تأثیر مقادیر بقایای گندم و کود نیتروژن بر برخی ویژگی‌های خاک مزرعه در زراعت لوبیا

فرود صالحی [۱*]، محمدجعفر بحرانی [۲]، سید عبدالرضا کاظمینی [۲]، حسن پاک نیت [۲] و نجفعلی کریمیان [۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۸)

چکیده

بقایای گیاهی، مواد آلی مفیدی محسوب می‌شوند که می‌توانند تغییرات مهمی در ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی خاک ایجاد کرده و سبب افزایش یا پایداری عملکرد محصولات زراعی شوند. به منظور بررسی حفظ بقایای گیاهی و اختلاط آنها با خاک و کاربرد کود نیتروژن بر ویژگی‌های خاک در زراعت لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)، آزمایشی در تابستان ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت دو بار خرد شده با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه) انجام شد. فاکتور اصلی رقم لوبیای قرمز (لوبیا قرمز D81083 و قرمز صیاد)، فاکتور فرعی کود نیتروژن (صفر، ۳۴/۵، ۶۹ و ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و فاکتور فرعی فرعی بقایای گندم (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) بود. نتایج نشان داد که کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک با کاربرد بقایای گیاهی افزایش یافتند. استفاده از مقادیر زیاد بقایا (۷۵ درصد)، در ویژگی‌های فوق تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. بنابراین حفظ بقایای گیاهی می‌تواند به بهبود ویژگی‌های خاک کمک کند. بنابراین میزان مطلوب بقایای گیاهی برای کیفیت مناسب خاک، حفظ ۵۰ درصد بقایای گندم بود. کاربرد کود نیتروژن، باعث افزایش میزان نیتروژن و کاهش میزان فسفر و پتاسیم خاک شد، ولی تأثیری بر کربن آلی خاک نداشت.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، بقایای گندم، ویژگی‌های خاک

۱. به ترتیب دانشجوی سابق دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز و در حال حاضر مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

۲. استاد، استادیار و دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳. استاد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: foroud_salehi@yahoo.com

مقدمه

تاریخ سال‌های گذشته نشان داده که نقش غالب انسان تخلیه خاک برای تولید غذا و الیاف بوده است. با گذشت زمان و آغاز سکونت انسان، افزودن عناصر غذایی به انواع مختلف برای جبران کاهش حاصل‌خیزی و یا حفظ قدرت تولیدی آغاز شد. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در چهل تا پنجاه سال گذشته باعث کاهش استفاده از گیاهان پوششی و کودهای آلی شده است. این عملیات مدیریتی باعث کاهش ماده آلی خاک، افزایش فرسایش خاک و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است. در سال‌های اخیر، به جنبه‌های کیفی خاک و افزایش تولید گیاهان زراعی با استفاده از بقایای گیاهی، کودهای سبز و کودهای آلی دیگر به عنوان منابع تأمین کننده ماده آلی خاک و عناصر غذایی گیاهان توجه بسیاری شده است (۷).

به‌طور کلی، بقایای گیاهی قسمت‌هایی از گیاه هستند که پس از برداشت گیاه زراعی در مزرعه باقی می‌مانند (۱، ۷ و ۱۷). بقایای گیاهی می‌توانند با جایگزینی یا فراهم کردن عناصر غذایی در خاک، سبب حفظ قدرت باروری خاک، افزایش غلظت ماده آلی خاک، حفظ آب در خاک، کاهش تبخیر، تحریک فعالیت‌های میکروبی، افزایش دانه‌بندی، کاهش نوسانات دمایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و بهبود قدرت شخم‌پذیری خاک شوند. هم‌چنین می‌توانند با حفظ ساختمان خاک و در نتیجه کاهش فرسایش خاک، جذب (ایجاد کلات) با عناصر آلاینده و سایر مواد شیمیایی به‌کار رفته در کشاورزی، سبب کاهش منابع آلاینده، رواناب و آلودگی محیط شوند. هم‌چنین بقایای گیاهی می‌توانند با جذب کربن آلی و کاهش خروج دی‌اکسیدکربن و سایر گازهای گلخانه‌ای دیگر در متعادل نمودن اقلیم جهانی نیز نقش داشته باشند (۱، ۷ و ۱۷). افزودن مواد آلی به خاک از طریق بازگرداندن بقایای گیاهی با بهبود ساختمان خاک، بر آب، دما و هوای خاک تأثیر می‌گذارند و سبب کنترل روان‌آب و فرسایش شده و تسهیل خاک‌ورزی را آسان تر می‌شوند (۷ و ۱۹).

