield of spring cereals on silty clay loam and sandy loam soils in the cool wet climate of central Norway. Soil Till. Res. 80:79-93.

Archive of SID

www.SID.ir

34. Rinbott, T.M., Conley, P.S., and Belevins, D.G. 2004. No-tillage corn and grain sorghum response to cover crop and nitrogen fertilization. Agro. J. 96: 1158-1163.
35. Russo, V.M., Kindiger, B., and Webber, C.L. 2006. Pumpkin yield and weed populations following annual ryegrass. J. Sus. Agri. 28: 85-96.
36. Sainju, U., Sainju, U.M., Singh, B.P., and Whitehead, W.F. 2002. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. Soil Till. Res. 63:167-179.
37. Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, BP., and Wang, S. 2006. Tillage, cover crop, and nitrogen on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. Eur. J. Agro. 25:372-382.
38. SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT user's guide, second edition. SAS institute Inc. cary, Nc.
39. Shams Abadi, H.A., Taherirad, A.R., Khorramdel, S., and Nikkhah, A. 2015. The effect of tillage methods, plant density and planting patterns on growth characteristics, yield components and gain yield of sweet corn under Malaysia climatic conditions. E. J. C. P. 8(1): 79-98. (In Persian)
40. Tarkalsona, D.D., Hergertb, G.W., and Cassman, K.G. 2006. Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dry land winter wheat sorghum/corn-fallow rotation in the great Plains. Agro. J. 98:26-33.
41. Triplett, G.B., and Dick, W.A. 2008. No-tillage crop production: a revolution in agriculture. Agro. J. 100:153-165.
42. Walkly, A., and Black, I.A. 1934. An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
43. Wright, A.L., Dou, F., and Hons, F.M. 2007. Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in central Texas. Agri. Ecosyst. Environ. 121:736-744.
44. Yarahmadi, M. 2011. The effect of barley and lathyrus green manures on growth characters, weed control and nitrogen fertilizer reduction in seed production density of potato. M.Sc. thesis. Bu-Ali Sina Agricultural Faculty. 87p.

Archive of SID

www.SID.ir