نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال چهاردهم / شماره سوم / پاییز ۱۴۰۳/ مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۵۳ تا ۶۸

تأثیر کشت گیاهان پوششی به‌عنوان کود سبز به‌صورت خالص و مخلوط بر برخی ویژگی‌های خاک و کنترل علف‌های هرز در مزرعه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

بیژن آشنا[۱]، غلامرضا محمدی*[۲]، فرزاد مندنی[۲]، پردیس برومندان[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۳)

چکیده

کاشت گیاهان پوششی یکی از روش‌های جایگزین به‌منظور افزایش کیفیت و سلامت خاک و تولید محصول سالم با حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی است. این گیاهان از طریق رقابت و نیز تولید و رهاسازی مواد آللوپاتیک در محیط خاک، به‌عنوان ابزاری مناسب در سرکوب علف‌های هرز نیز به شمار می‌روند. بدین منظور پژوهش حاضر به‌منظور تأثیر کشت چند گونه گیاه پوششی به‌عنوان کود سبز به‌صورت خالص و مخلوط بر برخی ویژگی‌های خاک و کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. نتایج نشان داد که کشت گیاهان پوششی در مقایسه با تیمار شاهد موجب کاهش pH و افزایش کربن آلی خاک در مرحله قبل از کشت سیب‌زمینی شد، به‌طوری که کمترین pH (۷/۳۲) و بیشترین محتوای کربن آلی خاک (۱/۷۶ درصد) از تیمار جو خالص حاصل شد. همچنین قبل از کشت سیب‌زمینی تیمارهای ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو و ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر به‌ترتیب موجب افزایش ۳۸ و ۳۶ درصدی نیتروژن خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. در مرحله قبل و پس از برداشت سیب‌زمینی نیز کاربرد گیاهان پوششی موجب افزایش محتوای عناصر فسفر و پتاسیم خاک در مقایسه با شاهد شد. کاربرد گیاهان پوششی در هر دو مرحله ۲۰ و ۴۰ روز بعد از کشت سیب‌زمینی موجب کاهش تراکم علف‌های هرز شد و تیمار جو خالص تراکم علف‌های هرز را به‌ترتیب به میزان ۵۳/۲ و ۵۳/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. مشخص شد که بیشترین عملکرد غده مربوط به تیمارهای ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو و ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر بود که نسبت به تیمار شاهد به میزان ۷۱/۱ و ۵۹/۸ درصد افزایش داشت. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که از گیاهان پوششی می‌توان به‌عنوان ابزاری جهت بهبود ویژگی‌های خاک و کنترل علف‌های هرز مزرعه سیب‌زمینی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: pHخاک، کربن آلی خاک، عناصر خاک، یولاف وحشی، شیرین بیان

۱، ۲ و ۳. به ترتیب فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی، دانشیار و استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: gr_mohammadi@razi.ac.ir

مقدمه

در اکثر کشورهای در حال توسعه، در دسترس بودن زمین برای کشاورزی به‌دلیل کاربری‌های غیرکشاورزی کاهش یافته است. تحت این شرایط، اتخاذ سیستم‌های کشت با کارایی بالا ممکن است یک گزینه مناسب برای افزایش بهره‌وری کشاورزی و تولید باشد (۱۶). گیاهان پوششی نقش مهمی در تقویت کشاورزی پایدار و حمایت از خدمات اکوسیستم ایفا می‌کنند. این گیاهان معمولاً برای پوشش و بهبود خاک رشد داده می‌شوند و آن‌ها را می‌توان به‌عنوان کود سبز به خاک برگرداند (۳). تأثیر گیاهان پوششی بر مصرف آب و سلامت خاک به شرایط آب و هوایی، خواص خاک، زمان کاشت و برداشت گیاه پوششی و روش قرار دادن بقایای گیاه پوششی در خاک بستگی دارد (۲۶). گیاهان پوششی غیر بقولات عمدتاً برای حفظ مواد معدنی خاک و درنتیجه کاهش تلفات شستشوی نیتروژن کشت می‌شوند، درحالی که بقولات می‌توانند نیتروژن اتمسفری را تثبیت کنند، معمولاً غلظت نیتروژن بالاتر و نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تری دارند و پس از ادغام، نیتروژن بیشتری نسبت به غیر بقولات آزاد می‌کنند (۱۴). بنابراین، بقولات پتانسیل افزایش عملکرد محصولات بعدی را به میزان بیشتری نسبت به غیر بقولات دارند. از این رو، کشت مخلوط بقولات و گیاهان غیر بقولات به‌عنوان گیاهان پوششی یک استراتژی امیدوارکننده برای بهینه‌سازی خدمات اکوسیستمی است (۱۰). گیاهان پوششی می‌توانند علف‌های هرز را با رقابت برای نور، آب و مواد مغذی سرکوب یا با انتشار ترکیبات آللوپاتیک علف‌های هرز را مهار کنند. علاوه بر این، گیاهان پوششی اثرات مثبتی بر تولید گیاه دارند و به افزایش عملکرد محصول بعدی منجر می‌شوند (۲۴). گیاهان پوششی وارد شده به کشت گیاه اصلی با جلوگیری از جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه علف‌های هرز به کاهش آلودگی علف‌های هرز کمک می‌کند. بنابراین، آن‌ها رشد و نمو علف‌های هرز را محدود می‌کنند و تعداد بذر در بانک بذری علف‌های هرز خاک را کاهش می‌دهند (۱۳).

ماشک معمولی (*Vicia sativa*) متعلق به تیره بقولات و یک گونه شناخته شده است که به‌دلیل محتوای پروتئین بالا و ظرفیت زیاد برای تثبیت نیتروژن، به‌عنوان کود سبز در نظر گرفته می‌شود و در کشاورزی پایدار نقش مهمی ایفا می‌کند (۲۹). شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) می‌تواند علف‌های هرز را به ویژه در محیط‌های دارای نیتروژن محدود سرکوب کند، جایی که اغلب به‌دلیل توانایی خود در همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن به‌خوبی رشد و منابع را به‌طور مؤثرتری نسبت به گونه‌های علف‌های هرز غیر تثبیت کننده استخراج می‌کند (۲۷). جو (*Hordeum vulgare*) محصولی است که از نظر کل تولید غلات، بعد از گندم، برنج و ذرت رتبه چهارم را دارد. دلایل زیادی برای کشت گسترده جو وجود دارد. جو دارای سازگاری عالی با محیط‌های طبیعی است. جو می تواند طیف وسیعی از شرایط رشد را تحمل کند (۳۰). با توجه به افزایش فرسایش گسترده خاک، افزایش روزافزون مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها و اثرات مخرب آن‌ها بر محیط زیست و سلامت انسان، تولید محصولات کشاورزی با حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار و ارگانیک از مهم‌ترین اهداف بخش کشاورزی است. از آنجایی که گیاهان پوششی یکی از روش‌های جایگزین به‌منظور افزایش کیفیت و سلامت خاک و تولید محصول سالم با حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی هستند. بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور تأثیر کشت چندگونه گیاه پوششی به‌عنوان کود سبز شامل جو، شبدر و ماشک به‌صورت خالص و مخلوط بر برخی ویژگی‌های خاک و کنترل علف‌های هرزی که همزمان در مزرعه سیب زمینی رشد کرده بودند، انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۱۹ متر انجام شد. بر اساس

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه (سانتی‌متر)	pH	کربن‌آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	بافت خاک
۰–۳۰	۶/۷	۱	۰۹/۰	۱/۵	۳۱۲	۲/۶	۸/۴	۷۲/۱	۲۴/۱	سیلتی رسی

جدول ۲. مقدار بذر مصرف شده گیاهان پوششی(کیلوگرم در هکتار) برای هر یک از تیمارها

گیاه پوششی	مقدار بذر	مقدار بذر در کشت خالص	مقدار بذر در تیمار ۷۰ درصد	مقدار بذر در تیمار ۵۰ درصد	مقدار بذر در تیمار ۴۰ درصد	مقدار بذر در تیمار ۲۰ درصد	مقدار کل
ماشک	۶۰	۶۰	–	۳۰	۲۴	–	۱۱۴
شبدر	۲۰	۲۰	۱۴	۱۰	۸	–	۵۲
جو	۱۵۰	۱۵۰	۱۰۵	۷۵	–	۳۰	۳۶۰