مدیریت بقایای گیاهی به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت خاک اثر می‌گذارد (۷). رولدان و همکاران نشان دادند که استفاده از سیستم کشاورزی بدون خاک‌ورزی همراه با مقادیر متوسط (۳۳%) بقایای گیاهی و کاشت گونه‌های بقولات به سرعت ویژگی‌های کیفی خاک را بهبود داد (۱۴). ازپینار و کی بیان کردند که سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته با افزایش ماده آلی و مقدار کل نیتروژن خاک باعث بهبود کیفیت خاک شد (۱۲). لوپزفاندو و پاردو نشان دادند که پ‌هاش، توزیع ماده آلی خاک، نیتروژن آلی و عناصر غذایی در نیم‌رخ خاک (۳۰-۰ سانتی‌متری) با روش‌های خاک‌ورزی تغییر کردند. ولی در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی، ماده آلی و نیتروژن در خاک سطحی تجمع یافتند و موجب بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک شدند (۸). شیلینگر و همکاران نشان دادند که پ‌هاش خاک در عمق ۵-۰ سانتی‌متری در تیمار سوزاندن بقایا و خاک‌ورزی در طول زمان کاهش یافت، در حالی که در سیستم بدون خاک‌ورزی افزایش یافت، ولی هدایت الکتریکی (EC) در تیمار سوزاندن بقایا و خاک‌ورزی به علت وجود کلسیم، پتاسیم و منیزیم در خاکستر بقایای گیاهی زیادتر بود و هم‌چنین ماده آلی خاک در سیستم بدون خاک‌ورزی افزایش یافت (۱۶). کاسپر و همکاران نشان دادند که کربن آلی، نیتروژن کل و نسبت نیتروژن به کربن به روش خاک‌ورزی وابسته است، به‌طوری‌که خاک‌ورزی حداقل اثر تخریبی کمتری بر ویژگی‌های خاک داشت. بنابراین این نوع خاک‌ورزی می‌تواند از پتانسیل خوبی برای کسب کربن و نیتروژن برخوردار باشد (۶). حذف بقایای گیاهی موجب کاهش ذخایر عناصر غذایی می‌شود، به‌طوری‌که در نواحی کمربند ذرت در ایالات متحده امریکا، حذف ۴۰% بقایا می‌تواند منجر به کاهش حدود ۲۰% ذخایر نیتروژن، ۱۴% فسفر و ۱۱۰% پتاسیم گردد (۱). کاهش عناصر غذایی خاک، نیاز بیشتر به مصرف کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و نیز کودهای دامی را ایجاب می‌نماید که این می‌تواند خطر آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را افزایش دهد (۱).

بقایای گیاهی برای بازچرخش ماده آلی خاک و عناصر غذایی ضروری هستند و حذف آنها باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک می‌شود (۱). حفظ بقایای گیاهی و سیستم بدون خاک‌ورزی، کیفیت خاک را بهبود داده و قدرت تولیدی آن را افزایش می‌دهند (۱۰). نشان داده شده است که بقایای گیاهی با بهبود ویژگی‌های خاک سبب در دسترس بودن بهتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان شده‌اند (۹). بقایای گیاهی غنی از کربن و نیتروژن هستند و بنابراین حذف آنها از مزرعه به خاک صدمه خواهد زد و ماده آلی خاک در مقایسه با حفظ بقایا کاهش خواهد یافت (۴). بقایای آلی می‌توانند جذب سطحی فسفر را کاهش داده و در نتیجه دسترسی به فسفر را برای گیاهان افزایش می‌دهند. بنابراین نیاز به افزودن کود فسفر در گیاه زراعی را کاهش می‌دهند. از طرف دیگر افزایش زیست توده میکروبی خاک در اثر بقایای گیاهی به انتقال بهتر فسفر در خاک کمک می‌کند (۵). مقادیر زیادی از عناصر غذایی با حذف بقایا از زمین خارج می‌شوند. مثلاً کل کربن و نیتروژن به ترتیب در بقایای ذرت (*Zea mays* L.) ۴۲ و ۱۰ گرم در کیلوگرم، فسفر ۹۹۳، پتاسیم ۵۰۵۶، کلسیم ۵۱۲۷، منیزیم ۲۳۸۶ و بور ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۱). دیبرت و اوتر گزارش کردند که سیستم بدون خاک‌ورزی باعث افزایش ماده آلی خاک، میزان فسفر، پتاسیم و روی شد، گرچه تأثیری بر پ‌هاش خاک نداشت (۳). وانگ و همکاران بیان کردند که سیستم بدون خاک‌ورزی با کاه و خاک‌ورزی معمولی با کاه آثار متفاوتی بر ویژگی‌های فیزیکی، مواد آلی، غلظت عناصر غذایی، زیست توده و فعالیت میکروبی خاک می‌گذارند. تداوم طولانی مدت خاک‌ورزی حفاظتی، ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، زیست توده میکروبی کربن‌دار و نیتروژن‌دار در خاک سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) را افزایش داد (۱۸).

