Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و ششم، شماره ششم، ۱۳۹۸
۲۷۷-۲۹۰
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.16172.3145

بررسی تأثیر کوتاه‌مدت گیاهان پوششی بر خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک

***فاطمه احمدنیا[۱]، علی عبادی[۲]، مسعود هاشمی[۳] و اکبر قویدل[۴]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، [۲]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، [۳]استاد گروه علوم خاک و فیزیولوژی، دانشکده کشاورزی استاک بریج، دانشگاه ماساچوست، [۴]دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲٤؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: گیاهان پوششی یک استراتژی برای تقویت سلامت و کیفیت خاک در سیستم‌های کشاورزی می‌باشد. ارتباط گیاهان پوششی با فعالیت‌های زیستی خاک جزء مهمی از سلامت خاک است. گیاهان پوششی از طریق تأثیر بر کربن آلی خاک بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این از طریق رشد و ایجاد پوشش مناسب در سطح خاک مانع از هدررفت عناصر غذایی می‌گردد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر تیمارهای مختلف گیاهان پوششی به‌صورت تک‌کشتی و کشت مخلوط بر بهبود خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک در کوتاه‌مدت بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر کشت گیاهان پوششی بر برخی خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹٦ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت چاودار (*Secale cereal*)، خلر (*Lathyrus sativus*) و ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) به‌صورت تک‌کشتی (۱۰۰ درصد) و کشت مخلوط دوگانه و سه‌گانه به‌ترتیب با نسبت‌های بذر ۵۰ و ۳۳/۳ درصد بود. مبنای میزان بذر مصرفی در کشت خالص برای گیاه چاودار، خلر و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب ۱۰۰، ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین زیست‌توده گیاهان پوششی (۵۳۰ گرم در مترمربع) در تیمار تک‌کشتی چاودار و کم‌ترین زیست‌توده گیاهان پوششی در تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای و کشت مخلوط ماشک گل‌خوشه‌ای + خلر (به‌ترتیب ۸۵/۵ و ۹۱/٦ گرم در مترمربع) در زمان خاتمه دادن به رشد گیاهان پوششی به‌دست آمد. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین ماده آلی (۰/۵۳ درصد) و جمعیت میکروبی خاک (۲٦۰۰۰۰۰ عدد در گرم) از تیمار کشت مخلوط چاودار + خلر + ماشک گل‌خوشه‌ای به‌دست آمد. ماده آلی خاک در مقایسه با تیمار کنترل بدون گیاه پوششی در کشت مخلوط چاودار + ماشک گل‌خوشه‌ای + خلر ۱۱/۳ درصد افزایش داشت. بیش‌ترین تعداد کرم‌های خاکی براساس نتایج به‌دست آمده به تیمار تک‌کشتی چاودار تعلق داشت. به‌طور متوسط کرم‌های خاکی در

* مسئول مکاتبه: fatemeh.ahmadnia1998@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

کل تیمارهای گیاهان پوششی نسبت به کنترل بدون گیاه پوششی ۸۰/۵ درصد افزایش نشان داد. هم‌چنین کم‌ترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک مربوط به تیمار کشت مخلوط چاودار + ماشک گل‌خوشه‌ای ۱/۰۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. جرم مخصوص ظاهری خاک در کشت مخلوط چاودار + خلر نسبت به تیمار کنترل ٦/۱۷ درصد کاهش یافت. گیاهان پوششی زمان لازم برای نفوذ آب به خاک را کاهش داد. کم‌ترین زمان لازم برای نفوذ آب به خاک در حین و خاتمه رشد گیاهان پوششی به‌ترتیب از تیمارهای تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای ۸/۳۹ ثانیه و کشت مخلوط چاودار+ خلر ٤/۹۹ ثانیه به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: گیاهان پوششی چه به‌صورت تک‌کشتی و یا مخلوط حتی در یک فصل رشد خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک را بهبود بخشید. چاودار و ماشک گل‌خوشه‌ای در کشت مخلوط دوگانه و سه‌گانه بیش‌ترین تأثیر را داشت.

واژه کلیدی: جمعیت میکروبی خاک، زیست‌توده گیاهان پوششی، سلامت خاک، کربن آلی خاک، کرم‌های خاکی

مقدمه

خاک از مهم‌ترین نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی است و بدون تردید سلامت آن در تولید محصولات سالم انکارناپذیر است. با افزایش جمعیت کره زمین و کمبود اراضی مناسب برای کشت محصولات کشاورزی استفاده از کودهای شیمیایی، سوخت‌های فسیلی و عملیات خاک‌ورزی از جمله روش‌های رایج افزایش میزان عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح است. در حالی‌که چنین روند بدون کنترل در بهره‌گیری از کودها، آفت‌کش‌ها و عملیات خاک‌ورزی موجب اختلال وسیع در سلامت و تولید اکوسیستم‌های زراعی شد و حاصل آن از بین رفتن سلامت خاک و مواجهه با بسیاری از آلودگی‌های زیست‌محیطی و کاهش سلامت جوامع انسانی است.

گیاهان پوششی یکی از روش‌های طراحی‌شده به‌منظور افزیش کیفیت و سلامت خاک است. در مطالعات مختلف اصطلاحات متفاوتی برای توصیف گیاهان پوششی به‌کار برده می‌شود که از جمله آن‌ها عبارت‌اند از: کود سبز[1]، گیاهان پوششی[2]، گیاهان نقدی[3]، گیاهان خفه‌کننده[4]، گیاهان همراه[5] و غیره، که این اصطلاحات در برخی موارد به‌طور متناوب استفاده می‌شوند (٤٥). گیاهان پوششی، گیاهانی هستند که مزایای متعددی در خاک‌های کشاورزی ایجاد می‌کنند و از طریق تأثیر بر کربن آلی خاک، بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (٤٠). هم‌چنین گیاهان پوششی به‌منظور بهبود حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش‌های آبی و بادی، افزایش میزان مواد مغذی و رطوبت قابل‌استفاده خاک، تثبیت نیتروژن، کنترل علف‌های هرز کشت می‌گردد (۲۳، ۳۱، ٤۱ و ٤۲).

