نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۲۸۶-۱۲۷۷

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1277-1286

بررسی حاصلخیزی خاک در تناوب‌های زراعی دوگانه گندم تحت شرایط مقادیر متفاوت نیتروژن و برگشت بقایا

مجید رحیمی زاده[1*]- احمد زارع فیض‌آبادی[2]- علی کاشانی[3]- علیرضا کوچکی[4]- مهدی نصیری محلاتی[5]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۲۷
تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تناوب‌های زراعی دوگانه گندم، نیتروژن مصرفی و برگشت بقایا بر حاصلخیزی خاک در شرایط اقلیم سرد خراسان، آزمایشی در طی دو سال زراعی ۸۷-۱۳۸۵ انجام شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تناوب زراعی به عنوان عامل اصلی شامل پنج سطح (۱- گندم_گندم ۲- سیب زمینی_گندم ۳- ذرت سیلویی_گندم ۴- شبدر برسیم_گندم ۵- چغندرقند_گندم) و کود نیتروژنه برای تمامی گیاهان پیش کاشت گندم به عنوان عامل فرعی با چهار سطح (۱- بدون مصرف کود ۲- مصرف کود ۵۰ درصد کمتر از میزان توصیه ۳- مصرف کود به میزان توصیه کودی ۴- مصرف کود ۵۰ درصد بیشتر از میزان توصیه) و برگشت بقایای محصول پیش کاشت گندم به خاک نیز به عنوان عامل فرعی فرعی با دو سطح (۱- بدون برگشت بقایای گیاهی، ۲- برگشت ۵۰ درصد بقایای بجا مانده از محصول پیش کاشت) در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که میزان نیتروژن خاک در طول آزمایش تحت تاثیر تناوب زراعی، مقدار نیتروژن مصرفی و برگشت بقایای محصول قرار نگرفت. نوع محصول پیش کاشت گندم تاثیر معنی‌داری بر میزان فسفر قابل استفاده خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری داشت، در حالی که فسفر قابل استفاده خاک تحت تاثیر میزان مصرف کود نیتروژنه در گیاه پیش کاشت قرار نگرفت. نتایج آزمایش نشان داد که نوع گیاه پیش کاشت تاثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم باقی‌مانده در خاک به ترتیب پس از برداشت شبدر و گندم مشاهده شدند. در پایان سال دوم آزمایش اثر متقابل تناوب زراعی و برگشت بقایا بر میزان کربن آلی خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک معنی‌دار بود، در حالی که در سال اول آزمایش نوع محصول پیش کاشت و میزان مصرف نیتروژن بر کربن آلی خاک تاثیر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: تناوب زراعی، فسفر، کربن آلی، گندم، نیتروژن

مقدمه:

عوامل مختلفی بر ذخیره سازی و فراهمی عناصر غذایی موجود در خاک موثر می‌باشد. از جمله این عوامل می‌توان به بافت خاک، ساختمان خاک، نوع و میزان کودهای مصرفی، ماهیت میکروفلور خاک، دما و رطوبت خاک اشاره کرد (۴). بدون شک استفاده از بقایای گیاهی، به کارگیری کودهای آلی و بیولوژیک، بهره‌گیری از تناوب زراعی و استفاده از کود سبز در تناوب، نقش موثری در بهبود روابط بیولوژیک خاک و ایجاد حاصلخیزی پایدار در خاک دارد. تاثیر تناوب گیاهان زراعی بر پویایی عناصر معدنی و آلی در خاک از یک سو شامل اثر گیاه فعلی بر خصوصیات شیمیایی خاک و میزان حفظ و انتقال این عناصر به گیاه بعدی است و از سوی دیگر ناشی از توان گیاه بعدی در استفاده کارآمد از عناصر غذایی باقی‌مانده در خاک می‌باشد (۲). بر اساس نظر ایک و استوارت (۱۷) نظام‌های تک کشتی با ایجاد شرایط بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی نامطلوب در خاک باعث کاهش میزان کربن آلی و عناصر غذایی موجود در خاک می شوند. نتایج آزمایش‌های مختلف حاکی از آن است که تناوب زراعی تاثیر معنی‌داری بر مقدار نیتروژن معدنی و آلی موجود در خاک، کربن آلی خاک، فرآیند معدنی شدن نیتروژن آلی خاک و نیتروژن برداشت شده و باقی مانده در خاک دارد (۵ و ۳۲).