در جنوب و مرکز ایران، بعد از برداشت گندم (*Triticum aestivum* L.) یا جو (*Hordeum vulgare* L.) اقدام به کشت دوم (تابستانه) محصولات زراعی مختلف مانند ذرت، لوبیا، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و غیره می‌کنند. مقادیر بقایای گیاهی حاصل از کشت گندم یا جو در کشت‌های آبی بسیار زیاد است، بنابراین کشاورزان برای آماده‌سازی سریع زمین اقدام به سوزاندن بقایای گیاهی می‌کنند. این کار علاوه بر آلودگی محیط زیست، مشکلاتی مانند هدرروی ماده آلی خاک و کاهش بلندمدت حاصل‌خیزی خاک را در پی دارد. از طرف دیگر عدم وجود وسایل مناسب جهت کاشت در درون بقایا و حجم زیاد بقایای گیاهی، مشکلات را دو چندان می‌نماید. کاهش میزان بقایای گیاهی می‌تواند در جلوگیری از سوزاندن آنها و بهتر شدن شرایط برای آماده‌سازی زمین کمک نماید. برای تجزیه بهتر بقایای گیاهی و جلوگیری از بی‌تحرکی نیتروژن خاک، نیتروژن می‌تواند به خاک افزوده شود. ترکیب مناسب نیتروژن و بقایای گیاهی می‌تواند علاوه بر جلوگیری از سوزاندن بقایا، باعث بهبود حاصل‌خیزی بلندمدت خاک و افزایش ماده آلی خاک و نیز پایداری رشد و عملکرد گیاهان زراعی شود. هدف این پژوهش ارزیابی اثر حفظ بقایای گیاهی و اختلاط آنها با خاک در جهت بهبود ویژگی‌های خاک، پایداری عملکرد و کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از سوزانیدن بقایای گیاهی می‌باشد. هم‌چنین، با توجه به این آزمایش، با تغییرات در میزان بقایای ورودی به خاک و افزودن نیتروژن به آنها، به بررسی میزان بقایای گیاهی و قابلیت فراهمی عناصر غذایی موجود در آنها پرداخته شد و مقدار کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در زراعت لوبیا قرمز نیز تعیین شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸در ایستگاه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (طول جغرافیایی ´۳۷ °۵۲ شرقی، عرض جغرافیایی ´۴۴ °۲۹ شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) اجرا گردید. فاکتور های این آزمایش عبارت بودند از: دو رقم لوبیا قرمز (D81083 و صیاد)، چهار سطح نیتروژن (۰، ۳۴/۵، ۶۹ و

۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و چهار سطح بقایای گندم (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد). نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است. بقایای گندم در زمان کاشت در زمین مورد نظر و در کرت‌های مربوطه به میزان محاسبه شده پخش و توسط دیسک با خاک مخلوط شدند. اوره به عنوان کود نیتروژن به صورت سرک (نیمی در ابتدای کاشت و بقیه در زمان شروع گل‌دهی) در کرت‌های آزمایشی استفاده شد. در طول فصل رشد مراقبت‌های زراعی لازم شامل مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری، دادن کود سرک و مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام شد. با توجه به آزمون خاک در ابتدای آزمایش، در طول مدت آزمایش هیچ‌گونه کود فسفر یا پتاسیم استفاده نشد. برداشت نهایی عملکرد دانه در سیزدهم مهر ماه هر سال انجام گرفت. اندازه‌گیری‌های خاک در هر سال شامل غلظت‌های نیتروژن با روش میکروکلدال (۲ و ۱۳)، کربن آلی خاک با روش واکلی و بلک (۱۱)، پتاسیم با روش استخراج با استات آمونیوم ۱ نرمال، پ‌هاش ۷ و قرائت با فلیم‌فتومتر (۱۳) و فسفر قابل جذب خاک با روش اولسن (۱۱ و ۱۳) در شروع و پس از اتمام آزمایش بود. سپس با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS (ویرایش ۹) (۱۵)، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته (جدول ۴ و ۵)، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفته و نمودارها با استفاده از برنامه‌های گرافیکی مناسب تهیه شدند.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده نشان داد که افزودن بقایای گندم به خاک در مقایسه با تیمار شاهد، سبب افزایش معنی‌دار میزان کربن آلی خاک در هر سال شد (جدول ۲). در سال اول تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای دارای بقایا نبود، ولی در سال دوم تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد بقایا از مقدار کربن آلی بیشتری برخوردار بودند. کمترین میزان کربن آلی خاک در زمان برداشت در هر دو سال مربوط به تیمار بدون بقایا بود. روند تغییرات کربن آلی در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با افزودن بقایا و کشت لوبیا با سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته، کربن آلی خاک روند افزایشی نشان داد، در حالی‌که در تیمار بدون بقایا ابتدا اندکی افزایش و سپس کاهش یافت. این افزایش موقتی احتمالاً می‌تواند مربوط به ایجاد تناوب زراعی با بقولات به جای کشت مداوم گندم باشد. ولی خارج کردن بقایا در نهایت باعث کاهش کربن آلی در تیمار فوق شد. نتایج کربن آلی در تیمارهای نیتروژن نشان داد که کود نیتروژن تفاوت معنی‌دار در کربن آلی خاک ایجاد نکرد (جدول ۳). گرچه تغییرات کربن آلی نشان می‌دهد که کربن آلی خاک روندی افزایشی داشته است (شکل ۲)، ولی این روند برای کلیه تیمارهای کودی مشابه بوده و علت احتمالی آن قرار گرفتن بقولات در تناوب تابستانه و عدم آیش بوده است. گرچه در تیمار بدون کود، کربن آلی کمتر بود، ولی تفاوت معنی‌دار نبود.