ماده آلی خاک در ساخت، تکامل، حفاظت و نگهداری اکوسیستم خاک دارای اهمیت است (٤٠). خاک‌های کشاورزی نسبت به خاک‌های تحت پوشش گیاهی طبیعی (خاک‌های غیرکشاورزی) دارای کربن آلی کم‌تری هستند و کشت محصولات کشاورزی منجر به تلفات کربن آلی خاک به‌میزان ۳۰ تا٤۰ درصد در مقایسه با خاک‌های دارای پوشش گیاهی طبیعی می‌شود (۱۱ و ۳۵). حقیان و سالاری (۲۰۱۸) بیان داشتند میزان کربن آلی خاک تحت‌تأثیر بارش، درجه حرارت، بافت خاک، ارتفاع و پوشش گیاهی قرار می‌گیرد (۱٦). گیاهان پوششی پتانسیل افزایش کربن آلی خاک را دارند (۲٤). در پژوهشی حسامی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند، در عمق ۱۵-۰ و

1- Green manure
2- Cover crops
3- Cash crops
4- Smother crops
5- Nurse crops

www.SID.ir

Archive of SID

۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک تیمارهای دارای بقایای گیاهی گندم، بیش‌ترین میزان کربن آلی خاک به‌ترتیب۰/۸۰ و ۰/٤۸ درصد را داشت (۱۸). در بررسی حفظ و ذخیره کربن در خاک‌های شخم‌خورده و بدون شخم تحت‌تأثیر گیاهان پوششی و کود نیتروژن پژوهشگران نشان داد که کربن آلی خاک در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری با ورودی کربن تغییر می‌یابد و گیاهان پوششی در مقایسه با علف‌های هرز در سیستم بدون شخم دارای بیش‌ترین تغییر بود (۳۷). افزایش ماده آلی توسط گیاهان پوششی می‌تواند شرایط ایده‌آلی برای زندگی ریزجانداران سودمند فراهم کند، زیرا عمده‌ترین عامل محدودکننده فعالیت زیستی در خاک، در دسترس نبودن پیش‌ماده کربن‌دار است (۱). ترکیب و کیفیت مواد آلی و نیز ویژگی‌های فیزیکی، شوری، رطوبت خاک و ساختار جمعیت میکروبی هم بر فعالیت زیستی ریزجانداران خاک مؤثر است (۲، ۷، ۳٦ و ٤۳). در آزمایشی با کود سبز شبدر مشاهده شد که با افزودن کود سبز افزایش در فراوانی قارچ‌ها و باکتری‌های خاک رخ می‌دهد و این فراوانی تا پایان فصل رشد حفظ می‌شود (۱۲). در یک متاآنالیز پژوهشگران گزارش کردند که تناوب گیاهی باعث افزایش ۲۱ درصدی زیست‌توده میکروبی خاک نسبت به شرایط تک‌کشتی می‌گردد. هم‌چنین در این پژوهش مشاهده شد گیاهان پوششی ۸/۵ درصد کربن کل خاک را افزایش داد (۳۰). اشمیت و همکاران (۲۰۱۸)، تعداد باکتری‌های بیش‌تری در تیمار گیاهان پوششی نسبت به تیمار کنترل به‌دست آوردند، آن‌ها احتمال دادند دلیل این افزایش، به اثرات تجمعی گیاهان پوششی مانند ورودی‌های کربن آلی بالا مرتبط است (۳۹).

وجود کرم‌های خاکی نیز تأثیر به‌سزایی در ساختمان خاک دارد. کرم‌ها همانند ریزجانداران خاک در تجزیه بقایای گیاهی نقش ایفا می‌کنند. خاک‌هایی که دارای کرم‌های خاکی هستند در مقایسه با خاک‌های فاقد این موجودات، دانه‌بندی مناسب‌تری دارند. مطابق گزارش مکی و کلادیفکو (۱۹۸۵) تعداد و زیست‌توده کرم‌های خاکی تحت‌تأثیر بقایای سویا بیش‌تر از بقایای ذرت بود و بقایای سویا همانند عدم اجرای خاک‌ورزی موجب افزایش کرم‌های خاکی می‌شود (۲۸). در پژوهشی دیگر، پژوهشگران نشان دادند که تعداد و زیست‌توده کرم‌های خاکی در کرت‌های دارای گیاهان پوششی نسبت به کرت‌های بدون گیاه پوششی به‌ترتیب ۱/۲ و ۱/٤ برابر بیش‌تر بود (۲۲). هم‌چنین بیان داشتند کاربرد طولانی‌مدت گیاهان پوششی منجر به بهبود ساختار خاک، افزایش جمعیت کرم‌های خاکی و به دنبال آن کاهش تلفات مواد مغذی می‌شود (۲۲).

جرم مخصوص ظاهری یکی از پارامترهای فیزیکی کیفیت خاک محسوب می‌شود (۱۳). نوع و میزان بقایای گیاهی در خاک می‌تواند سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شود (٤۷). حسامی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند، جرم مخصوص ظاهری خاک تحت‌تأثیر نوع بقایای گیاهی و نوع بافت خاک قرار گرفت (۱۸). در این پژوهش کم‌ترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک از تیمار بقایای گندم ۱/۱۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری به‌دست آمد (۱۸).

بهبود ظرفیت نفوذ آب در خاک‌های مدیریت‌شده توسط گیاهان پوششی به چند دلیل دارای اهمیت است. زیست‌توده تولیدی این گیاهان و تجزیه پس از آن ویژگی‌های خاک را بهبود می‌بخشد و مقدار آبی که می‌تواند از طریق پروفیل خاک نفوذ کند را افزایش می‌دهد (۱٤). علاوه بر این بهبود ثبات خاکدانه‌ها و حفظ آن‌ها از اثرات مستقیم قطرات باران و افزایش تعداد ماکروپورها که باعث افزایش نفوذ و کاهش رواناب می‌شود (۱۰). لینرس و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که گیاهان پوششی می‌تواند باعث بهبود ساختار خاک، افزایش تخلخل خاک، افزایش سرعت نفوذ آب و کاهش تراکم خاک شود (۲۵).

www.SID.ir

Archive of SID

هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر کشت کوتاه‌مدت گیاهان پوششی و بقایای حاصل از آن‌ها در سیستم تک‌کشتی و کشت مخلوط دوگانه و سه‌گانه بر افزایش حاصلخیزی، بهبود شرایط فیزیکی و زیستی خاک بود. همچنین نوآوری در این پژوهش ترکیب گیاهان پوششی بر روی ردیف‌های کشت در کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در بهار سال ۱۳۹٦ در مزرعه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی ´۲۰ °۴۸ طول شرقی و ´۱۹ ° ۳۸ عرض شمالی با شرایط آب و هوایی سرد و نیمه‌خشک اجرا شد.