طبقه‌بندی دمارتون، کرمانشاه دارای اقلیم سرد و نیمه‌خشک است. میانگین بارندگی بلندمدت ایستگاه هواشناسی کرمانشاه ۴۴۳/۶ میلی‌متراست که به طور معمول از نیمه دوم آبان ماه تا نیمه اول اردیبهشت ماه اتفاق می‌افتد. آزمایش مذکور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل گیاهان پوششی جو (*Hordeum vulgare*)، ماشک معمولی (*Vicia sativa*) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) به‌صورت خالص و مخلوط در ۱۰ سطح (T1: شاهد؛ T2: شبدر خالص؛ T3: جو خالص؛ T4: ماشک خالص؛ T5: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر؛ T6: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک؛ T7: ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر؛ T8: ۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر؛ T9: ۳۰ درصد ماشک +۷۰ درصد جو و T10: ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو) بودند که پس از برگرداندن آن‌ها به خاک، سیب‌زمینی رقم سانتا کشت شد. قبل از کشت گیاهان پوششی به‌منظور بررسی خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش، نمونه‌برداری تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش در زمینی که کشت قبلی آن گندم و بقایای کاه و کلش جمع آوری شده بود، انجام شد.

بذر گیاهان پوششی ماشک معمولی، شبدر ایرانی و جو رقم سرارود از مرکز تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه تهیه شد. به‌منظور کشت گیاهان پوششی، ابتدا در پاییز، زمین مورد نظر توسط گاوآهن شخم و سپس دیسک زده شد. سپس بذر همه گیاهان پوششی در کرت‌هایی به ابعاد ۷ متر در ۶ متر، با استفاده از فاروئر کشت شدند. مقدار بذر مصرفی در تیمارهای کشت خالص ماشک، شبدر و جو به‌ترتیب ۶۰، ۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود و در تیمارهای مخلوط بر اساس نسبت‌های تعیین شده مقادیر متفاوتی از بذر هر یک از گیاهان پوششی کشت شد (جدول ۲). در تاریخ ۳۰ اردیبهشت ماه (یک ماه پیش از کاشت سیب زمینی) و در مرحله‌ای که هنوز هیچ‌یک از گیاهان پوششی تشکیل بذر نداده بودند، با استفاده از دیسک بشقابی در دو مرحله (با فاصله زمانی یک هفته) به‌عنوان کود سبز در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری به خاک برگردانده شدند. یک ماه پس از برگرداندن گیاهان پوششی (۳۰ خردادماه)، با توجه به میزان دما و بارندگی (جدول ۳) و وضعیت رطوبت خاک با استفاده از فاروئر زمین آماده و اقدام به کشت سیب‌زمینی رقم سانتا شد. غده‌ها روی ردیف‌هایی با فاصله‌ی ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. یک روز بعد از کشت سیب‌زمینی اقدام به آبیاری مزرعه شد و زمان آبیاری‌های بعدی به‌طور منظم بصورت هفتگی تکرار شد. در نهایت ۴۰ روز

جدول ۳. مشخصات هواشناسی منطقه در طول مدت انجام آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱

سال	ماه	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)
۱۴۰۱	مهر	۲۰/۷	۰/۱
	آبان	۱۳	۲۰/۶
	آذر	۸	۹/۸
	دی	۲/۶	۸۰/۶
	بهمن	۲	۶۰/۷
	اسفند	۱۰۸	۵۸/۱
۱۴۰۲	فروردین	۱۸/۶	۱۵/۸
	اردیبهشت	۲۶/۵	۱۷/۶

بعد از کشت اقدام به خاک دهی پای بوته‌ها شد.

پس از برگرداندن بقایای گیاهان پوششی به خاک به منظور تعیین خصوصیات خاک در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ۱۴۰۲ اقدام به نمونه‌برداری از خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از هر تیمار شد، نمونه‌های خاک هر تیمار را مخلوط و یک نمونه جهت اندازه‌گیری و تعیین میزان پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کربن آلی و اسیدیته خاک به آزمایشگاه منتقل شدند. تمام نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا در معرض هوا خشک شد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. سپس میزان پتاسیم تبادلی به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و با کمک دستگاه فلیم فتومتر (۱۲)، میزان فسفر در عصاره خاک با روش اولسن (۲۱)، نیتروژن به روش کجلدال (۶)، کربن آلی به روش اکسیداسیون‌تر با دی‌کرومات پتاسیم (۲۸) و اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال تعیین شد. پس از برداشت سیب‌زمینی در تاریخ ۱۶ شهریور ۱۴۰۲ نیز مجدد نمونه‌برداری از خاک تیمارها انجام شد و جهت اندازه‌گیری عناصر ذکر شده نمونه های خاک هر تیمار به آزمایشگاه منتقل و لندازه‌گیری عناصر ذکر شده تکرار شد. در این بررسی، از هیچ نوع نهاده شیمیایی استفاده نشد و کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. به‌منظور بررسی جمعیت علف‌های هرز ۲۰ روز (مرحله اول همزمان با گلدهی سیب‌زمینی) و ۴۰ روز (مرحله دوم در زمان بلوغ سیب‌زمینی) بعد از کشت سیب‌زمینی اقدام به نمونه برداری از علف‌های هرز شد. بدین منظور کوادرات یک مترمربعی در هر کدام از تیمارها سه مرحله به‌صورت تصادفی قرار گرفت. سپس علف‌های هرز محصور شده در کوادرات به صورت دستی کف بر شدند. نمونه‌های علف‌های هرز جمع‌آوری شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و نوع علف‌های به تفکیک گونه شمارش و تراکم در سه کودرات محاسبه تا میانگین علف‌های هرز در هر تیمار مشخص شود. برای تعیین عملکرد غده سیب‌زمینی، در مرحله بلوغ کامل از هر کرت ۳ ردیف میانی به ابعاد ۲/۱ متر در ۲/۱ متر (سه ردیف ۷۰ سانتی‌متری و هفت بوته در هرردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر) نمونه‌برداری شدند. غده‌های برداشت شده پس از تمیز شدن، با ترازوی دیجیتال توزین و عملکرد در واحد سطح محاسبه شد. داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۳) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج وبحث

ویژگی‌های خاک

نتایج تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در هر دو مرحله نمونه‌برداری قبل و پس از کشت سیب‌زمینی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد

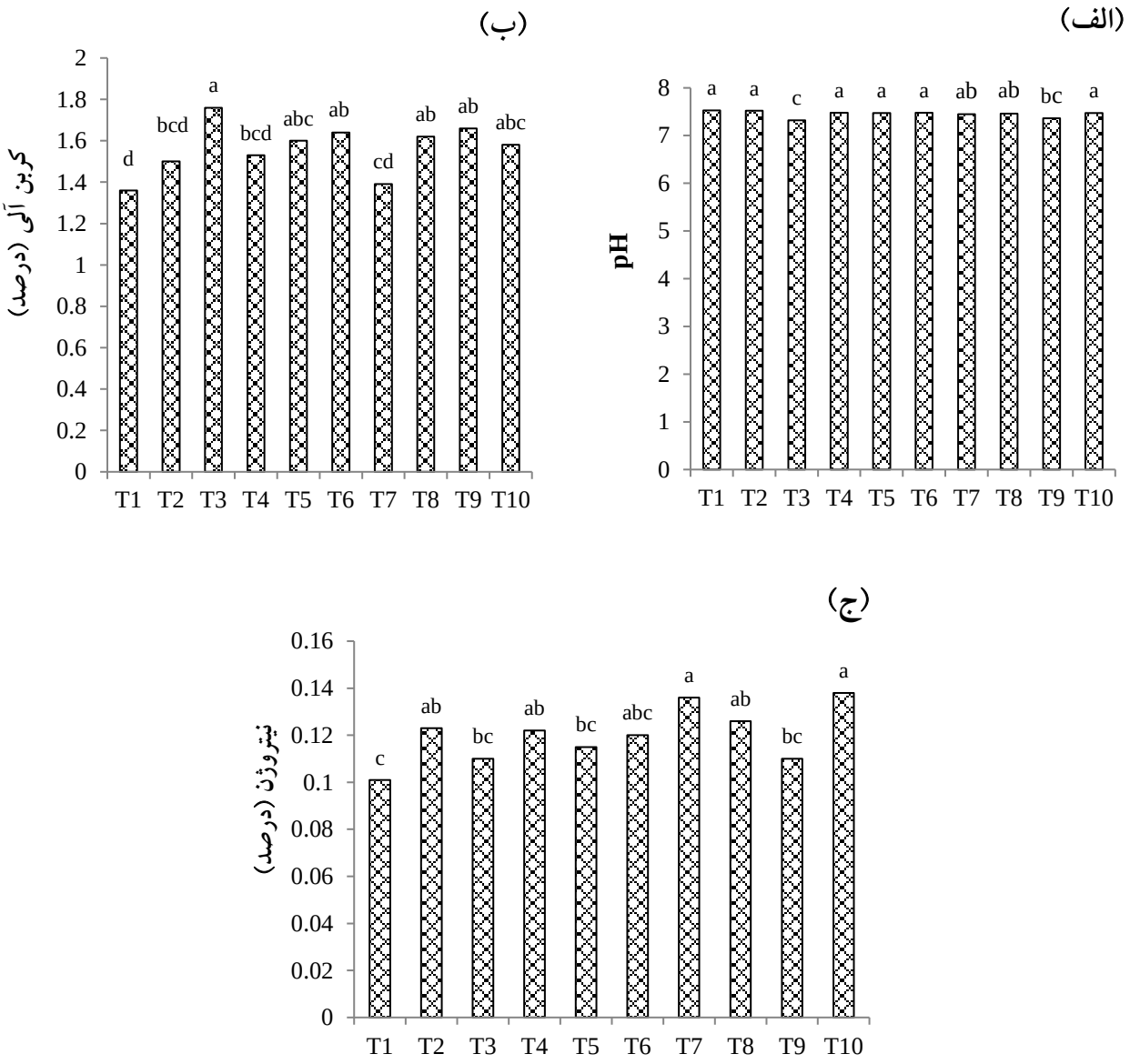
جدول ۴. تجزیه واریانس اثر گیاهان پوششی بر خصوصیات خاک مزرعه سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		قبل از کشت سیب‌زمینی					پس از برداشت سیب‌زمینی			
		pH	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	pH	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
بلوک	۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۵۲۰	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۷۰۳
گیاهان پوششی	۹	۰/۱*	۰/۰۴*	۰/۰۰*	۲۷/۶**	۴۸۹۸**	۰/۰۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰ ns	۱۰/۵**	۵۵۶۳**
خطا	۱۸	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۶	۹۸/۳	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۲۴	۲۸۰
ضریب تغییرات (٪)	–	۰/۸۱	۷/۶۸	۱۰/۲	۲/۲۰	۱/۵۵	۷/۶۸	۱۰/۰	۱۳/۲	۵/۰۰	۲/۸۲

ns، **و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد را نشان می‌دهد.

که pH، کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در مرحله اول نمونه‌برداری (قبل از کشت سیب‌زمینی) تحت تأثیر گیاهان پوششی قرارگرفت. همچنین اثر گیاهان پوششی بر میزان فسفر و پتاسیم خاک مزرعه سیب‌زمینی در مرحله دوم (پس از برداشت سیب‌زمینی) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما تاثیر معنی‌داری بر pH، کربن آلی و نیتروژن خاک در مرحله دوم نداشتند (جدول ۴). با توجه به نتایج مرحله اول، کشت گیاهان پوششی میزان pH را در مقایسه با شاهد کاهش داد. بیشترین pH از تیمارهای شاهد (۷/۵۳)، شبدر خالص (۷/۵۲)، ماشک خالص (۷/۴۸)، ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک (۷/۴۸)، ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر (۷/۴۷) و ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو (۷/۴۷) به‌دست آمد که البته اختلاف آماری معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. کمترین pH در تیمار جو خالص با میانگین ۷/۳۲ و در رتبه بعدی ۳۰ درصد ماشک +۷۰ درصد جو (۷/۳۶) ثبت شد (شکل ۱- الف). تغییر pH را می‌توان به‌دلیل افزایش ماده آلی خاک یا هوموس که حاوی گروه‌های کربوکسیل و فنول است و همانند یک اسید ضعیف عمل کرده و یون هیدروژن آزاد می‌کنند، توجیه نمود (۲۳). تغییرات pH توسط عوامل بسیاری از جمله ترکیب شیمیایی باقیمانده، فعالیت بیولوژیک، محتوای ماده آلی و بافت خاک کنترل می‌شود. کاهش pH ممکن است به‌دلیل تجمع ماده آلی حاصل از بقایای محصول و فرآیندهای اسیدی شدن در طی معدنی شدن بقایای گیاهی، ترشح ریشه و همچنین افزایش میزان الکترولیت‌ها باشد (۱۷). همچنین، کود سبز با بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و تأمین عناصر مورد نیاز ریزجلنداران، فعالیت میکروبی خاک را تشدید می‌کند. به دنبال آن، درنتیجه تشدید تنفس میکروبی در خاک، غلظت گاز CO_2 افزایش یافته و ممکن است موجب کاهش pH شود. از سوی دیگر، آزاد شدن ترکیبات آلی درنتیجه تجزیه کود سبز و زیست توده میکروبی و همچنین ترشح ترکیبات آلی توسط ریزجانداران می تواند pH خاک را کاهش دهد (۵).

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است کاربرد گیاهان پوششی سبب افزایش کربن آلی خاک نسبت به شرایط بدون کاربرد (شاهد) در مرحله اول (قبل از کاشت سیب زمینی) شد، به‌طوری که در تیمارهای کشت خالص جو خالص (۱/۷۶ درصد)، ۳۰ درصد ماشک +۷۰ درصد جو (۱/۶۶ درصد)،۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر (۱/۶۴ درصد)، ۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر (۱/۶۲ درصد)، ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد



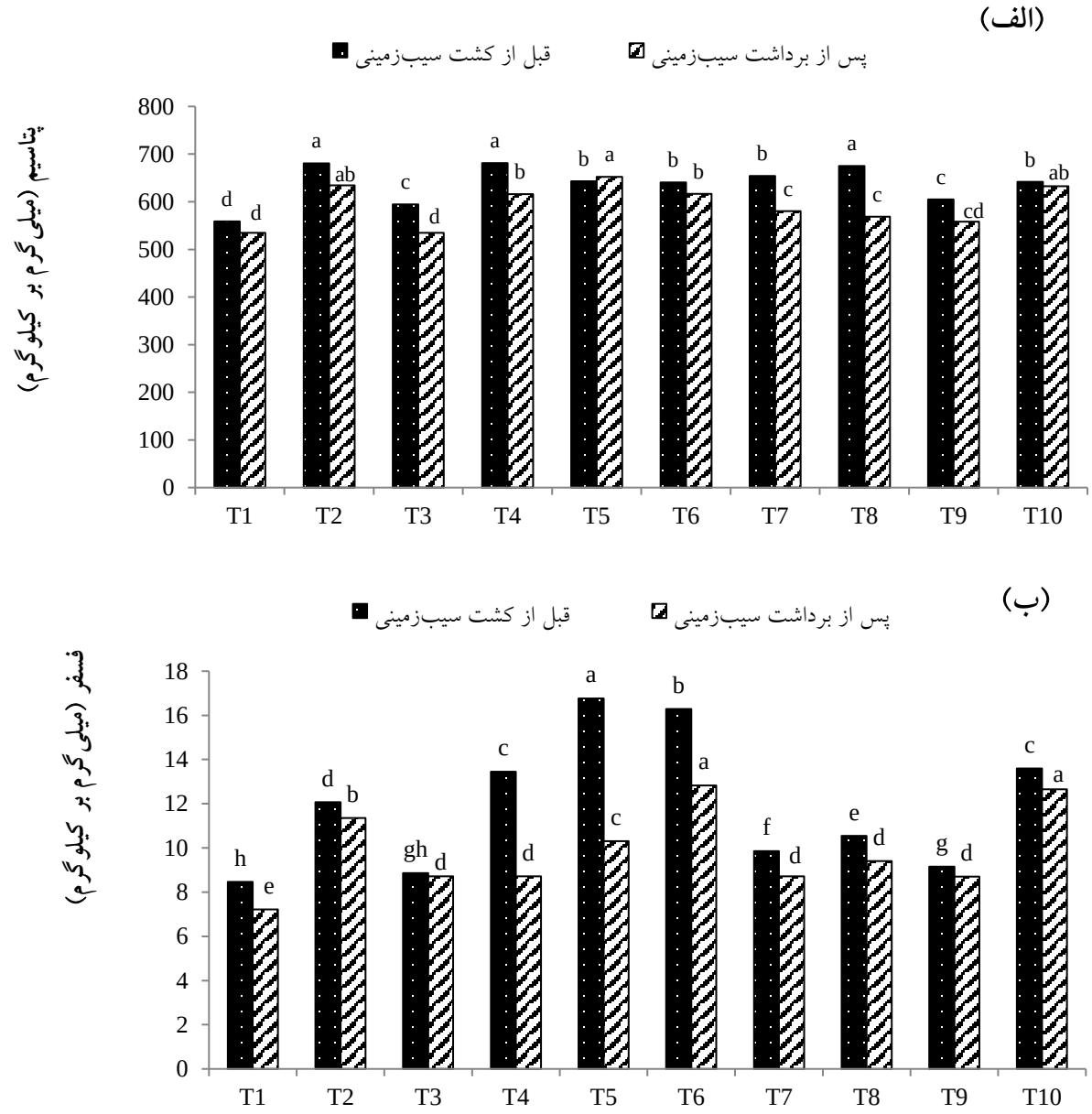
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر گیاهان پوششی بر pH (الف)، کربن آلی (ب) و نیتروژن خاک (ج) خاک قبل از کشت سیب‌زمینی. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. T1 : شاهد؛ T2: شبدر خالص؛ T3: جو خالص؛ T4: ماشک خالص؛ T5: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر؛ T6: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک؛ T7: ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر؛ T8: ۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر؛ T9: ۳۰ درصد ماشک +۷۰ درصد جو و T10: ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو.

ماشک (۱/۶۰ درصد) و ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو (۱/۵۸ درصد) کربن آلی خاک دارای بیشترین مقادیر بود. کمترین میزان نیز با میانگین ۱/۳۶ درصد در تیمار شاهد و ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر با میانگین ۱/۳۹ درصد به‌دست آمد که به‌ترتیب نسبت به جو خالص کاهشی ۲۲/۷ و ۲۱ درصدی را نشان داد (شکل ۱- ب). کربن آلی خاک بستر اصلی میکروارگانیسم‌های خاک است، بنابراین افزایش آن به‌طور جدی با بهبود زیست‌توده میکروبی و سایر خواص میکروبیولوژیک خاک مرتبط است (۹). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که گیاهان پوششی گراس، بیشتر از لگوم‌ها باعث افزایش

کربن آلی خاک می‌شوند (۱). مطالعات دیگر نشان داد که کربن آلی خاک بعد از گیاهان پوششی لگوم در مقایسه با گراس‌ها افزایش بیشتری داشت و کشت مخلوط این گیاهان اغلب بیشتر از کشت خالص آن‌ها موجب افزایش کربن آلی خاک می‌شود (۲۵). یکی از دلایل این نتایج نامتجانس ممکن است ناشی از تفاوت در زیست‌توده و نسبت کربن: نیتروژن (C:N) بین گونه‌های گیاهان پوششی باشد. گیاهان پوششی لگوم معمولاً نسبت C:N پایینی دارند، درحالی که گراس‌ها اغلب زیست توده بالاتر و نسبت C:N بالاتری نیز دارند (۱۱). کربن آلی یکی از مهم‌ترین خواصی است که برای بررسی اثر گیاهان پوششی بر حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود. گیاهان پوششی بیوماس هوایی و زیرزمینی به خاک اضافه می‌کنند که منجر به افزایش کربن آلی می‌شود. از طرفی، گیاهان پوششی ممکن است هدررفت کربن آلی خاک را با کاهش فرسایش خاک کاهش دهند (۳). علاوه بر این، استفاده از بقایای گیاهی حاوی حدود ۴۰ درصد کربن آلی، می‌تواند ویژگی‌های خاک را تنظیم کرده و از طریق تشکیل خاکدانه‌های بزرگ، پایداری خاک را بهبود بخشد. بازگشت بقایای محصول همچنین می‌تواند از هدر رفت کربن آلی خاک را کاهش دهد (۸).

بر اساس نتایج شکل ۱ (ج) همه تیمارهای پوششی موجب افزایش نیتروژن خاک نسبت به شاهد شدند. بیشترین نیتروژن خاک در نمونه‌برداری اول (قبل از کشت سیب‌زمینی) از تیمارهای ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو (۰/۱۴ درصد) و ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر (۰/۱۳ درصد) به‌دست آمد که به‌ترتیب افزایش ۳۸ و ۳۶ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشتند. کمترین میزان نیتروژن خاک با میانگین ۰/۱۰ درصد به تیمار شاهد اختصاص یافت. به‌علاوه، بین تیمارهای شبدر خالص، ماشک خالص، ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک،۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر، ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر و ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو از نظر میزان نیتروژن خاک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱- ج). نیتروژن برای تشکیل پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک ضروری است. نیتروژن موجود در بقایای گیاهی از طریق معدنی‌سازی و نیتریفیکاسیون به NH_4^+ و NO_3^- تبدیل می‌شود (۸). افزایش در دسترس بودن نیتروژن در خاک با استفاده از کود سبز ممکن است به‌دلیل افزایش گره‌زایی ریشه، آزادسازی مقدار بیشتری از ترکیبات نیتروژن توسط گره‌های ریشه در مراحل اولیه رشد محصول و تجزیه بعدی آن‌ها در مراحل بعدی باشد. همچنین این افزایش احتمالاً به‌دلیل افزایش ماده آلی از طریق بازگشت زیست توده گیاهان پوششی مخلوط در سیستم کشت باشد (۲۰). در مجموع، این نتایج نشان داد که گیاهان پوششی شبدر و ماشک به‌صورت خالص و مخلوط، نیتروژن خاک را به مراتب بیشتر افزایش دادند. این را می‌توان با ظرفیت گیاهان لگوم برای تثبیت نیتروژن در مقایسه با جو و درنتیجه کمتر وابسته بودن به مواد مغذی خاک، توضیح داد (۷). مخلوط گیاهان پوششی بقولات و غیر بقولات از غیرمتحرک شدن نیتروژن توسط گیاهان پوششی غیر بقولات جلوگیری می‌کند و درنتیجه به معدنی‌سازی سریعتر نیتروژن منجر می‌شود. بقولات با نسبت C/N پایین‌تر باعث افزایش ماده خشک تولیدی و جذب نیتروژن توسط محصولات زراعی بعدی در مقایسه با غلات می‌شوند (۲۵). در واقع، بافت‌ها گیاهان بقولات دارای محتوای نیتروژن بالایی هستند و در طی تجزیه مقادیر قابل‌توجهی نیتروژن آزاد می‌کنند که به سرعت توسط باکتری‌های خاک به شکل نیترات، اکسید می‌شود (۱۸). از سوی دیگر جو خالص موجب افزایش محتوای نیتروژن خاک قبل از کشت سیب‌زمینی شد. به‌نظر می‌رسد جو، اگرچه یک گونه غیر بقولات است، ممکن است در ایجاد یک حوضچه از نیتروژن آلی که می‌تواند به آرامی معدنی شود، کمک کند و نیتروژن موجود در گیاه را آزاد کند. همچنین حضور محصول پوششی ممکن است هدرروی نیتروژن از طریق آبشویی را کاهش دهد (۹).