میزان فسفر قابل جذب نیز در تیمارهای بقایا در سال اول تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۲)، بیشترین و کمترین میزان فسفر قابل جذب به ترتیب مربوط به تیمار ۷۵ درصد بقایا و تیمار بدون بقایاست. در سال دوم نیز بیشترین میزان فسفر قابل جذب متعلق به تیمار ۷۵٪ بقایا بود که با بقیه تیمارها تفاوت داشت. تیمار بدون بقایا در هر دو سال کمترین میزان فسفر قابل جذب را نشان داد. روند کلی تغییرات فسفر کاهشی بود (شکل ۲)، که این امر به دلیل عدم کاربرد کود فسفر امری طبیعی است، هرچند این روند کاهشی در تیمار بدون بقایا شدیدتر می‌باشد. در سال اول به دلیل عدم تجزیه کامل بقایای گیاهی به کار رفته، شیب کاهش تغییرات تندتر از سال دوم بود. میزان فسفر قابل جذب نیز در اثر کاربرد تیمارهای نیتروژن در سال اول تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). با توجه به نتایج موجود در جدول ۳، کمترین میزان فسفر مربوط به تیمار ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن است که دلیل این امر به خروج بیشتر فسفر در اثر برداشت ماده خشک بیشتر در این تیمار مربوط می‌شود. در سال دوم میزان فسفر خاک، در تیمارهای نیتروژن دارای تفاوت نبودند.

افزودن بقایای گندم به خاک سبب افزایش میزان پتاسیم

جدول ۱. ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی قبل از اجرای تیمارها

ویژگی خاک	میزان
عمق خاک (سانتی‌متر)	۰-۳۰
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۵۲
پ‌هاش گل اشباع	۷/۸۵
کربن آلی (درصد)	۰/۷۶
نیتروژن (درصد)	۰/۰۸
فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۱/۸
پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۶۰۰
شن (درصد)	۲۲
سیلت (درصد)	۵۷
رس (درصد)	۲۱
بافت خاک	سیلتی لوم

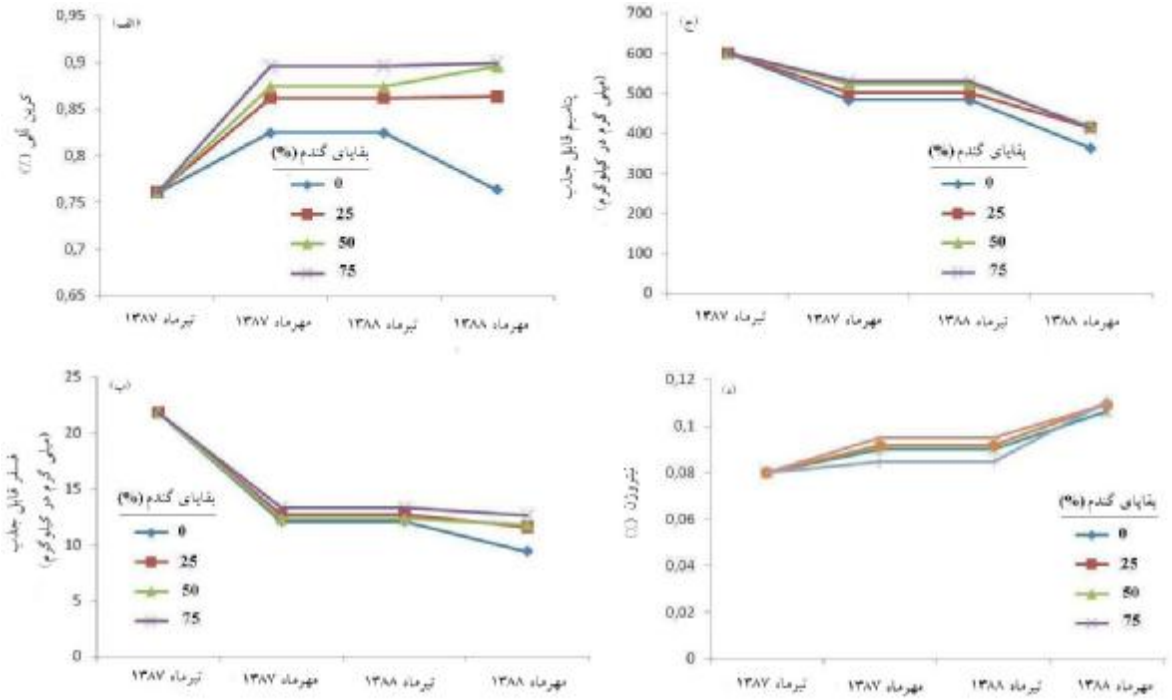
جدول ۲. تأثیر بقایای گندم بر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در دو سال آزمایش