به‌منظور مطالعه وضعیت خاک مزرعه آزمایشی از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، نمونه‌های به‌صورت تصادفی از عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک مزرعه آزمایشی قبل از کشت گیاهان پوششی جمع‌آوری و پس از مخلوط کردن به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید. پتاسیم قابل‌جذب با روش فلیم فتومتری، فسفر قابل‌جذب به روش اولسن و سامرز (۳۳)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۳٤)، کربنات کلسیم (۳٤)، pH و EC در عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه pH متر و EC سنج (۱۵)، کربن آلی با روش والکی بلک (٤٤) و تعیین بافت خاک به روش هیدرومتر دو قرائته (۸) انجام شد. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش به شرح ذیل می‌باشد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک مزرعه مورد آزمایش.

Table 1. Some characteristics of the experimental soil.

پتاسیم Potassium(mg/kg)	فسفر Phosphorus(mg/kg)	نیتروژن Nitrogen(%)	کربنات کلسیم Calcium carbonate(%)	pH	هدایت الکتریکی EC(dS/m)	کربن آلی (٪) OC(٪)	رس (٪) Clay(٪)	سیلت (٪) Silt(٪)	شن (٪) Sand(٪)	بافت خاک Soil texture
95.94	29.82	0.06	14.45	7.83	2.6	0.6	23	42	35	لوم Loam

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت سه گیاه پوششی چاودار (*Secale cereal*)، خلر (*Lathyrus sativus*) و ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) به‌صورت تک‌کشتی و کشت مخلوط دوگانه، سه‌گانه و تیمار کنترل (بدون گیاه پوششی) بود. بذور گیاهان پوششی در کرت‌هایی به ابعاد ۹×۳ مترمربع کشت گردید. میزان بذر مصرفی برای گیاه چاودار، خلر و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب ۱۰۰، ۲۵، ۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. نسبت بذر مصرفی در سیستم تک‌کشتی ۱۰۰ درصد و در کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه بر روی ردیف به‌ترتیب ۵۰ و ۳۳/۳ درصد محاسبه شد و در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ۱۳۹٦ کشت گردید. فواصل بین ردیف گیاهان پوششی ۳۰ سانتی‌متر بود. بلافاصله پس از کاشت گیاهان پوششی آبیاری صورت گرفت و آب موردنیاز گیاهان پوششی از طریق دوره‌های آبیاری ۷ روز یک‌بار تأمین شد. هیچ کودی در طول دوره رشد گیاه پوششی استفاده نگردید. پس از خاتمه رشد گیاهان پوششی (قبل از رسیدن به مرحله تشکیل سنبله در چاودار و نیام در خلر و ماشک گل‌خوشه‌ای) برای تعیین زیست‌توده کل گیاهان پوششی با رعایت

www.SID.ir

Archive of SID

اثر حاشیه‌ای از ردیف‌های میانی با استفاده از کوادراتی به ابعاد ۵۰ ×۵۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام شد. سپس نمونه‌ها به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شده و پس از حصول وزن ثابت اقدام به توزین نمونه‌ها گردید. پس از نمونه‌برداری از گیاهان پوششی با استفاده از سم پاراکوات به رشد گیاهان پوششی خاتمه داده شد و صفات فیزیکی و زیستی خاک اندازه‌گیری شد.

ماده آلی: نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک برداشت و مقدار ماده آلی به روش والکی بلک پس از خاتمه رشد گیاهان پوششی تعیین شد (٤٤).

زمان لازم برای نفوذ آب به خاک: در بررسی زمان لازم برای نفوذ آب به خاک ابتدا یک حلقه (حلقه آلومینیومی) به قطر ۱۵ سانتی‌متر و با ارتفاع ۷/۵ سانتی‌متر در زمین عاری از گیاه، به‌طوری‌که نصف حلقه در خاک فرو رود، قرار داده شد. سپس یک پلاستیک فریزر بر روی حلقه کشیده شد و مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر آب بر روی پلاستیک ریخته شد. پس از کشیده شدن پلاستیک، با کرنومتر زمان نفوذ آب به خاک اندازه‌گیری شد و به‌عنوان میزان زمان لازم برای نفوذ آب به خاک برای تیمارهای مختلف گیاهان پوششی تعیین گردید (۳۲).

جمعیت میکروبی خاک: جمعیت میکروبی خاک با استفاده از روش بیش‌ترین تعداد محتمل محاسبه گردید. برای این منظور پس از نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری و انتقال آن به آزمایشگاه، یک گرم از خاک نمونه با سرم فیزیولوژیک مخلوط گردید و سری رقت ده‌دهی تهیه شد. سپس از هر رقت تهیه‌شده به داخل لوله‌آزمایش حاوی محیط کشت مایع Nutrient Broth منتقل شد و انیکوبه گردید. پس از انیکوباسیون، رشد یا عدم رشد باکتری در محیط کشت یادداشت شد. بیش‌ترین تعداد محتمل باکتری در هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری با استفاده از جدول آماری مک‌گریدی محاسبه شد (٤).

جرم مخصوص ظاهری خاک: نمونه‌های لازم از هر کرت آزمایشی به‌وسیله آگر حاوی سیلندر از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری به‌صورت دست‌نخورده برداشته شد و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و توزین شد. سپس یک طرف سیلندرها را با فویل آلومینیومی پوشش داده و در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت قرار داده شد و مجدداً اقدام به توزین سیلندرها گردید. پس از اندازه‌گیری حجم سیلندر از طریق رابطه ۱ جرم مخصوص ظاهری خاک برای هر تیمار محاسبه گردید.

$$\rho b = \frac{Wsd}{v} \qquad (1)$$

که در آن، Wsd وزن خاک خشک (g)، V حجم سیلندر مورد نظر (cm^3)، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک (g/cm^3) می‌باشد (۸).

شمارش کرم‌های خاکی: برای این منظور از پودر خردل به‌میزان ۱۰ گرم در لیتر استفاده گردید و گودال‌هایی به مساحت ۲۵×۲۵×۲۵ سانتی‌متر ایجاد گردید و پس از گذشت ۳۰ دقیقه از زمان افزودن محلول اقدام به شمارش کرم‌خاکی شد (۳۲).

تحلیل داده‌ها: تجزیه‌وتحلیل داده‌های به‌دست آمده در این پژوهش، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 و مقایسه میانگین تأثیر تیمارها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ $\alpha \leq$ انجام گرفت.