به گزارش استاکدال و همکاران (۳۳) تناوب زراعی موجب بهبود تهویه خاک به خصوص در خاک‌های سنگین گردیده و در این شرایط

۱- استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد
(*- نویسنده مسئول: Email:rahimi1347@gmail.com)
۲- دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۳- استاد گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۴و۵- استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Archive of SID
www.SID.ir

فرآیند معدنی شدن نیتروژن آلی خاک افزایش یافته و دسترسی گیاه به منابع نیتروژنه افزایش می یابد. در حالی که زارع فیض آبادی و همکاران (۴) و اچه وریا و همکاران (۱۶) گزارش نمودند که میزان نیتروژن معدنی خاک در پایان آزمایش در نظام‌های تناوبی مختلف با سطوح متفاوت کود نیتروژنه اختلاف معنی‌داری نداشتند. به نظر زوم و دوکستادر (۳۹) دلیل این امر، فرآیند محبوس شدن نیتروژن (ایموبیلیزاسیون) یا شستشوی نیترات از خاک در طی دوره تناوب می‌باشد.

نتایج برخی آزمایش‌ها نیز گویای آن است که مصرف مقادیر متفاوت کود نیتروژنه در زراعت‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن باقی مانده در خاک نداشته است. در تائید این موضوع چانی (۱۴) گزارش نمود که با افزایش مصرف کود نیتروژنه، میزان نیترات باقی مانده در خاک فقط زمانی که کود نیتروژنه مصرفی از حد مطلوب آن برای حصول عملکرد مطلوب فراتر رفت، افزایش یافت. محتوی کربن آلی خاک از جمله خصوصیات خاک است که دچار تغییرات سریع نشده و اغلب به طور تدریجی شاهد تغییرات آن خواهیم بود. نتایج آزمایشهای طولانی مدت انجام شده توسط راسل و همکاران (۲۹) نشان داد که میزان نیتروژن مصرفی و نظام تناوبی نتوانستند تغییر چندانی در کربن آلی خاک ایجاد نمایند. به طور مشابه وارول (۳۶) در آزمایش خود مشاهده نمود که اثر تناوب زراعی و کود نیتروژنه پس از هشت سال از شروع آزمایش قابل مشاهده می‌باشد و قبل از این مدت اختلاف معنی‌داری بین نظام‌های تناوبی و سطوح مصرف نیتروژن به جهت میزان کربن آلی خاک به چشم نمی‌خورد.

اثر برگشت بقایای گیاهی به خاک به میزان قابل توجهی به مقدار کود نیتروژنه مصرفی همراه بقایای وارد شده به خاک بستگی دارد. نتایج اغلب آزمایش‌ها حاکی از وجود اثر متقابل میان نیتروژن و مدیریت بقایا بر عملکرد محصول می‌باشد (۳۱). اما برمر و ونکسل (۱۳) نشان دادند که اثر بقایای محصول پیش کاشت بر دسترسی گیاه بعدی به نیتروژن، به آن بستگی دارد که چگونه این بقایا بر معدنی شدن سایر منابع نیتروژن خاک تاثیر می‌گذارند. بنابر این نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بالاتر از ۳۰ در بقایا، منجر به افزایش فرآیند محبوس شدن نیتروژن از منابع کودی و خاک می‌گردد. به گزارش یادویندر سینگ و همکاران (۳۸) کاربرد بقایای گیاهی با نسبت C/N بالا در کوتاه مدت منجر به محبوس شدن نیتروژن معدنی خاک و کاهش قابلیت دسترسی گیاه به نیتروژن می‌شود. اثرات مثبت فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی حاصل از تجزیه بقایای گیاهی در خاک، به خصوص بقایایی با نسبت C/N بالا، به کندی ظاهر شده و در دو تا سه سال ابتدای آزمایش‌های تناوبی به طور معمول نمی‌توان اثرات مثبت معنی‌دار حاصل از برگشت بقایا را مشاهده کرد (۳۴).

شرایط موجود گواه آن است که اطلاعات اندکی برای راهنمایی کشاورزان در مدیریت سیستم کشت مضاعف گندم از جهت مناسبترین پیش کاشت گندم، مدیریت کود نیتروژنه و برگشت بقایای محصول به خاک وجود دارد و از طرفی ارزیابی مناسبی از حاصلخیزی خاک در چنین نظام‌های تناوبی وجود ندارد. این آزمایش نیز با هدف ارزیابی اثر تناوب زراعی، کود نیتروژنه مصرفی و برگشت بقایای گیاهی بر حاصلخیزی خاک اجرا گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در طی دو سال زراعی ۸۷- ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ خراسان رضوی با مختصات ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی اجرا گردید. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۲۵ میلی‌متر، و حداکثر و حداقل درجه حرارت مطلق آن به ترتیب ۳۶/۵ و ۲۳- درجه سانتیگراد است. بافت خاک مزرعه لومی شنی، درصد ماده آلی خاک ۰/۶ درصد، درصد نیتروژن کل ۰/۰۴ درصد، پتاسیم ۱۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، فسفر ۱۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم، قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۶ دسی زیمنس بر متر و pH خاک ۷/۹ می باشد.

آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) بر پایه طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. به منظور ایجاد یکنواختی لازم در زمین و ارزیابی بهتر نظام‌های تناوبی مبتنی بر گندم، محل اجرای طرح در سال قبل ار اجرای ازمایش به طور یکنواخت زیر کشت گندم قرار گرفته بود. تناوب زراعی به عنوان عامل اصلی در پنج سطح (۱- گندم_گندم ۲- سیب زمینی_ گندم ۳- ذرت سیلویی_گندم ۴- شبدر برسیم_گندم ۵- چغندر قند_گندم) و مصرف کود نیتروژنه از منبع اوره در چهار سطح برای تمامی گیاهان پیش کاشت گندم به عنوان عامل فرعی (۱- بدون مصرف نیتروژن (شاهد) ۲- مصرف کود نیتروژنه، ۵۰ درصد کمتر از توصیه ۳- مصرف کود نیتروژنه، به میزان توصیه کودی ۴- مصرف کود نیتروژنه، ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی) در نظر گرفته شد. برگشت بقایای محصول پیش کاشت گندم به خاک نیز به عنوان عامل فرعی فرعی با دو سطح در نظر گرفته شد (۱- بدون برگشت بقایای گیاهی (شاهد) ۲- برگشت ۵۰ درصد بقایای به جا مانده از محصول پیش کاشت). توصیه کودی نیتروژن برای هر گیاه پیش کاشت گندم بر اساس میزان نیتروژن کل خاک، درصد کربن آلی خاک و پتانسیل تولید محصول در منطقه انجام شد (جدول ۱).

برای تمامی گیاهان به‌کار رفته در تناوب به جز شبدر، قسمتی از کود اوره مصرفی قبل از کاشت و باقی‌مانده در دو نوبت به‌صورت سرک و به روش کناری مصرف شد. نیمی از کود نیتروژنه مصرفی در شبدر، قبل از کاشت و نیمی پس از چین اول به‌کار رفت. جهت سهولت در امر برگشت بقایا به خاک و تجزیه سریع‌تر آنها، بقایا قبل

Archive of SID

www.SID.ir

از زیر خاک کردن تا حد امکان خرد گردیدند. در سال دوم آزمایش در سطح زمین عملیات شخم و دیسک انجام شد ولی به دلیل اعمال تیمارهای متفاوت کودی و برگشت بقایا در سطح قطعات آزمایشی از زدن ماله (لولر) به منظور عدم جابجایی خاک اجتناب گردید. پس از آماده شدن زمین، در سطح تمامی قطعات آزمایشی گندم لاین ۴-۸۱ C کاشته شد و تا رسیدن محصول و برداشت گندم تمامی قطعات آزمایشی به طور یکنواخت مدیریت گردیدند. در سال دوم آزمایش کود نیتروژنه از منبع اوره به میزان مساوی (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) برای تمامی قطعات آزمایشی (به جز تیمار شاهد) به‌کار رفت.

به منظور ارزیابی اثر تناوب زراعی، کود نیتروژنه مصرفی و برگشت بقایا بر حاصلخیزی خاک، نمونه برداری از خاک توسط اوگر طی سه نوبت، قبل از شروع آزمایش، پس از برداشت محصول پیش کاشت گندم در سال اول و پس از برداشت گندم در سال دوم آزمایش از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر انجام شد و برای هر تیمار آزمایشی به طور جداگانه نمونه‌ای مرکب از سه نمونه تصادفی تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. درصد کربن آلی به روش والکی بلک اصلاح شده (۲۵)، فسفر قابل جذب به روش السن و سامرز (۲۶)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۱۲) و پتاسیم قابل تبادل به روش استات آمونیوم (۲۲) اندازه گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک نرم افزار Mstat-C و رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel انجام شد و میانگین‌های هر صفت به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه گرفتند.