بقایای گندم (درصد)	نیتروژن (درصد)		فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)		پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)		کربن آلی (درصد)	
	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸
۰	۰/۰۹۰^{AB}	۰/۱۰۶^{B}	۱۲/۱۱^{C}	۹/۳۸^{C}	۴۸۲/۵۰^{B}	۳۶۲/۸۳^{B}	۰/۸۲^{B}	۰/۷۶^{C}
۲۵	۰/۰۹۲^{A}	۰/۱۰۹^{AB}	۱۲/۷۴^{B}	۱۱/۵۹^{B}	۵۰۱/۰۰^{B}	۴۱۴/۶۳^{A}	۰/۸۶^{A}	۰/۸۶^{B}
۵۰	۰/۰۸۵^{B}	۰/۱۱۰^{A}	۱۲/۳۴^{C}	۱۱/۸۰^{B}	۵۲۱/۹۶^{A}	۴۱۸/۶۳^{A}	۰/۸۷^{A}	۰/۸۹^{A}
۷۵	۰/۰۹۵^{A}	۰/۱۰۹^{AB}	۱۳/۳۱^{A}	۱۲/۶۰^{A}	۵۲۹/۰۴^{A}	۴۱۱/۱۳^{A}	۰/۹۰^{A}	۰/۹۰^{A}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵%).

قابل جذب در هر سال گردید (جدول ۲)، به این صورت که بین تیمارهای ۷۵ درصد بقایا و ۵۰ درصد بقایا در سال اول و هم‌چنین بین تیمار بدون بقایا و ۲۵ درصد بقایا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در حالی که در سال دوم بین تیمارهای دارای بقایا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، ولی این تیمارها با تیمار بدون بقایا دارای تفاوت معنی‌دار بودند. تیمار بدون بقایا در هر دو سال دارای کمترین میزان پتاسیم قابل جذب در زمان برداشت بود. روند کلی تغییرات پتاسیم کاهشی بود (شکل ۱)، که این روند کاهشی در تیمار بدون بقایا شدیدتر بود. با افزودن کود نیتروژن در سال اول میزان پتاسیم در تیمار ۳۴/۵ کیلوگرم نیتروژن بیشتر بود، ولی در سال دوم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نبود (جدول ۳).

روند تغییرات نیتروژن خاک در سال اول نامنظم بود، گرچه بیشترین میزان نیتروژن خاک مربوط به تیمار ۷۵ درصد بقایا می‌باشد (جدول ۲) ولی بین این تیمار با تیمارهای بدون بقایا و ۲۵ درصد بقایا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، در حالی‌که تفاوت تیمار مذکور با تیمار ۵۰ درصد بقایا دارای کمترین میزان نیتروژن، معنی‌دار بود. در سال دوم تیمار ۵۰% بقایا دارای بیشترین میزان نیتروژن بود که با تیمار بدون بقایا تفاوت معنی‌دار داشت ولی با بقیه تیمارهای دارای بقایا تفاوت معنی‌دار



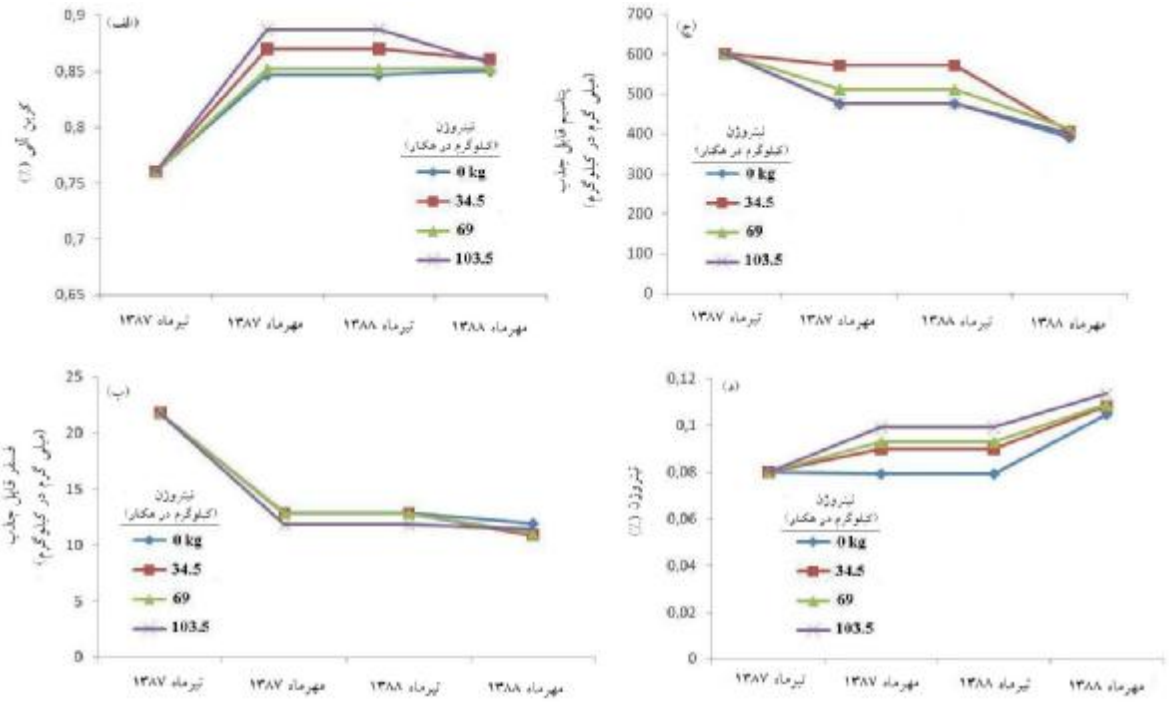
شکل ۱. روند تغییرات کربن آلی (الف)، فسفر (ب)، پتاسیم (ج) و نیتروژن (د) خاک از تیرماه ۱۳۸۷ لغایت مهرماه ۱۳۸۸ در تیمارهای بقایای گندم