نتایج و بحث

زیست‌توده گیاهان پوششی: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس وزن خشک کل زیست‌توده گیاهان پوششی در ترکیب‌های مختلف تک‌کشتی و کشت مخلوط با اختلاف معنی‌داری (۱٪ $\alpha \leq$) تحت‌تأثیر نوع گیاه پوششی قرار گرفت (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک کل به‌ترتیب مربوط به تیمار تک‌کشتی چاودار (۵۳۰ گرم در مترمربع) تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای و

www.SID.ir

Archive of SID

کشت مخلوط ماشک گل‌خوشه‌ای+ خلر (به‌ترتیب ۸۵/۵۰ و ۹۱/٦ گرم در مترمربع) در زمان خاتمه رشد گیاهان پوششی بود (جدول٤). با توجه به نسبت بذور مصرفی از گیاهان پوششی در کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه و هم‌چنین به‌دلیل کوتاهی فصل رشد در اردبیل و لزوم پایان دادن به عمر گیاهان پوششی جهت آماده‌سازی زمین برای کشت محصول اصلی انتظار عملکرد بیش‌تر مانند یک گیاه اصلی از گیاهان پوششی را نباید داشت. نتایج به‌دست آمده از زیست‌توده تک‌کشتی چاودار دور از انتظار نبود، زیرا به‌طورکلی غلات به‌دلیل رشد و استقرار سریع و مقاومت بر بسیاری از عوامل محیطی قادر به ایجاد زیست‌توده مناسب در زمان‌های کوتاه می‌باشد. در بررسی‌های دیگر نیز گیاه پوششی چاودار در تاریخ کاشت ۲۵ فروردین و تراکم کاشت ۱٦۰ کیلوگرم میزان زیست‌توده بیش‌تری تولید کرده بود (۲۰).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس زیست‌توده گیاهان پوششی.

Table 2. Results of analysis of variance for cover crops biomass.

منبع تغییرات Source	میانگین مربعات Mean squares				
	درجه آزادی Degree of freedom	چاودار *Secale cereal*	خلر *Lathyurs sativus*	ماشک گل‌خوشه‌ای *Vicia villosa*	زیست‌توده خشک کل Total dry biomass
بلوک Block	2	82.96^{ns}	3.01^{ns}	1.24^{ns}	56.31^{ns}
گیاهان پوششی Cover crops	7	108531.88**	6716.52**	2820.25**	81753.80**
اشتباه آزمایشی Error	14	154.61	7.97	3.54	166.58
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	8.56	8.45	8.41	6.42

**، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌داری می‌باشد.

**, * and ^{ns} probability at 1%, 5% and no significant differences.

ماده آلی خاک: ماده آلی خاک متأثر از نوع بقایای حاصل از گیاهان پوششی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ماده آلی افزوده شده به خاک به‌ترتیب به تیمار کشت مخلوط چاودار+ خلر+ ماشک گل‌خوشه‌ای ۰/۵۳ درصد و تیمار کنترل بدون گیاه پوششی ۰/٤۸ درصد اختصاص یافت (جدول ٤). تیمار کشت مخلوط سه‌گانه در مقایسه با تیمار کنترل ۱۱/۳۸ درصد ماده آلی خاک را افزایش داد. پس از کشت مخلوط سه‌گانه، کشت‌های مخلوط دوگانه چاودار+ خلر و ماشک گل‌خوشه‌ای+ خلر بدون اختلاف معنی‌داری دارای بیش‌ترین درصد ماده آلی خاک بود. احتمال می‌رود نسبت کربن به نیتروژن کم‌تر در بقولات منجر به افزایش سرعت تجزیه بقایای گیاهی در کشت‌های مخلوط سه‌گانه و دوگانه گردیده و بدین‌ترتیب مواد غذایی لازم برای فعالیت ریزجانداران خاک فراهم شده است. تناوب‌های در برگیرنده غلات و بقولات، نیاز به نهاده‌های خارج از مزرعه، برای رشد گیاهان را کاهش داده، پایداری در سطح تولید و تنوع بیولوژیکی را در ریزوسفر افزایش می‌دهد (۹). مارتینیلو (۲۰۱۱) گزارش کرد که تناوب گندم (*Triticum aestivum* L.) با لگوم‌ها پایداری محتوی کربن آلی خاک، نیتروژن و نسبت بین C/N در خاک‌های سطحی را بهبود می‌بخشد (۲۹). لو و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش‌های خود

www.SID.ir

Archive of SID

نشان دادند که استفاده از کاه‌وکلش غلات باعث افزایش قابل‌توجهی در ذخیره کربن در محدوده صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک می‌گردد؛ به‌گونه‌ای که هرچه درصد این بقایا افزایش پیدا کند، میزان افزایش کربن ذخیره‌ای در این محدوده بیش‌تر خواهد شد (۲۶). هم‌چنین براساس نتایج آزادبخت و همکاران (۲۰۱۸) کاربرد خاک‌پوش گندم و کلزا منجر به افزایش درصد کربن آلی در خاک شد (۳).

جمعیت میکروبی خاک: جمعیت میکروبی خاک پس از خاتمه رشد گیاهان پوششی و طی جریان تجزیه بقایای گیاهی خاک تحت‌تأثیر (۱٪ ≥ α) گیاهان پوششی قرار گرفت (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمارهای مختلف گیاهان پوششی نسبت به کنترل بدون گیاه پوششی جمعیت میکروبی خاک را ۹۱/۱ درصد افزایش داد. هم‌چنین کشت مخلوط چاودار + خلر+ ماشک گل‌خوشه‌ای مناسب‌ترین ترکیب برای افزایش فعالیت ریزجانداران خاک در این آزمایش بود (جدول ٤). احتمال می‌رود علت افزایش جمعیت در پایان رشد گیاهان پوششی، اختلاط بقایای گیاهی با خاک و فراهم شدن مواد غذایی لازم برای فعالیت ریزجانداران خاک بود. پژوهشگران نشان داده‌اند که کاربرد تناوب زراعی باعث افزایش تعداد و فعالیت جامعه میکروبی خاک می‌گردد و در تناوب زراعی بازگرداندن بقایای گیاهان مختلف به خاک باعث افزایش کربن آلی خاک شده و شرایط برای فعالیت جامعه میکروبی خاک بهبود می‌یابد (۲۷). هم‌چنین یافته‌های هوکس و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که وجود گیاهان لگومینوز مانند سویا در تناوب زراعی باعث فعالیت میکروبی خاک شد (۱۹). علاوه بر این در بررسی خصوصیات زیستی خاک در مراحل مختلف رشد گندم تحت‌تأثیر کود نیتروژن و بقایای گیاهی پژوهشگران نشان دادند که کاربرد توام کاه‌وکلش جو و کود سبز ماشک و هم‌چنین بقایای کلزا و کود سبز ماش منجر به افزایش زیست‌توده و تنفس میکروبی خاک گردید (۲۱).