نتایج و بحث

نیتروژن

نتایج آزمایش نشان داد که میزان نیتروژن خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در طول دو سال آزمایش تحت تاثیر تناوب زراعی، مقدار کود نیتروژن مصرفی و برگشت بقایای محصول قرار نگرفت (جداول ۲ و ۳). این نتیجه گویای آن است که بخش عمده نیتروژن قابل استفاده در خاک توسط گیاهان زراعی مورد کشت برداشت گردیده و باقی‌مانده نیتروژن در اثر فرآیندهایی چون آبشویی، دنیتریفیکاسیون یا تصعید آمونیاک از دسترس ریشه خارج شده است و لذا میزان نیتروژن باقی‌مانده در خاک در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند. در تائید این موضوع وارول و پترسون (۳۷) تاکید نمودند که سیستم‌های تناوبی، از لحاظ مصرف کود نیتروژن تاثیر اندکی بر باقی‌مانده نیتروژن موجود در خاک داشتند. اما در آزمایش دیگری وارول (۳۶) نشان داد که اثر متقابل تناوب زراعی و میزان نیتروژن مصرفی بر نیتروژن کل خاک معنی‌دار بود و در سیستم کشت غیر تناوبی (کشت ممتد) افزایش نیتروژن مصرفی تاثیری بر نیتروژن کل خاک نداشت. کلی و همکاران (۲۰) نیز مشاهده کردند میزان نیتروژن کل خاک در کشت تناوبی سویا بیشتر از کشت متوالی سویا بود.

به گزارش ساویر (۳۰) بخشی از کود نیتروژنه مصرفی در خاک توسط جوامع میکروبی خاک تثبیت شده (۲۵-۲۰ درصد) و به این ترتیب بر نیتروژن آلی خاک افزوده می شود و حدود ۲۰ درصد از نیتروژن وارد شده به خاک از طریق دنیتریفیکاسیون، شستشو یا تصعید آمونیاک از دسترس خارج می‌شود. اما طبیعی است در خاک‌هایی نظیر زمین مورد آزمایش که از ماده آلی و جمعیت پایین میکروبی برخوردار است سهم کمتری از نیتروژن وارد شده به خاک به شکل آلی در خواهد آمد و بیشتر نیتروژن وارد شده به خاک به شکل معدنی خواهد بود که توسط ریشه گیاهان جذب شده و یا از دسترس ریشه خارج شده و تلف می‌شود.

کندراگاما (۲۱) مشاهده نمود که اختلاف معنی‌داری میان تناوب‌های زراعی و تیمارهای کود آلی و شیمیایی به جهت نیتروژن باقی‌مانده در خاک وجود ندارد، اگر چه نیتروژن اضافه شده توسط کود شیمیایی به مراتب بیشتر از نیتروژن آلی بود. همچنین به گزارش ریدل و همکاران (۲۸) اثر متقابل معنی‌داری میان تناوب زراعی و سطح مصرف نیتروژن برای غلظت عناصر معدنی خاک مشاهده نشد.

زارع فیض‌آبادی و همکاران (۴) گزارش نمودند که با آن که میزان کود نیتروژن مصرفی در نظام پر نهاده حدود سه برابر نظام کم نهاده بود، اما میزان نیتروژن باقی‌مانده در خاک تحت کشت این دو نظام اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۱- سطوح مختلف کود نیتروژنه مصرفی در گیاهان زراعی پیش کاشت گندم

	شاهد	۵۰ درصد کمتر از توصیه	توصیه کودی	۵۰ درصد بیشتراز توصیه
	کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار			
گندم	۰	۸۰	۱۶۰	۲۴۰
چغندر قند	۰	۹۰	۱۸۰	۲۷۰
سیب زمینی	۰	۸۰	۱۶۰	۲۴۰
ذرت سیلویی	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰
شبدر برسیم	۰	۱۵	۳۰	۴۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس اثر پیش کاشت و کود نیتروژنه بر میزان نیتروژن کل، فسفر قابل استفاده، پتاسیم قابل استفاده و کربن آلی خاک در سال اول تناوب

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		نیتروژن کل		فسفر قابل استفاده		پتاسیم قابل استفاده		کربن آلی	
		۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰
تکرار	۲	۰/۰۱ ns	۰/۰۶ ns	۶/۸ ns	۱۳/۱ ns	۴۸۸۱ ns	۳۵۴۲۹ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۲ ns
اثر پیش کاشت(A)	۴	۰/۰۳ ns	۰/۰۲ ns	۴۰/۴*	۳/۹ ns	۲۱۵۴۵ *	۵۳۷۶ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۶ ns
خطای (a)	۸	۰/۰۵	۰/۰۱	۸/۷	۶/۸	۸۳۸۹	۸۲۲۳	۰/۰۲	۰/۰۵
اثرکود نیتروژنه (B)	۳	۰/۰۳ ns	۰/۰۷ ns	۳/۶ ns	۶/۸ ns	۲۸۰۷ ns	۲۲۹۹ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns
اثر متقابل AB	۱۲	۰/۰۱ ns	۰/۰۵ ns	۸/۶ ns	۴/۹ ns	۲۱۹۸ ns	۲۱۸۰ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۵ ns
خطای(b)	۳۰	۰/۰۴	۰/۰۱	۵/۶	۴/۲	۱۹۹۷	۱۵۳۷	۰/۰۴	۰/۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۰	۱۲/۵	۱۳/۹	۲۱/۲	۱۴/۶	۱۶/۵	۹/۴	۱۴/۵

ns غیر معنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تناوب زراعی و کود نیتروژنه و برگشت بقایا بر میزان نیتروژن کل، فسفر قابل استفاده، پتاسیم قابل استفاده و کربن آلی خاک در سال دوم تناوب