جدول ۳. تأثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن بر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در دو سال آزمایش

کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن خاک (درصد)		فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)		پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)		کربن آلی (درصد)	
	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸
صفر	۰/۰۷۹^{B}	۰/۱۰۵^{B}	۱۲/۹۴^{A}	۱۱/۹۴^{A}	۴۷۴/۹^{B}	۳۹۰/۲^{A}	۰/۸۴^{A}	۰/۸۵^{A}
۳۴/۵	۰/۰۹۰^{A}	۰/۱۰۸^{B}	۱۲/۸۳^{A}	۱۰/۹۰^{A}	۵۷۱/۲^{A}	۴۰۴/۹^{A}	۰/۸۷^{A}	۰/۸۶^{A}
۶۹	۰/۰۹۳^{A}	۰/۱۰۹^{AB}	۱۲/۸۵^{A}	۱۱/۱۰^{A}	۵۱۱/۵^{B}	۴۱۱/۳^{A}	۰/۸۵^{A}	۰/۸۵^{A}
۱۰۳/۵	۰/۰۹۹^{A}	۰/۱۱۳^{A}	۱۱/۸۷^{B}	۱۱/۴۲^{A}	۴۷۷/۰^{B}	۴۰۰/۲^{A}	۰/۸۹^{A}	۰/۸۶^{A}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵%).

نداشت. تغییرات نیتروژن به دلیل استفاده از یک گیاه تثبیت کننده نیتروژن، استفاده از بقایای گیاهی و نیز کاربرد کود نیتروژن دارای روند افزایشی بود (شکل ۱). ولی با این وجود نیز تیمار بدون بقایا دارای کمترین میزان نیتروژن در پایان هر فصل زراعی و برداشت لوبیا بود. تیمارهای نیتروژن در هر دو سال تفاوت معنی‌داری در میزان نیتروژن خاک در زمان برداشت ایجاد کردند (جدول ۳). افزایش مصرف کود نیتروژن سبب افزایش میزان نیتروژن خاک در زمان برداشت شد. لوبیا گیاه زراعی دارای توان تثبیت نیتروژن است، از اینرو پس از برداشت این گیاه، مقداری نیتروژن در خاک باقی می‌ماند. روند



شکل ۲. روند تغییرات کربن آلی (الف)، فسفر (ب)، پتاسیم (ج) و نیتروژن (د) خاک از تیرماه ۱۳۸۷ لغایت مهرماه ۱۳۸۸ در تیمارهای کود نیتروژن

تغییرات نیتروژن، افزایشی بودن آن در تیمارهای نیتروژن را نشان داد (شکل ۲) که به دلیل استفاده از گیاه تثبیت کننده نیتروژن و کود نیتروژن بود. ولی با این حال تیمار بدون کود نیتروژن دارای کمترین میزان نیتروژن در پایان هر فصل زراعی و برداشت لوبیا بود.

ویژگی‌های خاک (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی) در بین تیمارهای مختلف بقایای گندم تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۲). ازپینار و کی افزایش ماده آلی خاک و نیتروژن در اثر بقایای گیاهی را گزارش کردند (۱۲). لوپزفاندو و پاردو تجمع نیتروژن در لایه سطحی خاک در سیستم‌های زراعی کاهش یافته را گزارش نمودند (۸). افزایش فسفر، پتاسیم، نیتروژن و ماده آلی خاک در اثر بقایای گیاهی در مطالعات دیبرت و اوتر و وانگ و همکاران نیز گزارش شده است (۳ و ۱۸). یکی از عوامل محدود کننده در اکثر خاک‌ها فعالیت میکروبی است. موجودات ریز تجزیه کننده خاک، کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم و غیره مورد نیاز خود را از فرم‌های در دسترس این عناصر موجود در خود خاک و مواد آلی اضافه شده به خاک فراهم می‌کنند. بنابراین با افزودن بقایای گیاهی به خاک، میکروب‌های خاک اقدام به تجزیه بقایای گیاهی می‌کنند. گزارش شده است که افزایش مواد آلی به خاک سبب افزایش نیتروژن خاک می‌شود (۵). وودز و همکاران گزارش کردند که کاربرد مواد گیاهی حاوی یون آمونیوم باعث افزایش فعالیت میکروبی، جمعیت میکروبی و معدنی‌شدن نیتروژن می‌شود (۲۰). تأثیر افزودن بقایای گیاهی بر میزان ماده آلی و نیتروژن خاک به مقدار بقایای گیاهی افزوده شده، محیط و طول مدت حضور آنها وابسته است (۷). بدین صورت که در محیط‌های گرم، تجزیه سریع بقایا در کوتاه مدت منجر به افزایش کم یا عدم تغییر مقدار ماده آلی می‌شود، در حالی که در بلند مدت سبب افزایش نیتروژن و ماده آلی خاک می‌شود. در مورد فسفر