کرم‌های خاکی: براساس نتایج تجزیه واریانس جمعیت کرم‌های خاکی تحت‌تأثیر (۱٪ ≥ α) تیمارهای مختلف گیاهان پوششی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد کرم‌های خاکی از تیمار تک‌کشتی چاودار و کم‌ترین تعداد از تیمار کنترل بدون گیاه پوششی به‌دست آمد. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌های کل ترکیب‌های گیاهان پوششی نسبت به کنترل بدون گیاه پوششی نشان داد که وجود بقایای گیاهان پوششی به‌طور متوسط ۸۰/۵ درصد منجر به افزایش تعداد کرم‌های خاکی شده است (جدول ٤). احتمال می‌رود افزایش تعداد کرم‌های خاکی به‌دلیل تولید زیست‌توده مناسب در خاک در اثر مصرف ترشحات گیاهی و هم‌چنین تأثیر بقایای گیاهی در تنظیم رطوبت و دمای محیط خاک به‌منظور بهبود شرایط فعالیت موجودات خاکزی از جمله کرم‌های خاکی باشد. در پژوهشی نتایج تناوب چاودار با ذرت- سویا نشان داد که جمعیت کرم‌های خاکی ۱/۲ برابر بیش‌تر و در مقایسه بین کرت‌های با زیست‌توده گیاهان پوششی بالا نسبت به تیمار بدون گیاهان پوششی جمعیت کرم‌های خاکی ۱/٤ برابر بیش‌تر گردید و هم‌چنین استفاده طولانی‌مدت گیاهان پوششی موجب بهبود ساختار خاک و افزایش جمعیت کرم‌های خاکی شد (۲۲). بلانکو- کانکوی و لال (۲۰۰۷) با مقایسه تیمارهای مختلف بقایای گیاهی گندم متوجه شدند که تعداد کرم‌های خاکی در حالت بدون بقایای گیاهی، صفر و در حالت به‌کارگیری ۸ تن بقایای گیاهی در هکتار، ۵۲ تا ۱۵۸ عدد در مترمربع و در حالت ۱٦ تن بقایای گیاهی در هکتار، ۵۸ تا ۲٦۷ عدد در مترمربع بود (۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مشخصات زیستی و فیزیکی خاک تحت‌تأثیر گیاهان پوششی.

Table 3. Results of analysis of variance for some biological and physical soil properties as affected by cover crops.

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean Squares					
		درصد ماده آلی Soil organic matter (%)	جمعیت میکروبی Soil microbial population	جرم مخصوص ظاهری Bulk density	زمان لازم برای نفوذ آب Infiltration time		
		خاتمه رشد At terminating	خاتمه رشد At terminating	خاتمه رشد At terminating	حین رشد living crops	خاتمه رشد At terminating	کرم‌های خاکی Earth worm number
بلوک Block	2	$1.42 \times 10^{-3\ ns}$	$2.51 \times 10^{10\ ns}$	$2 \times 10^{-4\ ns}$	0.48^{ns}	0.43^{ns}	0.79^{*}
گیاهان پوششی Cover crops	7	0.13^{**}	$1.89 \times 10^{9**}$	$1.50 \times 10^{-3\ *}$	65.58^{**}	69.78^{**}	2.37^{**}
اشتباه آزمایشی Error	14	5×10^{-4}	1.22×10^{11}	5×10^{-4}	2.53	0.65	0.12
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	2.06	19.48	2.18	11.64	10.24	22.93

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌داری می‌باشد.

**, * and ns significant at 1%, 5% and no significant differences.

www.SID.ir

Archive of SID

جرم مخصوص ظاهری خاک: بقایای گیاهی و باقی ماندن ریشه گیاهان پوششی در خاک در تیمارهای مختلف گیاهان پوششی تأثیر معنی‌داری ($\alpha \leq$ ۵٪) بر جرم مخصوص ظاهری خاک داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها پس از خاتمه رشد گیاهان پوششی و اختلاط بقایای گیاهی با خاک نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین جرم مخصوص ظاهری خاک به‌ترتیب مربوط به تیمار کنترل بدون گیاه پوششی (۱/۰۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب) و تیمار چاودار+ ماشک گل‌خوشه‌ای (۱/۰۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب) بود. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کشت مخلوط چاودار+ ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با تیمار کنترل بدون گیاه پوششی ٦/١٧ درصد جرم مخصوص ظاهری خاک را کاهش داد. احتمال می‌رود ریشه گسترده چاودار و ماشک گل‌خوشه‌ای در کشت مخلوط چاودار+ ماشک گل‌خوشه‌ای منجر به افزایش تخلخل خاک شده است. با توجه به رابطه معکوس درصد تخلخل و جرم مخصوص ظاهری خاک، تیمار کشت مخلوط چاودار+ ماشک گل‌خوشه‌ای تأثیر مناسب‌تری در کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک داشت. بو و همکاران (۲۰۱۲) کاهش معنی‌داری در تراکم خاک بعد از گیاهان پوششی زمستانه گزارش نمودند و علت آن را فعالیت‌های فیزیکی ریشه‌های قوی گیاهان پوششی در خاک بیان کردند (٦). نتایج بررسی‌های حمزه‌ئی و بوربور (٢٠١٤) نیز نشان داد که کشت گیاهان پوششی بر جرم مخصوص ظاهری خاک نسبت به شرایط بدون کشت گیاهان پوششی مؤثر بوده و کم‌ترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک به تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای و خلر به‌ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب نسبت به شرایط بدون کشت گیاه پوششی تعلق داشت (۱۷).