بر اساس نتایج کاشت گیاهان پوششی قبل از کشت سیب‌زمینی موجب افزایش فسفر خاک نسبت به شاهد شد. در شرایط بدون کاربرد گیاهان پوششی (شاهد) میزان فسفر خاک



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر گیاهان پوششی بر میزان پتاسیم تبادلی (الف) و فسفر خاک (ب) قبل از کشت و پس از برداشت سیب‌زمینی. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. T1: شاهد؛ T2: شبدر خالص؛ T3: جو خالص؛ T4: ماشک خالص؛ T5: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر؛ T6: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک؛ T7: ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر؛ T8: ۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر؛ T9: ۳۰ درصد ماشک +۷۰ درصد جو و T10: ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو.

۸/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که اختلاف معنی‌داری با جو خالص نداشت. تیمار ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر بیشترین میزان فسفر خاک نسبت به سایر تیمارها را موجب شد (شکل ۲-الف) در مرحله بعد از برداشت سیب‌زمینی نیز کمترین میزان

فسفر (۷/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از تیمار شاهد به‌دست آمد و بالاترین میزان آن در تیمارهای ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک (۱۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو (۱۲/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. به‌طور کلی در کلیه تیمارها میزان فسفر خاک در نمونه برداری اول (قبل از کشت سیب‌زمینی) بیشتر از نمونه برداری دوم (بعد از برداشت سیب‌زمینی) بود (شکل ۲-الف) که این می‌تواند ناشی از مصرف فسفر توسط سیب‌زمینی در طول فصل رشد آن باشد. فسفر یک عنصر ضروری برای واکنش‌های انرژی و تقسیم سلولی است. فسفر موجود در بقایای گیاهی توسط میکروارگانیسم‌ها به HPO_4^{2-} و $H_2PO_4^-$ تجزیه می‌شود (۸). آنزیم فسفاتاز از جمله آنزیم‌های برون سلولی است که علاوه بر ریزجانداران از ریشه گیاهان نیز ترشح می‌شود. از این رو افزایش زیست توده گیاهی از طریق کاشت گیاهان پوششی نه تنها می‌تولند تولید این آنزیم را افزایش دهد، بلکه می‌تولند با افزایش جمعیت و تغییر ترکیب ریز جلنداران خاک فعالیت این آنزیم را در خاک افزایش دهد. به گونه‌ای که افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز، باعث تحریک معدنی شدن فسفر آلی شده و نهایتاً به افزایش فسفر فراهم در خاک می انجامد (۱۹). همچنین، کاهش pH خاک ممکن است فسفر قابل جذب گیاه در خاک را افزایش دهد، زیرا کانی غالب فسفر در خاک‌های خنثی و قلیایی، فسفات‌های کلسیم است و انحلال این ترکیبات با کاهش pH خاک افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، کربن آلی محلول خاک می‌تواند با کمپلکس کردن کلسیم، حل‌پذیری فسفات کلسیم خاک را افزایش دهد. همچنین، به‌علت وجود فسفر در بافت های کود سبز، با تجزیه کود سبز مقادیری فسفر وارد خاک می شود (۵).

ارزیابی اثر گیاهان پوششی بر میزان پتاسیم خاک نشان داد که کشت گیاهان پوششی میزان پتاسیم خاک را افزایش داد. به علاوه، کشت خالص دو گیاه ماشک و شبدر از تاثیر بیشتری بر افزایش میزان پتاسیم خاک نسبت به تیمارهای مخلوط و نیز جو خالص برخوردار بود، به‌طوری که بالاترین میزان پتاسیم خاک در مرحله قبل از کشت سیب‌زمینی در تیمارهای ماشک خالص (۶۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و شبدر خالص (۶۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) دیده شد. در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین میزان پتاسیم خاک در تیمار ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر (۶۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در رتبه های بعدی در تیمارهای شبدر خالص (۶۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو (۶۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد. در هر دو مرحله نمونه‌برداری، کمترین میزان پتاسیم خاک مربوط به تیمار شاهد (۵۵۸ و ۵۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سپس جو خالص (۵۹۴ و ۵۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. کشت سیب‌زمینی میزان پتاسیم خاک را کاهش داد، به گونه‌ای که در تمام تیمارهای آزمایشی میزان پتاسیم خاک مزرعه در مرحله پس از برداشت نسبت به قبل از کشت سیب‌زمینی کاهش نشان داد (شکل ۲- ب). در مطالعات قبلی گزارش شده است، یکی از راه‌های افزایش پتاسیم خاک افزودن بقایای گیاهی و آلی به خاک است، به‌دلیل حلالیت بالای یون‌های این عنصر، پتاسیم به راحتی از بافت‌های گیاهی مرده آزاد شده و سبب افزایش پتاسیم خاک می‌شود. همچنین مواد آلی می‌توانند به‌عنوان منبعی از مکان‌های تبادل کاتیونی(کلوییدها) در خاک، یون‌های پتاسیم را جذب نموده و مانع آبشویی این کاتیون از خاک شوند (۲۳). از سوی دیگر بقایای گیاهی منبع مهمی از مواد مغذی است و بازیافت آن می‌تولند مواد مغذی را آزاد کند، حاصلخیزی خاک را افزایش دهد و وابستگی به کودهای شیمیایی را کاهش دهد. بقایای گیاهی از طریق معدنی شدن عناصر غذایی، خاک را با مواد مغذی غنی می‌کند، تثبیت عناصر غذایی وغیر قابل دسترس شدن آن ها را کاهش می‌دهد و از دست دادن مواد غذایی از طریق رواناب و فرسایش خاک را به حداقل می‌رساند (۱۷).

فلور و تراکم علف‌های هرز

در این آزمایش گونه‌های علف هرز غالب در مزرعه آزمایشی طی مراحل مختلف شناسایی شد. بر اساس نتایج جدول ۵ فلور

جدول ۵. فلور علف‌های هرز مزرعه سیب‌زمینی

علف هرز	نام علمی	تراکم در مرحله اول گلدهی (بوته در مترمربع) سیب‌زمینی	تراکم در مرحله دوم بلوغ غده سیب‌زمینی (بوته در مترمربع)
یولاف وحشی	*Avena fatua*	۹۰/۳۴	۳۳/۴
خرفه	*Portulaca oleracea*	۹۰/۲۰	۹۷/۲
توق	*Xanthium strumarium*	۰۳/۲۲	۸۰/۲
شیرین بیان	*Glycyrrhiza glabra*	۵۳/۲۲	۸۰/۲
عروسک پشت پرده	*Physalis alkekengi*	۰	۶۳/۱
پنیرک	*Malva parviflora*	۱۷/۱۸	۹۷/۲
پیچک صحرایی	*Convolvulus arvensis*	۷۳/۲۰	۸۳/۲

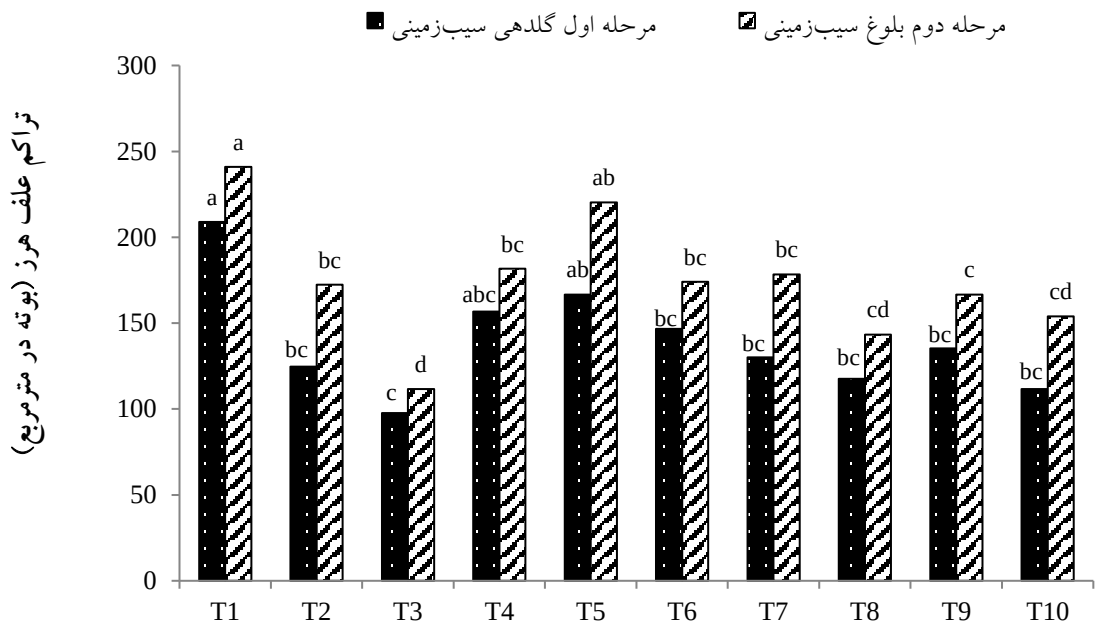
جدول ۶. تجزیه واریانس اثر گیاهان پوششی بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		مرحله اول گل دهی سیب زمینی	مرحله دوم بلوغ سیب زمینی
بلوک	۲	۵۱۵۰	۳۹۱۵۹
گیاهان پوششی	۹	۳۰۸۱*	۲۲۳۹۹۸**
خطا	۱۸	۱۲۳۱	۸۳۰
ضریب تغییرات (٪)	–	.۲۵/۱	۱۶/۵