جدول ۴. تجزیه واریانس نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی خاک در سال ۱۳۸۷

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S.)			
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کربن آلی
تکرار	۲	۰/۰۰۰۲۸ns	۰/۰۷۲۹ns	۶۵۷۳/۴ns	۰/۰۱۱ns
رقم	۱	۰/۰۰۰۰۸ns	۲/۱۰ns	۲۱۱۱۲۵/۰ns	۰/۱۳۹*
خطای a	۲	۰/۰۰۰۰۶۵	۰/۲۳۳	۱۲۷۸۰/۲۰	۰/۰۰۷۴
نیتروژن	۳	۰/۰۰۱۶۸**	۶/۰۸۵**	۴۸۴۶۸/۱۴**	۰/۰۰۸ns
نیتروژن × رقم	۳	۰/۰۰۰۵ns	۴/۸۱۴**	۱۸۷۷۶/۵۷*	۰/۰۳۹۶*
خطای b	۱۲	۰/۰۰۰۱۹۴	۰/۱۴۷	۵۱۰۹/۰۵	۰/۰۰۸۳
بقایای گندم	۳	۰/۰۰۰۴۵*	۶/۶۳۳**	۱۰۶۸۲/۱۹**	۰/۰۲۱۳**
بقایا × رقم	۳	۰/۰۰۰۱۸ns	۱/۸۹۷**	۱۵۲/۵۷ns	۰/۰۱۳۸**
بقایا × نیتروژن	۹	۰/۰۰۰۰۷ns	۲/۴۲۱**	۶۳۷۲/۲۴**	۰/۰۱۱۷**
بقایا × نیتروژن × رقم	۹	۰/۰۰۰۲۵*	۰/۸۴۳*	۴۹۶۱/۲۸**	۰/۰۱۵۳**
خطای c	۴۸	۰/۰۰۰۱۱	۰/۳۶۲	۱۲۶۴/۳۲	۰/۰۰۳۱۷
کل	۹۵				
درصد تغییرات		۱۱/۶۴	۴/۷۶	۶/۹۹	۶/۵۱

*، ** و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد آزمون F و عدم معنی‌دار در سطوح فوق

جدول ۵. تجزیه واریانس نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی خاک در سال ۱۳۸۸

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S.)			
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کربن آلی
تکرار	۲	۰/۰۰۰۱۹ns	۱/۶۶ns	۲۶۸۰/۶ns	۰/۰۰۳۲ns
رقم	۱	۰/۰۰۰۰۱۹ns	۵۷/۶۸ns	۴۸۱/۵ns	۰/۰۴۴*
خطای a	۲	۰/۰۰۰۰۳	۱۱/۶۲	۷۷۱/۰۱	۰/۰۰۰۹۲
نیتروژن	۳	۰/۰۰۰۳۲*	۴/۹۲ns	۱۸۸۸/۵۴ns	۰/۰۰۰۴۸ns
نیتروژن× رقم	۳	۰/۰۰۰۱۹ns	۵/۸۹ns	۳۱۲/۶۲ns	۰/۰۰۵۸ns
خطای b	۱۲	۰/۰۰۰۰۵۷	۳/۰۲۸	۱۶۱۸/۲۳	۰/۰۰۳۷
بقایای گندم	۳	۰/۰۰۰۰۶۸ns	۴۵/۸۷**	۱۶۴۲۳/۳۴**	۰/۰۹۶۴**
بقایا× رقم	۳	۰/۰۰۰۰۴۲ns	۲/۵۰۱ns	۲۴۰۵/۵۹*	۰/۰۰۶۵ns
بقایا× نیتروژن	۹	۰/۰۰۰۰۶۹*	۱/۰۷۵ns	۹۹۷/۴۲ns	۰/۰۰۵۲ns
بقایا× نیتروژن× رقم	۹	۰/۰۰۰۰۹۲**	۱/۷۵۴ns	۶۲۵/۶۳ns	۰/۰۰۳۱ns
خطای c	۴۸	۰/۰۰۰۰۲۷	۱/۱۵۶	۸۰۴/۹۲	۰/۰۰۳۰
کل	۹۵				
درصد تغییرات		۴/۷۶	۹/۴۸	۷/۰۶	۶/۴۱

*، ** و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد آزمون F و عدم معنی‌دار در سطوح فوق