زمان لازم برای نفوذ آب به خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که زمان لازم برای نفوذ آب در خاک در بین بقایای گیاهی مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). استقرار گیاهان پوششی و اختلاط بقایای حاصل از این گیاهان در خاک نسبت به تیمار کنترل بدون گیاه پوششی منجر به افزایش سرعت نفوذ آب (به‌عبارت دیگر کاهش زمان لازم برای نفوذ آب) در خاک شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین زمان لازم برای نفوذ آب به خاک در حین رشد گیاهان پوششی به‌ترتیب مربوط به تیمار تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای ۸/۳۹ ثانیه و کنترل بدون گیاه پوششی ۲۱/۸۹ ثانیه بود. هم‌چنین پس از خاتمه رشد گیاهان پوششی کم‌ترین زمان لازم برای نفوذ آب به خاک به‌ترتیب از تیمار کشت مخلوط خلر+ چاودار ٤/٩٩ ثانیه و تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای ۵/۵۵ ثانیه بدون اختلاف معنی‌دار و بیش‌ترین زمان لازم برای نفوذ آب به خاک از تیمار کنترل بدون گیاه پوششی ۱۹/٦۰ ثانیه به‌دست آمد. در حین استقرار گیاهان پوششی تیمار تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با تیمار کنترل بدون گیاه پوششی ٦١/٦۵ درصد زمان لازم برای نفوذ آب به خاک را کاهش داد. همچنین تیمار کشت مخلوط خلر+ چاودار و تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای در خاتمه رشد گیاهان پوششی نسبت به تیمار کنترل بدون گیاه پوششی به‌ترتیب ٧٤/۵٢ و ٧١/٦٨ درصد زمان لازم برای نفوذ آب به خاک را کاهش داد. احتمال می‌رود ایجاد پوشش مناسب در سطح خاک به‌صورت یکنواخت در تیمار تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای در حین رشد گیاهان پوششی مانع از افزایش سرعت حرکت آب در سطح کرت شده بود. هم‌چنین ریشه گسترده در تک‌کشتی ماشک گل‌خوشه‌ای و کشت مخلوط چاودار+ خلر در خاک پس از خاتمه رشد و تجزیه سریع بقایای ماشک گل‌خوشه‌ای و خلر با توجه به نسبت کربن به نیتروژن موجود در بقولات باعث کاهش زمان لازم برای نفوذ آب به خاک شد. یافته‌های سایر پژوهشگران در رابطه با افزایش نفوذپذیری متأثر از خاک‌پوش به‌دلیل اثرات مفید آن بر ساختمان خاک و عمدتاً به‌علت جذب انرژی قطرات باران، کاهش متلاشی شدن ذرات خاک، جلوگیری از انسداد منافذ خاک و هم‌چنین افزایش ماده آلی و بهبود ساختمان خاک می‌باشد (۳۸ و ٤٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین زیست‌توده گیاهان پوششی و برخی از مشخصات زیستی و فیزیکی خاک.

Table 4. Comparison of the means biomass of cover crops and some biological and physical characteristics of the soil.

زمان لازم برای نفوذ آب Infiltration time		جرم مخصوص ظاهری Bulk density (gcm^{-3})	تعداد کرم‌های خاکی Earth worm Number	خاتمه رشد At terminating			ترکیب‌های گیاهان پوششی Cover crops mixture
خاتمه رشد At terminating (Sce.)	حین رشد living crops (Sce.)			جمعیت میکروبی خاک Soil microbial population (Number/g)	ماده آلی خاک (درصد) Organic matter soil (%)	زیست‌توده گیاهان پوششی Biomass cover crops (gm^{-2})	
4.99 ^{d}	8.84 ^{a}	1.04 ^{abc}	2.00 ^{bc}	1.23×10^{6} ^{c}	0.53 ^{ab}	231.43 ^{c}	چاودار + خلر Secale cereal+Lathyrus sativus
5.55 ^{d}	8.39 ^{d}	1.05 ^{abc}	0.66 ^{fg}	1.53×10^{6} ^{bc}	0.5 ^{c}	85.47 ^{e}	ماشک گل خوشه‌ای خالص Vicia villosa
5.93 ^{cd}	10.74 ^{cd}	1.04 ^{abc}	1.66 ^{cd}	2.10×10^{6} ^{ab}	0.52 ^{ab}	133.14 ^{d}	خلر خالص Lathyrus sativus
7.07 ^{bc}	11.39 ^{c}	1.02 ^{bc}	2.33 ^{b}	2.60×10^{6} ^{a}	0.53 ^{a}	236.13 ^{c}	چاودار+ ماشک گل خوشه‌ای + خلر Vicia villosa+Lathyrus sativus+secale cereal
7.70 ^{b}	16.71 ^{b}	1.06 ^{ab}	3.00 ^{a}	2.07×10^{6} ^{a}	0.50 ^{c}	530.59 ^{a}	چاودار خالص Secale cereal
7.00 ^{bc}	16.92 ^{b}	1.07 ^{a}	1.33 ^{de}	2.20×10^{6} ^{a}	0.52 ^{b}	91.59 ^{e}	ماشک گل خوشه‌ای+ خلر Vicia villosa+Lathyrus sativus
5.34 ^{d}	14.53 ^{b}	1.01 ^{c}	1.00 ^{ef}	2.47×10^{6} ^{a}	0.49 ^{c}	299.22 ^{b}	چاودار+ ماشک گل خوشه‌ای Vicia villosa+secale cereal
19.60 ^{a}	21.89 ^{a}	1.08 ^{a}	0.33 ^{g}	9.50×10^{5} ^{c}	0.48 ^{d}	-	شاهد Control
1.41	2.78	0.04	0.61	6.12×10^{5}	0.12	13.84	LSD (5%)

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column means with common alphabets are the same.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی تلفیق گیاهان پوششی به‌صورت خاک‌پوش زنده و مرده با تک‌کشتی، کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه در بهبود شرایط خاک مؤثر بود. اگرچه کاربرد گیاهان پوششی به‌صورت تک‌کشتی چاودار فقط در افزایش کرم‌های خاکی تأثیر داشت اما کشت‌های مخلوط سه‌گانه و دوگانه (خلر+ ماشک گل‌خوشه‌ای و چاودار+ ماشک گل‌خوشه‌ای) به دلایل مختلفی از جمله افزایش رقابت و سرعت رشد اولیه بیش‌تر، ایجاد تناسب مناسب از نظر نسبت کربن به نیتروژن، به‌منظور تجزیه سریع‌تر و تولید ماده آلی بیش‌تر در خاک، تأثیر عمده‌ای در بهبود برخی از شرایط خاک مانند افزایش جمعیت میکروبی و تنوع آن در خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و زمان لازم برای نفوذ آب نسبت به تیمار کنترل بدون گیاه پوششی برتری داشت. با توجه به یافته‌های این بررسی، حضور گیاهان پوششی چاودار، ماشک گل‌خوشه‌ای و خلر به‌صورت کشت مخلوط دوگانه و سه‌گانه الگوی مناسبی برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی و زیستی خاک در استان اردبیل می‌باشد.