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد را نشان می‌دهد.

علف‌های هرز موجود در مزرعه سیب‌زمینی شامل ۷ گونه بود. در بین مراحل مختلف، ۴۰ روز (مرحله دوم نمونه‌برداری) بعد از کشت سیب‌زمینی جمعیت گونه‌های علف هرز بیشتر از ۲۰ روز (مرحله اول نمونه‌برداری) بعد از کشت سیب‌زمینی بود.

طبق جدول ۶ اثر گیاهان پوششی در سطح احتمال پنج درصد بر تراکم علف‌های هرز در مرحله اول گلدهی سیب‌زمینی (۲۰ روز بعد از کشت سیب‌زمینی) و بر مرحله دوم بلوغ سیب‌زمینی (۴۰ روز بعد از کشت سیب‌زمینی) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). همان‌طور که در (شکل ۳) مشاهده می‌شود، در مرحله اول نمونه‌برداری کاربرد گیاهان پوششی تراکم علف‌های هرز را در مزرعه سیب‌زمینی نسبت به شاهد کاهش داد، به بیشترین تراکم با میانگین ۲۰۹ بوته در مترمربع تیمار برای کنترل علف‌های هرز در مزرعه سیب زمینی است. نتایج بررسی مقایسه میانگین در ۴۰ روز بعد از کشت سیب‌زمینی (بلوغ سیب‌زمینی) نیز بیانگر آن است که بیشترین تراکم علف‌های هرز با میزان ۲۴۱ بوته در مترمربع مربوط به شاهد بود. لازم به ذکر است که این تیمار با گیاهان پوششی ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر (۲۲۰ بوته در مترمربع) تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای به کار برده شده گیاه پوششی جو خالص و سپس کاربرد گیاهان پوششی ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو و ۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر موجب کاهش بیشتر تراکم علف‌های هرز نسبت به شاهد شدند. در سیب‌زمینی، تکثیر علف‌های هرز تعداد و اندازه غده‌ها را کاهش می‌دهد. علف‌های هرز با مربوط به شاهد بود. در رتبه بعد، بیشترین تراکم علف‌های هرز با کاربرد گیاهان پوششی۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر (۱۶۶ بوته در مترمربع) و ماشک



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر گیاهان پوششی بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است. T1: شاهد؛ T2: شبدر خالص؛ T3: جو خالص؛ T4: ماشک خالص؛ T5: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد شبدر؛ T6: ۵۰ درصد جو +۵۰ درصد ماشک؛ T7: ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر؛ T8: ۳۰ درصد جو +۷۰ درصد شبدر؛ T9: ۳۰ درصد ماشک +۷۰ درصد جو و T10: ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو.

خالص (۱۵۶ بوته در مترمربع) حاصل شد که تاثیر اندکی در کاهش تراکم علف‌های هرز داشتند. کمترین تعداد آن با میانگین ۹۷/۶ بوته در مترمربع در تیمار جو خالص دیده شد که که نشان‌دهنده کارایی بالاتر این کاهش منابع در دسترس برای محصول سیب‌زمینی و تداخل در رشد آن با آزادسازی آللوشیمیایی‌ها و پناه دادن به حشرات مضر و عوامل بیماری‌زا که عملکرد را کاهش می‌دهند (۲۲). وقتی سطح خاک توسط یک لایه پوشانده می‌شود، جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز عمدتاً به‌دلیل سایه‌اندازی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، خاک‌پوش‌های آلی ممکن است در طی تجزیه بقایای گیاهان پوششی، ترکیبات آللوپاتیکی را منتشر کرده باشند که بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز و استقرار آن‌ها تأثیر می‌گذارد (۱۵). چنین به‌نظر می‌رسد که کاشت گیاهان پوششی و برگرداندن بقایای آن‌ها به خاک با آزادسازی مواد دگرآسیبی به محیط خاک مانع رشد علف‌های هرز شده که این امر کاهش تراکم کل علف‌های هرز را موجب شده است (۲).

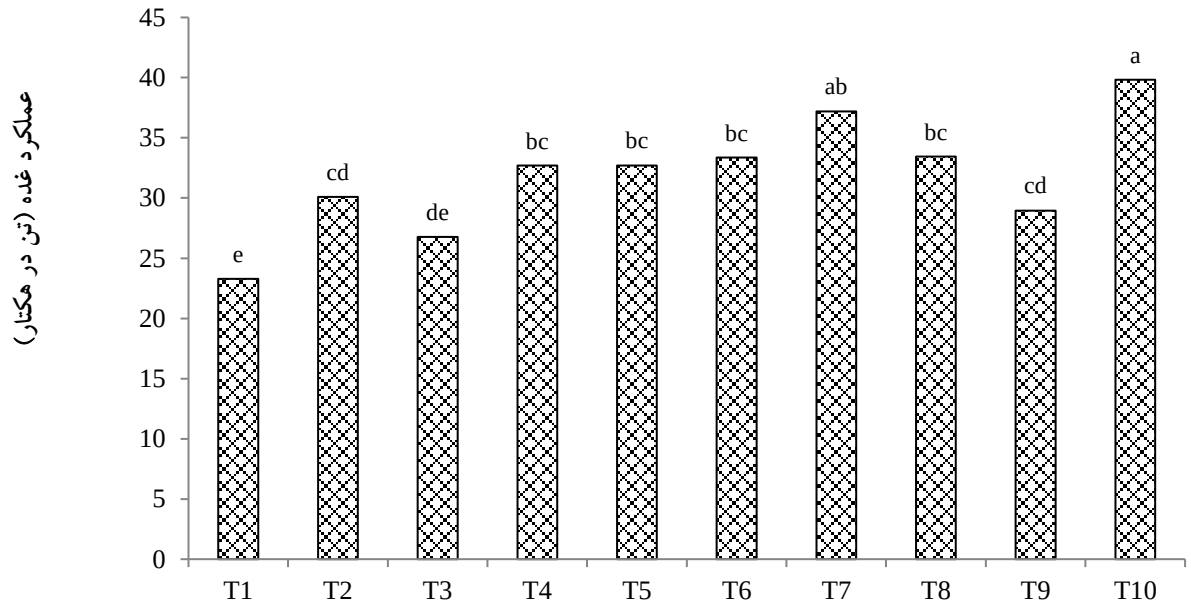
عملکرد غده سیب زمینی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که گیاهان پوششی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد نهایی غده بر اساس وزن‌تر داشتند (جدول ۷). بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، کلیه گیاهان پوششی در افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی نقش داشتند، به گونه‌ای که تیمار ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو بیشترین عملکرد غده (۳۹/۸ تن در هکتار) را داشت که البته تفاوت معنی‌داری با ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر نداشت. کمترین عملکرد غده (۲۳/۲ تن در هکتار) نیز مربوط به تیمار شاهد بود. در تیمارهای ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو

جدول ۷. تجزیه واریانس اثر گیاهان پوششی بر عملکرد غده سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد غده
بلوک	۲	۶۳/۹
گیاهان پوششی	۹	۷۰/۶۹**
خطا	۱۸	۷۴/۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۸۴/۶

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد را نشان می‌دهد.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر گیاهان پوششی بر عملکرد غده سیب‌زمینی

و ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد شبدر عملکرد غده نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب به میزان ۱۶/۵ و ۱۳/۹ تن در هکتار افزایش داشت (شکل ۴).