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		نیتروژن کل		فسفر قابل جذب		پتاسیم قابل جذب		کربن آلی	
		۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰
تکرار	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۳ ns	۶۴/۰ ns	۶/۹ ns	۱۸۴۶ ns	۳۲۰۷۰ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۱ ns
اثر تناوب(A)	۴	۰/۰۱ ns	۰/۰۵ ns	۱۲۹/۸ ns	۱۷/۷ ns	۱۱۲۸۲۲*	۵۰۹۲۳ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۲ ns
خطای (a)	۸	۰/۰۳	۰/۰۰	۴۶/۶	۶/۹	۲۸۲۰۳	۱۶۹۸۷	۰/۰۴	۰/۰۳
اثرکود نیتروژنه (B)	۳	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۱۱/۱ ns	۹/۷ ns	۳۴۲ ns	۱۱۶۶ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰ ns
اثر متقابل AB	۱۲	۰/۰۱ ns	۰/۰۴ ns	۱۵/۹**	۶/۳ ns	۲۱۰۱ ns	۱۷۵۲ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۱ ns
خطای(b)	۳۰	۰/۰۵	۰/۰۲	۴/۴	۳/۵	۱۷۸۹	۲۴۹۷	۰/۰۶	۰/۰۳
اثر برگشت بقایا(C)	۱	۰/۰۰ ns	۰/۰۷ ns	۰/۹ ns	۰/۰ ns	۸۸۶ ns	۶۳۳۶ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
اثر متقابل AC	۴	۰/۰۶ ns	۰/۰۳ ns	۴/۳ ns	۳/۱ ns	۴۸۴ ns	۱۹۴۴ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۲ *
اثر متقابل BC	۳	۰/۰۲ ns	۰/۰۱ ns	۷/۱ ns	۳/۳ ns	۵۷۰ ns	۸۴۴ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۶ ns
اثر متقابل ABC	۱۲	۰/۰۲ ns	۰/۰۵ ns	۴/۱ ns	۱/۷ ns	۴۹۰ ns	۸۲۰ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۴ ns
خطای (C)	۴۰	۰/۰۰	۰/۰۴	۴/۵	۲/۵	۴۵۵	۹۹۹	۰/۰۶	۰/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۱	۱۲/۲	۱۸/۹	۲۱/۹	۷/۳	۱۳/۸	۷/۸	۸/۴

ns غیر معنی‌دار ، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

هالورسون و همکاران (۱۹) نیز گزارش نمودند که میزان نیتروژن باقی‌مانده در خاک تحت تاثیر مقدار کود نیتروژن مصرفی قرار نگرفت، در حالی که با افزایش سطح مصرف نیتروژن برداشت نیتروژن توسط محصول افزایش یافت. اچه وریا و همکاران (۱۶) در آزمایش خود مشاهده نمودند که میزان نیتروژن معدنی خاک در پایان آزمایش در نظام‌های تناوبی مختلف (گندم_گندم و سویا_گندم) با سطوح متفاوت کود نیتروژنه مصرفی اختلاف معنی‌داری نداشتند. به عقیده زوم و دوکستار (۳۹) دلیل این امر فرآیند محبوس شدن نیتروژن یا شستشوی نیترات از خاک در طی دوره تناوب می‌باشد.

فسفر

نتایج آزمایش نشان داد که نوع محصول پیش کاشت گندم تاثیر معنی‌داری بر میزان فسفر قابل استفاده خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در پایان سال اول آزمایش داشت، در حالی که فسفر قابل استفاده خاک تحت تاثیر میزان مصرف کود نیتروژنه در گیاه پیش کاشت قرار نگرفت (جدول ۲). در پایان سال دوم آزمایش نیز اثر متقابل تناوب زراعی و کود نیتروژنه بر میزان فسفر قابل استفاده خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری معنی‌دار بود، در حالی که برگشت بقایای محصول پیش کاشت به خاک تاثیر معنی‌داری بر فسفر خاک نداشت (جدول ۳). اما در طول آزمایش میزان فسفر خاک در عمق ۶۰-۳۰

Archive of SID

www.SID.ir

سانتی‌متری تحت تاثیر تناوب زراعی، نیتروژن مصرفی و برگشت بقایای محصول قرار نگرفت (جداول ۲ و ۳).