منابع

1. Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. 2nd edition. John Wiley and Sons Inc. New York. 467p.
2. Arunachalam, K., DeoSingh, N., and Arunachalam, A. 2003. Decomposition of leguminous crop residues in a "jhum" cultivation system in Arunachal Pradesh. J. Plant Nutr. Soil Sci. 166: 731-736.
3. Azadbakht, A., Alebrahim, M.T., Mohammaddust Chamanabad, H.R., and Ghavidel, A. 2018. A Study of the effect of weed control methods for potatoes (*Solanum tuberosum* L.) on the biological parameters of soil. J. Agroecol. 8: 1. 15-30. (In Persian)
4. Ball, A.S. 2014. Cell Bacterial Culturing. (Ghavidel, A. and Najirad, S). published at Ardebil Jihad. (Translated In Persian)
5. Blanco-Canqui, H., and Lal, R. 2007. Soil and crop response to harvesting corn residues for biofuel production. J. Geoderma. 141: 355-362.
6. Bo, Z., Lixia, Y., Limei, G., Gong, C., Yuegao, H., Haiming, T., Chunfang, X., Xiaoping, X., Guangli, Y., Surya, N.A., and Zhaohai, Z. 2012. Performance of two winter cover crops and their impacts on soil properties and two subsequent rice crops in Dongting Lake Plain, Hunan, China. Soil and Tillage Research. 124: 95-101.
7. Chen, X., Cabrera, M.L., Zhang, L., Shi, Y., and Shen, S.M. 2003. Long-term decomposition of organic materials withdifferent carbon/nitrogen ratios. Communications in Soil Science and Plant Analysis. Plant Analysis. 34: 44-54.
8. Dane, J.H., and Topp, G.C. 2002. Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Method. Soil Sci. Soc. Amer. J. Inc. Madison, Wisconsin, USA.
9. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., and Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research 92: 1. 69-78.
10. Deurer, M., Grinev, D., Young, I., Clothier, B.E., and M¨uller, K. 2009. The impact of soil carbon management on soil macro pore structure: a comparison of two apple orchard systems in New Zealand. Europ. J. Soil Sci. 60: 945-955.
11. Don, A., Schumacher, J., and Freibauer, A. 2011. Impact of tropical land-use change on Soil organic carbon tocks-A Meta-Analysis. Global Change Biology. 17: 1658-1670. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02336.x
12. Elfstrand, S., Bath, B., and Martensson, A. 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. Appl. Soil Ecol. J. 36: 70-82.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Esfandiary Ekhlas, E., Nael, M., and Hamzei, J. 2018. The Effect of Integrated management of Conservation Tillage and Lathyrus sativus Cover Cropping on Cucurbita pepo Yield and Selected Soil Quality Indicators. Iran. J. Field Crop Res. 16: 2. 421-434. (In Persian)
14. Gomez, J., Sobrinho, T., Gir´aldez J., and Ferere, E. 2009. Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of southern Spain. Soil and Tillage Research. 102: 5-13.
15. Gupta, P.K. 2004. Soil, Plant, Water and fertilizer analysis. Agro bios. India.
16. Haghian, I., and Salari, A. 2018. Investigation of environmental factors controlling soil organic carbon in rangelands of arid regions (Case study: Yansi region of Gonabad). J. Water Soil Cons. 25: 3. 281-289. DOI: 10.22069/ jwsc.2018.14299.2903. (In Persian)
17. Hamzei, J., and Borbor, A. 2014. Effect of different soil tillage methods and cover crops on yield and yield components of corn and some soil characteristics. J. Agric. Know. Sust. Prod. 24: 3. 35-47. (In Persian)
18. Hesami, E., Jahan, M., Nassiri-Mahallati, M., and Farhoudi, R. 2018. Effects of plant residues in two types of soil texture on soil characteristics and corn (*Zea mays* L.) NS640 yield in a reduced -Tillage cropping system. Iran. J. Field Crop Res. 16: 1. 67-81. (In Persian)
19. Houx, J.H., Wiebold, W.J., and Fritschi, F.B. 2011. Long-term tillage and crop rotation determines the mineral nutrient distributions of some elements in a vertic epiaqualf. Soil and Tillage Research. 112: 27-35.
20. Karbalaei Khiavi, H., Fakhari, R., Alebrahim, M.T., and Sharifi Ziveh, P. 2016. The effect of winter rye (*Secale cereale* L.) as a cover crop on weed biomass, density and yield of forage maize (*Zea mays* L.). J. Agroecol. 7: 1. 140-154. (In Persian)
21. Khamadi, F., Mesgarbashi, M., Hosaibi, P., Enaiat, N., and Farzaneh, M. 2015. The effect of crop residue and nitrogen fertilizer levels on soil biological properties and nitrogen indices and redistribution of dry matter in wheat (*Triticum aestivum*). Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi). 109: 149-157. (In Persian)
22. Korucu, T., Shipitalo, M.J., and Kaspar, T.C. 2018. Rye cover crop increases earthworm populations and reduces losses of broadcast, fall-applied, fertilizers in surface runoff. Soil and Tillage Research. 180: 99-106. https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.004
23. Ladha, J., Khind, C., Gupta, R., Meelu, O., and Pasuquin, E. 2004. Long-term effects of organic inputs on yield and soil fertility in the Rice-Wheat rotation. Soil Sci. Soc. Amer. J. 68: 845-853.
24. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1-22. https://doi.org/10.1016/ j.geoderma.2004.01.032.
25. 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. In: BIO web of conferences, 37th world congress of Vine and Wine and 12th general assembly of the OIV. 3: 01008. November 2014.
26. Lou, X., Xu, M., Wang, W., Sun, X., and Zhao, K. 2010. Return rate of straw residue affects soil organic carbon sequestration by chemical fertilization. Soil and Tillage Research. 98: 287-291.
27. Lupwayi, N.Z., Brandt, S.A., Harker, K.N., O'Donovan, J.T., Clayton, G.W., and Turkington, T.K. 2010. Contrasting soil microbial responses to fertilizers and herbicides in a canol-barley rotation. Soil Biology Biochemistry. 42: 1997-2004.
28. Mackay, A.D., and Kladivk, E.J. 1985. Earthworms and rate of breakdown of soybean and maize residues in soil. Soil Biology Biochemistry. 17: 851-857.
29. Martiniello, P. 2011. Cereal–forage rotations effect on biochemical characteristics of topsoil and productivity of the crops in Mediterranean environment. Europ. J. Agron. 35: 4. 193-204.