خاک نیزمی‌توان چنین بیان داشت که با افزودن بقایای گیاهی به خاک به علت تماس کمتر فسفر آلی با ذرات خاک و در نتیجه کمتر شدن تثبیت فسفر، مقدار فسفر قابل دسترس افزایش می‌یابد. گزارش شده است که افزودن بقایای گیاهی به خاک با بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی و بیولوژیک خاک، سبب افزایش کاتیون‌های قابل تبادل مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌شود (۵ و ۷). بلانکو کانکوئی و لال (۱)، کومار و گو (۷)، ازپینار و کی (۱۲)، رولدان و همکاران (۱۴)، لوپزفاندو و پاردو (۸) و مالهی و همکاران (۱۰) آثار مثبت بقایای گیاهی و سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر ویژگی‌های خاک (کاتیون‌های تبادلی و کربن آلی خاک) را گزارش کرده‌اند. اقبال نیز افزایش فسفر در اثر استفاده از بقایای گیاهی در خاک را گزارش نمود (۵). این گزارش‌های تأیید کننده نتایج پژوهش حاضر است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد بقایای گیاهی بر کیفیت خاک تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که با کاربرد بقایای گیاهی، مقدار کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک افزایش یافت. کربن آلی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک است که در اثر کاربرد بقایای گیاهی، میزان آن افزایش و بنابراین کیفیت خاک بهبود یافت. تیمار ۷۵% نسبت به ۵۰% بقایا، در ویژگی‌های فوق تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. میزان مطلوب بقایای گیاهی جهت نیل به کیفیت مناسب خاک، حفظ ۵۰ درصد بقایای گندم بود. بنابراین برای بهبود این ویژگی‌های خاک می‌توان نسبت به حفظ حدود نیمی از بقایای گندم اقدام کرد. کاربرد کود نیتروژن، میزان نیتروژن خاک را افزایش، ولی میزان عناصر فسفر و پتاسیم خاک را کاهش داد، در حالی که تأثیری بر کربن آلی خاک نداشت.

منابع مورد استفاده

1. Blanco-Canqui, H. and R. Lal. 2009. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. Critical Rev. Plant Sci. 28: 139–163.
2. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Total nitrogen. PP: 595-623. *In* :Page,A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. (Eds.), Methods of Soil Analysis. 2nd Ed., Series No.9. ASA. Madison, WI.
3. Deibert, E. J. and R. A. Utter. 2002. Edible dry bean plant growth and NPK uptake in response to different residue management systems. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33: 1959-1974.
4. Franzluebbers, A. J. 2004. Tillage and residue management effects on soil organic matter. PP: 286-343. *In*: F. Magdoff and R. R. Weil (Eds.), Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press., Washington, DC.
5. Iqbal, S. M. 2009 .Effect of crop residue qualities on decomposition rates, soil phosphorous dynamics and plant phosphorous uptake. PhD.Thesis, University of Adelaide, Adelaide, Australia.
6. Kasper, M., G. D. Buchan, A. Mentler and W. E. H. Blum. 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. Soil Till. Res. 105: 192–199.
7. Kumar, K. and K. M. Goh. 2000. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. Adv. Agron. 68: 197-319.
8. Lopez-Fando, C. and M. T. Pardo. 2009. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practices in a semi-arid environment. Soil Till. Res. 104: 278–284 .
9. Magdoff, F. and R. R. Weil. 2004. Soil organic matter management strategies. PP: 59-87. *In*: F. Magdoff and R. R. Weil (Eds.), Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press. Washington, DC.
10. Malhi, S. S., R. Lemke, Z. H. Wang and B. S. Chhabra. 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. Soil Till. Res. 90: 171–183.
11. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate .USDA. Circ.939. U.S. Govern. Prin. Office, Washington, DC.
12. Ozpinar, S. and A. Cay. 2006. Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay–loam soil in semi-arid north-western Turkey. Soil Till. Res. 88: 95–106.
13. Page, A. L., R. M. Miller and D. R. Keeney. (Eds.), 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9, ASA-SSSA, Madison, WI.
14. Roldan, A., F. Caravaca, M. T. Hernandez, C. Garcia, C. Sanchez-Brito, M. Velasquez and M. Tiscareno. 2003. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize

in Patzcuaro watershed (Mexico). Soil Till. Res. 72: 65–73.
15. SAS Institute. 2004. The SAS system for windows. Release 9.0. SAS Inst., Cary, NC.
16. Schillinger, W. F., D. L.Young, A. C. Kennedy and T. C. Paulitz. 2010. Diverse no-till irrigated crop rotations instead of burning and plowing continuous wheat. Field Crops Res. 115: 39–49.
17. Singh, H. P., D. R. Batish and R. K. Kohli. 2003. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities or sustainable weed management. Critical Rev. Plant Sci. 22: 239-311.
18. Wang, Q., Y. Bai, H. Gao, J. He, H. Chen, R.C. Chesney, N.J. Kuhn and H. Li. 2008. Soil chemical properties and microbial biomass after 16 years of no-tillage farming on the Loess Plateau, China. Geoderma 144: 502–508.
19. Weil, R. R. and F. Magdoff. 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. PP: 1-58. *In*: F. Magdoff and R. R. Weil (Eds.), Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press., Washington, DC.
20. Woods, L. E., C. V. Cole, L. K. Porter and D. C. Coleman. 1987. Transformations of added and indigenous nitrogen in gnotobiotic soil: A comment on the priming effect. Soil Biol. Biochem. 19: 673-678.