در سال اول آزمایش، بیشترین و کمترین میزان فسفر قابل استفاده خاک به ترتیب پس از برداشت سیب‌زمینی (۱۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و گندم (۱۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد، در حالی که اختلاف معنی‌داری میان سیب‌زمینی، شبدر و چغندرقند به جهت تاثیر بر فسفر خاک وجود نداشت (جدول ۴).

این نتیجه ناشی از تفاوت در کارایی جذب فسفر توسط سیب زمینی، ذرت، چغندرقند، شبدر و گندم می باشد. به گزارش بهادوریا و همکاران (۱۱) کارایی جذب فسفر از خاک اغلب به دو عامل اندازه سیستم ریشه و جریان فسفر به درون گیاه بستگی دارد. گاهونیا و نیلسن (۱۸) نیز تفاوت کارایی فسفر در میان گیاهان زراعی مختلف را ناشی از طول تارهای کشنده و ترشحات ریشه‌ای می‌دانند. کلی و همکاران (۲۰) نیز گزارش کردند که تناوب زراعی بر میزان فسفر قابل استفاده خاک در عمق ۷/۵-۰ سانتی‌متری خاک اثر معنی‌داری داشت و کمترین فسفر قابل استفاده خاک در کشت متوالی سویا مشاهده شد.

در پایان سال دوم آزمایش میزان فسفر قابل استفاده خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در تناوب شبدر_گندم ۳۶ درصد بیشتر از تناوب سیب زمینی-گندم بود و کمترین فسفر قابل استفاده خاک نیز در تناوب گندم-گندم مشاهده شد (جدول ۵). اثر متقابل تناب زراعی و کود نیتروژنه بر فسفر قابل استفاده خاک نشان داد تناوب شبدر-گندم کمترین واکنش را به مصرف نیتروژن نشان داد (شکل ۱). به گزارش لیائو و همکاران (۲۳) فسفر کل جذب شده در غلات با عملکرد آنها همبستگی بالایی دارد و از آنجا که در این آزمایش بیشترین و کمترین عملکرد گندم به ترتیب در تناوب سیب زمینی_گندم و گندم_گندم مشاهده شد (جدول ۵)، به نظر می‌رسد این نتیجه ناشی از برداشت بیشتر فسفر توسط گندم کاشته شده پس از سیب زمینی باشد. بالا بودن فسفر خاک در تناوب شبدر-گندم نیز می تواند ناشی از آن باشد که فسفر در مراحل اولیه رشد گندم کمتر به فرم قابل استفاده بوده و بنابراین کمتر از خاک برداشت شده است. از سوی دیگر ممکن است تراوشات ریشه سیب زمینی در خاک، از نظر مقدار و نوع ترکیب شیمیایی، عامل موثر در حلالیت فسفر و جذب بیشتر آن توسط گندم بوده است. در حالی که در شبدر تراوشات ریشه چنین تاثیری نداشته یا کمتر داشته‌اند.

در تائید نتایج این آزمایش، فیض‌آبادی و همکاران (۴) نجفی نژاد و همکاران (۹) و حقیقت نیا و همکاران (۳) گزارش نمودند که تناوب زراعی اثر معنی‌داری بر تغییرات میزان فسفر خاک دارد. در حالی که پراساد و کرکتا (۲۷) در آزمایش خود مشاهده نمودند که مقدار باقی‌مانده فسفر در خاک برای کلیه تناوب‌های زراعی (فاقد آیش) به رغم مصرف مقادیر متفاوت کود فسفر یکسان بود. نورقلی پور و همکاران (۱۰) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند که منابع مختلف نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و منگنز خاک نداشت. نجفی نژاد و همکاران (۹) گزارش نمودند تیمار برگشت یا سوزاندن بقایای محصول تاثیر معنی‌داری بر فسفر قابل استفاده خاک نداشت.

پتاسیم

نتایج آزمایش نشان داد که نوع گیاه پیش کاشت تاثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم قابل استفاده در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک در پایان سال اول و دوم آزمایش داشت (جداول ۲ و ۳). در پایان سال اول بیشترین و کمترین میزان پتاسیم قابل استفاده در خاک به ترتیب پس از برداشت شبدر (۳۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و گندم (۲۵۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ٤ – مقایسات میانگین نیتروژن کل، فسفر قابل استفاده، پتاسیم قابل استفاده و کربن آلی خاک تحت تاثیر نوع محصول و میزان نیتروژن مصرفی در سال اول تناوب