گیاهان پوششی از طریق کاهش میزان اتلاف آب در اثر تبخیر باعث افزایش نفوذ آب در خاک، توزیع مجدد رطوبت خاک و بنابراین تا حدودی با کاهش تنش آبی بر رشد و نمو محصول تأثیر مثبت می‌گذارند و وزن غده را افزایش می‌دهند (۴). همچنین، بقلیای این گیاهان پس از تجزیه، مواد مغذی را برای گیاهان فراهم می‌کنند. تغذیه بهتر گیاه سبب افزایش تقسیم سلولی بافت‌های گیاهی و سرعت فتوسنتز می‌شود که این در رشد محصول و وزن اندام زیرزمینی منعکس می‌شود (۳۱). کود سبز حاصل از گیاهان پوششی با افزایش ذخیره رطوبت و بهبود حاصلخیزی خاک سبب رشد بهتر گیاه و افزایش عملکرد می‌شود (۱۶). بنابراین، احتمال می‌رود کود سبز حاصل از گیاهان پوششی از طریق بهبود شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای خاک و سرکوب علف‌های هرز، منابع مورد نیاز را برای رشد سیب زمینی فراهم کرده و موجب افزایش عملکرد غده شده باشد.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده، ویژگی‌های خاک پیش از کشت سیب‌زمینی و پس از برداشت آن تحت تاثیر گیاهان پوششی قرار گرفت و گیاهان پوششی اثر مثبتی بر pH، محتوای کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک داشتند. بیشترین مقدار کربن آلی خاک در تیمار جو خالص (۱/۷۶ درصد) مشاهده شد که می‌تواند به بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن در این تیمار نسبت داده شود. علاوه بر آن، کمترین pH (۷/۳۲) نیز در این تیمار دیده شد. کمترین عملکرد غده سیب‌زمینی (۲۳/۲ تن در هکتار) در تیمار شاهد و بیشترین آن (۳۹/۸ تن در هکتار) در تیمار ۴۰ درصد شبدر +۴۰ درصد ماشک +۲۰ درصد جو به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۶/۵ تن در هکتار افزایش نشان داد. همانطور که انتظار می‌رفت، بیشترین مقدار نیتروژن خاک در تیمارهایی به‌دست آمد که در آن‌ها لگوم‌ها (شبدر و ماشک) حضور داشتند و افزایش قابل‌توجهی (حدود ۴۰ درصد) را در محتوای نیتروژن خاک در مقایسه با تیمار شاهد موجب شدند. کاشت گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های هرز مزرعه سیب‌زمینی تاثیر به‌سزایی داشت و در این مورد نیز جو خالص از کارایی بالاتری برخوردار بود، بدین ترتیب که تراکم علف‌های هرز را در هر دو مرحله گلدهی و بلوغ سیب‌زمینی به‌ترتیب به میزان ۵۳/۳ و ۵۳/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. این می‌تواند ناشی از سرکوب علف‌های هرز توسط این گیاه به‌دلیل تراکم بالای کشت و توانایی آن در تولید و رهاسازی مواد دگرآسیب در محیط خاک باشد که مانع از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز می‌شود. به‌طور کلی، کشت گیاهان پوششی سبب افزایش کربن آلی و عناصر غذایی و نیز کاهش pH خاک شد که خود به بهبود دسترسی گیاه اصلی به عناصر موجود در خاک کمک می‌کند و می‌تواند موجب کاهش قابل‌توجه مصرف کودهای شیمیایی شود و درنتیجه در راستای تولید پایدار و سالم محصولات غذایی نقش موثری ایفا نماید. بدیهی است که انتخاب گونه‌های مناسب گیاهان پوششی و یا ترکیبی از آن‌ها با توجه به شرایط محیطی هر منطقه و نیز اهداف مورد نظر از اهمیت زیادی برخوردار است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری دانشگاه رازی کرمانشاه جهت پشتیبانی‌های مالی و اجرایی این پایان‌نامه سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Abdalla, M., A. Hastings, K. Cheng, Q. Yue, D. Chadwick, M. Espenberg, J. Truu, R. M. Reesand, P. Smith. 2019. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global change biology* 25(8): 2530-2543.
2. Abdani, F., M. Farzaneh and M. Meskarbashee. 2019. The effect of cover crop rye, hairy vetch and residuals on weeds, yield and yield components of wheat. *Journal of Plant Ecophysiology* 10(35): 221-223. (In Farsi).
3. Adetunji, A. T., B. Ncube, R. Mulidzi and F. B. Lewu. 2020. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research* 204: 104717.
4. Ahmed, N. U., N. U. Mahmud, A. Hossain, A. U. Zaman and S. C. Halder. 2017. Performance of mulching on the yield and quality of potato. *International Journal of Natural and Social Sciences* 4(2): 7-13.
5. Azimzadeh, Y., H. Shariatmadari and M. Shirvani. 2016. Effect of green manure on pH, dissolved organic carbon and soil phosphorous availability with distance from roots of corn and canola. *Water and Soil Science* 25(1-4): 69-82. (In Farsi).
6. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods* 5: 1085-1121.
7. Büchi, L., M. Wendling, C. Amossé, M. Necpalova and R. Charles. 2018. Importance of cover crops in alleviating negative effects of reduced soil tillage and promoting soil fertility in a winter wheat cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 256: 92-104.
8. Fu, B., L. Chen, H. Huang, P. Qu and Z. Wei. 2021. Impacts of crop residues on soil health: A review. *Environmental Pollutants and Bioavailability* 33(1): 164-173.
9. Gattullo, C. E., G. N. Mezzapesa, A. M. Stellacci, G. Ferrara, G. Occhiogrosso, G. Petrelli, M. Castellini, and M.