www.SID.ir

Archive of SID

30.Mcdaniel, M.D., Tiemann, L.K., and Grandy, A.S. 2014. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. Ecological Applications. 24: 3. 560-70.
31.Meisinger, J., Hargrove, W., Mikkelsen, R., Williams, J., and Benson, V. 1991. Effects of cover crops on groundwater quality. P 57-68, In: Cover crops for clean water.
32.Moebius-Clune, B.N., Moebius-Clune, D.J., Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., Ristow, A.J., Van-Es, H., MThies, J.E., Shayler, H.A., McBride, M.B., Kurtz, K.S.M., Wolfe, D.W., and Abawi, G.S. 2016. Comprehensive Assessment of Soil Health – The Cornell Framework, Edition 3.2, Cornell University, Geneva, NY. http://www.css.cornell.edu/extension/soil-health/manual.pdf.
33.Olsen, SR., and Sommers, LE. 1982. Phosphorus. In: Page A.L. (ed), Methods of Soil Analysis, Agronomy. No. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties, 2nd ed., American Society Agronomy, Madison, Pp: 403-430.
34.Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Method of soil analysis (part 2: chemical and microbiological properties). American society of Agronomy, Madison, 1121p.
35.Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., Schumacher, J., and Gensior, A. 2011. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone-carbon response functions as a model approach. Global Change Biology. 17: 2415-2427. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02408.x.
36.Safari, A.A. 2004. Soil Biology Biochemistry. Aboalisina Univercity, 383p.
37.Sainju, U.M., Singh, B.P., Whitehead, W.F., and Wang, S. 2006. Carbon supply and storage in tilled and non-tilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization. J. Environ. Qual. 35: 1507-1517. https://doi.org/10.2134/jeq2005.0189.
38.Sale, P.J.M. 1966. Effect of petroleum mulch on seedling emergence, soil moisture and soil temperature. Experimental Horticulture. 14: 43-52.
39.Schmidt, R., Gravuer, K., Bossange, AV., Mitchell, J., and Scow, K .2018. Long-term use of cover crops and no-till shift soil microbial community life strategies in agricultural soil. J. Plos one. 13: 2. 1-19. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0192953.
40.Shamsaddin Saied, M., Ghanbari, A., Ramroudi, M., and Khezri, A. 2016. Effects of green manure management and fertilization treatments on the chemical and physical properties and fertility of soil. J. Water Soil Sci. (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 21: 1. 37-49. (In Persian)
41.Sharma, P., Singh, A., Singh Kahlon, C., Singh Brar, A., Dia, K.K., Robert L, M., and Steiner, R.L. 2018. The role of cover crops towards sustainable soil health and agriculture-a review paper. Amer. J. Plant Sci. 9: 1935-1951.
42.Smith, M.S., Frye, W.W., and Varco, J.J. 1987. Legume winter cover crops. P 95-139. In: Stewart, B.A., (Eds), Advances in Soil Science, Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4790-6_3.
43.Thuries, L., Pansu, M., Feller, C., Herrmann, J.C., and Remy, J.C. 2001, Kinetics of added organic matter decomposition in a Mediterranean sandy soil. Soil Biology Biochemistry. 33: 997-1010.
44.Walkley, A., and Black, I.A. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-38.
45.Willson, D., and Slocum, G. 2017. Understand cover crops, benefits and selection. www.king agri seeds.com.
46.Wilson, B.N., Slack, D.C., and Young, R.A. 1982. A comparison of three infiltration models. Transactions of the ASAE. 25: 349-356.
47.Zhang, G.S., Chan, K.Y., Oates, A., Heenan, D.P., and Huang, G.B. 2007. Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. Soil and Tillage Research. 92: 122-128.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 26(6), 2020
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.16172.3145

Investigating the short time effect of cover crops on biophysical properties of soil

***F. Ahmadnia[1], A. Ebadi[2], M. Hashemi[3] and A. Ghavidel[4]**

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili,
[2]Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili,
[3]Professor, Dept. of Plant and Soil Sciences/Crop Physiology, University of Massachusetts Amherst,
[4]Associate Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, University of Mohaghegh Ardabili
Received: 01.14.2019; Accepted: 07.08.2019

Abstract

Background and Objectives: Cover crops are a strategy for enhancing the soil health and quality in agricultural systems. The relationship between cover crops and soil biological activity is an important component of soil health. Cover crops affect many of the physical, chemical and biological properties of the soil through soil organic carbon. Additionally, they prevent the loss of soil nutrients by quickly growth and creating a suitable plant canopy on the soil surface. The aim of this study was comparing the effect of mono and mixed cropping of cover crops on soil physical and biological properties improvement on short term condition.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of cover crops on some physical and biological properties of the soil an experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at research farm of the University of Mohaghegh Ardabili in 2017. Experimental treatments were monoculture of rye (*Secale cereal*), chickling pea (*Lathyrus sativus* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa*) (100%) and their dual and triple intercropping with 50% and 33.3% seed proportions, respectively. The base of seed rate on rye, chickling pea and hairy vetch monoculture were 100, 25 and 25 $Kgha^{-1}$ respectively.

Results: The results showed that the highest biomass of cover crops (530 gm^{-2}) obtained from rye monoculture and the lowest biomass from hairy vetch monoculture and hairy vetch+ chickling pea (85.5 and 91.6 gm^{-2} respectively) intercropping at the terminating time of the cover crops. Also, the comparison of the means showed that the highest organic matter (0.53%) and soil microbial population (2600000 number per gram) were obtained from rye + chickling pea +hairy vetch intercropping. The soil organic matter (SOM) increased 11.3% by rye + chickling pea +hairy vetch intercropping relative to control (no cover crop). The highest number of earth worms belonged to rye monoculture treatments. On average, earthworms in all of cover crops treatments increased by 80.5% relative to control. Also, the intercropping of rye +hairy vetch caused the lowest bulk density (1.01 gcm^{-3}). The soil bulk density reduced 6.17% by rye + chickling pea relative to control. Cover crops decreased the time of water infiltration in the soil. The minimum time required for water infiltration on growing (8.39 Sec.) and terminating time of cover crops (4.99 Sec.) obtained by hairy vetch monoculture and rye + chickling pea intercropping.

Conclusion: Cover crops, whether mono cultured or mixed, improved soil physical and biological properties even in one growing season. Rye and hairy vetch were the most effective in dual and triple intercropping system.

Keywords: Cover crops biomass, Earthworms count, Organic matter, Soil health, Soil microbial population

* Corresponding Author; Email: fatemeh.ahmadnia1998@yahoo.com

www.SID.ir