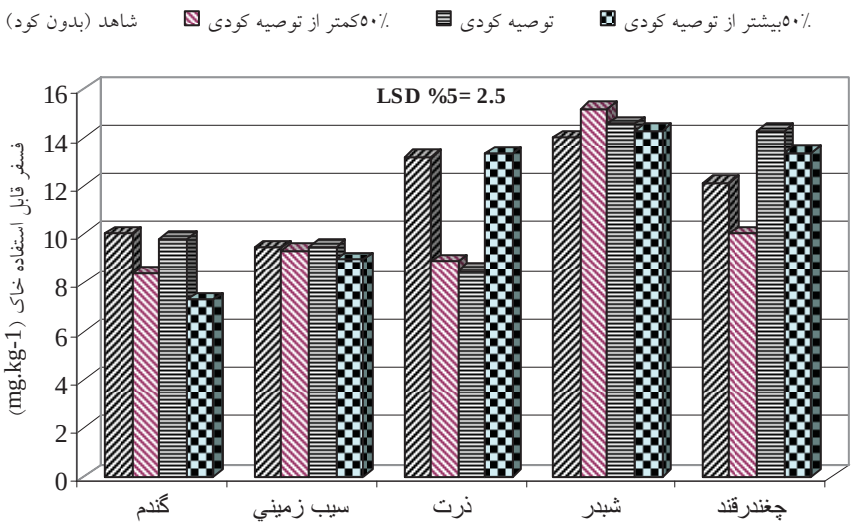
نوع محصول	نیتروژن کل		فسفر قابل جذب		پتاسیم قابل جذب		کربن آلی	
	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰
گندم	۰/۰۵۸ a	۰/۰۷۴ a	۸/۵۳ b	۱۴/۷۵ c	۲۱۲/۰ b	۲۵۱/۲ b	۰/۶۰ a	۰/۶۳ a
سیب زمینی	۰/۰۵۷ a	۰/۰۶۶ a	۹/۹۷ a	۱۹/۲۶ a	۲۴۳/۷ a	۳۱۸/۰ ab	۰/۵۷ a	۰/۶۶ a
ذرت	۰/۰۵۹ a	۰/۰۶۸ a	۹/۶۴ a	۱۵/۶۷ bc	۲۳۵/۳ a	۲۷۸/۰ ab	۰/۵۹ a	۰/۶۹ a
شبدر	۰/۰۶۲ a	۰/۰۷۶ a	۸/۹۷ ab	۱۸/۲۳ ab	۲۵۳/۱ a	۳۶۲/۰ a	۰/۶۲ a	۰/۶۴ a
چغندرقند	۰/۰۵۸ a	۰/۰۷۲ a	۹/۲۲ a	۱۶/۹۹ abc	۲۵۴/۸ a	۳۱۷/۱ ab	۰/۵۶ a	۰/۶۳ a
تیمار کود نیتروژنه								
شاهد(بدون کود)	۰/۰۵۹ a	۰/۰۷۱ a	۱۰/۰۳ a	۱۷/۳۷ a	۲۵۴/۴ a	۳۲۱/۳ a	۰/۵۹ a	۰/۶۰ a
۵۰٪ کمتر از توصیه	۰/۰۶۱ a	۰/۰۷۲ a	۹/۲۹ a	۱۶/۴۳ a	۲۴۲/۸ a	۳۰۰/۷ a	۰/۶۰ a	۰/۶۵ a
توصیه کودی	۰/۰۶۰ a	۰/۰۷۲ a	۹/۲۱ a	۱۶/۷۱ a	۲۲۹/۶ a	۲۸۹/۱ a	۰/۵۸ a	۰/۶۰ a
۵۰٪ بیشتر از توصیه	۰/۰۵۷ a	۰/۰۷۱ a	۸/۳۸ a	۱۷/۴۱ a	۲۴۳/۲ a	۳۱۰/۰ a	۰/۵۹ a	۰/۶۲ a

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- مقایسات میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر تناوب زراعی، نیتروژن مصرفی و برگشت بقایا در سال دوم تناوب