Spagnuolo. 2020. Cover crop for a sustainable viticulture: Effects on soil properties and table grape production. *Agronomy* 10(9): 1334.
10. Hansen, V., L. V. Meilvang, J. Magid, K. Thorup-Kristensen and L. S. Jensen. 2023. Effect of soil fertility level on growth of cover crop mixtures and residual fertilizing value for spring barley. *European Journal of Agronomy* 145: 126796.
11. Jian, J., X. Du, M. S. Reiter and R. D. Stewart. 2020. A meta-analysis of global cropland soil carbon changes due to cover cropping. *Soil Biology and Biochemistry* 143: 107735.
12. Knudsen, D., G. A. Peterson and P. F. Pratt. 1983. Lithium, sodium, and potassium. Methods of soil analysis: Part 2 *Chemical and Microbiological Properties* 9: 225-246.
13. Kocira, A., M. Staniak, M. Tomaszewska, R. Kornas, J. Cymerman, K. Panasiewicz and H. Lipińska. 2020. Legume cover crops as one of the elements of strategic weed management and soil quality improvement. A review. *Agriculture* 10(9): 394.
14. Langelier, M., M. H. Chantigny, D. Pageau and A. Vanasse. 2021. Nitrogen-15 labelling and tracing techniques reveal cover crops transfer more fertilizer N to the soil reserve than to the subsequent crop. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 313: 107359.
15. Langeroodi, A. S., E. Radicetti and E. Campiglia. 2019. How cover crop residue management and herbicide rate affect weed management and yield of tomato (*Solanum lycopersicon* L.) crop. *Renewable Agriculture and Food Systems* 34(6): 492-500.
16. Lotfi, R. and M. Pessarakli. 2023. Effects of crop rotation and tillage on winter wheat growth and yield under cold dryland conditions. *Crops* 3(2): 88-100.
17. Mirzaei, M., M. Gorji Anari, E. Razavy-Toosi, H. Asadi, E. Moghiseh, N. Saronjic and J. Rodrigo-Comino. 2021. Preliminary effects of crop residue management on soil quality and crop production under different soil management regimes in corn-wheat rotation systems. *Agronomy* 11(2): 302.
18. Mohler, C. L., A. G. Taylor, A. DiTommaso, R. R. Hahn and R. R. Bellinder. 2018. Effects of incorporated rye and hairy vetch cover crop residue on the persistence of weed seeds in the soil. *Weed Science* 66(3): 379-385.
19. Nael, M., S. S. Salehi, J. Hamzei and M. Z. Baghche-Maryam. 2022. Three-year effects of conservation tillage and cover crop on selected soil quality indicators and corn yield components. *Journal of Water and Soil* 36(6): 773-785. (In Farsi).
20. Nagar, R. K., V. V. Goud, R. Kumar and R. Kumar. 2016. Effect of organic manures and crop residue management on physical, chemical and biological properties of soil under pigeonpea based intercropping system. *International Journal of Farm Sciences* 6(1): 101-113.
21. Olsen, S. R. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. DC: United States Department of Agriculture, Circ, Washington.
22. Ramírez, D. A., C. Silva-Díaz, J. Ninanya, M. Carbajal, M. J. Rinza, S. K. Kakraliya, M. Gatto and J. Kreuze. 2022. Potato zero-tillage and mulching is promising in achieving agronomic gain in Asia. *Agronomy* 12(7): 1494.
23. Ranjbar, T. G. and M. Nael. 2023. effects of spent mushroom substrates and alfalfa green manure on selected fertility indicators of soil quality and spinach's nutrients. *Water & Soil* 37(1): 63-75. (In Farsi).
24. Romdhane, S., A. Spor, H. Busset, L. Falchetto, J. Martin, F. Bizouard, D. Bru, M. C. Breuil, L. Philippot and S. Cordeau. 2019. Cover crop management practices rather than composition of cover crop mixtures affect bacterial communities in no-till agroecosystems. *Frontiers in microbiology* 10: 1618.
25. Sadra, S., G. Mohammadi and F. Mondani. 2023. Nitrogen release dynamics and carbon sequestration by legume and non-legume cover crops under pure and mixed planting conditions. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)* 69(1): 13-26.
26. Saleem, M., Z. H. Pervaiz, J. Contreras, J. H. Lindenberger, B. M. Hupp, D. Chen, Q. Zhang, C. Wang, J. Iqbal and P. Twigg. 2020. Cover crop diversity improves multiple soil properties via altering root architectural traits. *Rhizosphere* 16: 100248.
27. Taab, A., M. Khazaie, L. Andersson, G. Bergkvist and E. Radicetti. 2023. Ecological intensification using Persian clover to support weed management in winter wheat under semiarid conditions. *Crop Protection* 164: 106142.
28. Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science* 37(1): 29-38.
29. Wang, Q., C. Zhang, J. Li, X. Wu, Y. Long and Y. Su. 2021. Intercropping *Vicia sativa* L. improves the moisture, microbial community, enzyme activity and nutrient in rhizosphere soils of young kiwifruit plants and enhances plant growth. *Horticulturae* 7(10): 335.
30. Yang, X., J. Chen, Y. Ma, M. Huang, T. Qiu, H. Bian, N. Han and J. Wang. 2022. Function, mechanism, and application of plant melatonin: An update with a focus on the cereal crop, barley (*Hordeum vulgare* L.). *Antioxidants* 11(4): 634.
31. Yoldas, F., S. Ceylan and N. Mordogan. 2019. Residual effect of organic manure and recommended NPK fertilizer on yield and bulb performance of onion (*Allium cepa* L.): as second crop under greenhouse conditions. *Applied Ecology and Environmental Research* 18(1): 303-31.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 14, No. 3, Fall 2024, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Cover Crops Planted as Green Manure Pure and Mixed on Some Soil Properties and Weed Control in Potato (*Solanum tuberosum* L.)

B. Ashena[1], G. Mohammadi[2, *], F. Mondani[2] and P. Boroumandan[3]

2 and 3. M.Sc. Graduate of Agroecology, Associate Professor, and Assistant Professor, Respectively, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
*: Corresponding Author, Email:.gr_mohammadi@razi.ac.ir

(Received: March 08-2024; Accepted: June 02-2024)

Extended Abstract

Introduction

Fallowing, which is one of the common practices in Iran's cropping systems, brings negative consequences such as soil erosion and reduction of its fertility, leaching of nutrients and, as a result, groundwater pollution. In addition, this practice increases weed infestation in an environment free of competition. Planting cover crops is one of the alternative methods to increase the quality and health of the soil and produce a healthy crop with minimal use of chemical inputs. Through competition and production and release of allelopathic substances in the soil environment, these crops are also considered as a suitable tool in suppressing weeds. The present study was conducted in order to investigate the effect of planting several species of cover crops as pure and mixed green manures on some soil characteristics and weed control.

Materials and Methods

This experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with three replications in the Research Farm of Agriculture and Natural Resources Campus, Razi University, Kermanshah. Experimental treatments included cover crops of barley, common vetch and Persian clover in pure and mixed form at 10 levels: control (without cover crop), pure clover, pure barley, pure vetch, 50% barley + 50% clover, 50% barley +50 vetch, 50% vetch + 50% clover, 30% barley + 70% clover, 30% vetch + 70% barley, and 40% clover + 40% vetch + 20% barley. In order to cultivate cover crops, the land was first prepared by plowing and disk harrowing. Then, the seeds of cover crops were planted in plots of 7 × 6 m dimensions, using a furrower. The amount of seed used in the pure cultivation treatments of vetch, clover and barley was 60, 20 and 150 kg ha^{-1}, respectively, and in the mixed treatments, different amounts of the seeds of each cover crop were planted based on the above-mentioned ratios. On the 30th of May (one month before planting potato) and at the stage when none of the cover crops had entered seed production stage, they were incorporated into the soil as green manures in two stages (one week apart) and at a depth of 10 to 15 cm.

Results and Discussion

The results showed that the cultivation of cover crops caused a decrease in pH and an increase in soil organic carbon compared to the control treatment, so that the lowest pH (7.32) and the highest soil organic carbon content (1.76%) were obtained from the pure barley treatment. Also, treatments of 40% clover + 40% vetch + 20% barley and 50% vetch + 50% clover caused a 38% and 36% increase in soil nitrogen, respectively, compared to the control treatment. The use of cover crops increased the content of phosphorus and potassium macronutrients in the soil both before and after potato harvest, compared to the control. The use of cover crops reduced the density of weeds in 20 and 40 days after potato cultivation, and the pure barley treatment

reduced the density of weeds by 53 and 54%, respectively, compared to the control. The highest potato tuber yield was achieved under the treatments of 40% clover + 40% vetch + 20% barley and 50% vetch + 50% clover. The mentioned treatments increased the tuber yield by 71.09 and 59.79% compared to the control, respectively. The decrease in soil pH may be due to the accumulation of organic matter from crop residues and the acidification process during the mineralization of these residues, the increase in the amount of electrolytes, as well as the increase of microbial respiration and thereby the release of CO_2 (5, 18). The increase in soil nitrogen availability following the application of green manures may have stemmed from the increase in root nodulation, release of a larger amount of nitrogen compounds by root nodules in the early stages of crop growth and their subsequent decomposition in later stages. Also, the increased nitrogen is at least partly due to the increase of organic matter through the return of biomass of cover crops in the cropping system (21). Covering the soil surface by cover crops and hence shading reduces weed seed germination and their subsequent growth due to competition of cover crops. In addition, during the decomposition of cover crop residues, allelopathic compounds are released in the soil environment, which affects the germination of weed seeds and establishment of their seedlings (15). Green manures obtained from cover crops increases moisture storage and improves soil fertility, enhancing the growth and yield of the main crop (16).

Conclusions

The results showed that the cultivation of cover crops instead of fallow increased the amount of organic carbon and macronutrients, despite decreasing the soil pH, leading to improvement in the access of the main crop to the soil nutrients. Weed control was another advantage of planting these crops. In the present study, the planting of leguminous cover crops with non-leguminous plants had the satisfactory results.

Keywords

Soil pH, Soil organic carbon, Soil elements, Cyperus esculentus, Glycyrrhiza glabra