پیش کاشت گندم	عملکرد دانه گندم (تن در هکتار)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		کربن آلی (درصد)	
		۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰
گندم-گندم	۲/۱۱ c	۵/۸۸	۸/۸۷ b	۱۹۲/۳ b	۲۱۳/۰ b	۰/۵۴ a	۰/۵۰ a
سیب زمینی-گندم	۳/۹۹ a	۵/۹۴	۹/۳۰ b	۲۲۷/۳ ab	۲۵۸/۶ b	۰/۵۲ a	۰/۵۱ a
ذرت -گندم	۲/۸۶ b	۷/۶۴	۱۰/۹۶ ab	۲۴۵/۵ ab	۲۷۵/۰ ab	۰/۵۲ a	۰/۴۹ a
شبدر -گندم	۲/۹۴ b	۷/۵۳	۱۴/۴۹ a	۲۹۷/۳ a	۳۹۵/۵ a	۰/۵۱ a	۰/۵۱ a
چغندرقند-گندم	۲/۷۶ b	۶/۳۵	۱۲/۵۲ ab	۱۸۲/۲ b	۳۱۳/۴ ab	۰/۵۳ a	۰/۴۹ a
تیمار کود نیتروژنه							
شاهد (بدون کود)	۲/۱۶ b	۷/۱۶ a	۱۱/۷۴ a	۲۳۶/۱ a	۲۹۳/۳ a	۰/۵۲ a	۰/۵۰ a
۵۰٪ کمتر از توصیه	۳/۰۵ a	۵/۸۷ b	۱۰/۳۵ b	۲۲۷/۱ a	۲۹۴/۷ a	۰/۵۲ a	۰/۴۹ a
توصیه کودی	۳/۲۹ a	۶/۶۷ ab	۱۱/۳۳ ab	۲۲۱/۴ a	۲۸۸/۳ a	۰/۵۳ a	۰/۵۱ a
۵۰٪ بیشتر از توصیه	۳/۲۲ a	۶/۹۷ a	۱۱/۴۹ ab	۲۳۱/۱ a	۲۸۸/۲ a	۰/۵۳ a	۰/۵۱ a
تیمار برگشت بقایا							
شاهد (بدون برگشت بقایا)	۲/۹۵ a	۶/۶۷ a	۱۱/۱۴ a	۲۳۶/۲ a	۲۹۳/۸ a	۰/۵۳ a	۰/۵۰ a
برگشت ۵۰٪ بقایا	۲/۹۲ a	۶/۶۱ a	۱۱/۳۲ a	۲۲۱/۶ a	۲۸۸/۴ a	۰/۵۲ a	۰/۵۰ a



شکل۱- اثر متقابل گیاه پیش کاشت و میزان نیتروژن مصرفی بر میزان فسفر قابل استفاده در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در پایان سال دوم آزمایش

به نظر می‌رسد به دلیل عملکرد بیولوژیک کم شبدر در این آزمایش، میزان برداشت پتاسیم از خاک توسط شبدر برسیم کمتر از سایر گیاهان پیش کاشت بوده است. علاوه بر این به نظر مونگیا و گنگوار (۲۴) در تناوب‌های واجد غلات، جذب پتاسیم از خاک بیشتر می‌باشد زیرا گیاهان تک لپه‌ای عناصر تک ظرفیتی و گیاهان دولپه ای عناصر دو ظرفیتی را بهتر جذب می‌کنند.

همانند سال اول در پایان سال دوم آزمایش، بیشترین و کمترین پتاسیم قابل استفاده در خاک در تناوب شبدر_گندم و گندم_گندم مشاهده شد، اما اختلاف معنی‌داری میان تناوب‌های گندم_گندم، سیب زمینی_گندم، ذرت_گندم و چغندرقند_گندم وجود نداشت (جدول ۵). به نظر می رسد این نتیجه با یافته‌های کلی و همکاران (۲۰) مبنی بر این که محصولات دانه‌ای مانند گندم در مقایسه با محصولات علوفه‌ای و ریشه‌ای مقادیر قابل توجهی پتاسیم جذب و به دانه‌ها منتقل می‌کنند مطابقت دارد. به علاوه نجفی نژاد و همکاران

www.SID.ir

(۹) و کلی و همکاران (۲۰) تاکید نمودند در کشت متوالی یک محصول نسبت به نظام‌های تناوبی پتاسیم قابل استفاده در خاک سیر نزولی داشت. در این آزمایش میزان نیتروژن مصرفی و برگشت بقایای محصول پیش کاشت تاثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم قابل استفاده خاک نداشت.

به گزارش حقیقت نیا و همکاران (۳) تناوب زراعی اثر معنی‌داری بر میزان پتاسیم قابل تبادل خاک داشت. اما به گزارش فیض‌آبادی و همکاران (۴) با وجودی که میزان مصرف پتاسیم در نظام پرنهاده بیش از نظام کم نهاده بود، ولی پتاسیم باقی‌مانده خاک در این دو نظام تفاوتی را نشان نداد. صیادیان و طلیعی (۶) نیز تاکید نموده‌اند که تناوب زراعی تاثیر معنی‌داری بر پتاسیم قابل تبادل خاک نداشت. آینه بند (۱) نیز مشاهده نمود حضور گیاهان مختلف زراعی در تناوب، امکان فراهمی پتاسیم در خاک را تغییر می‌دهد.

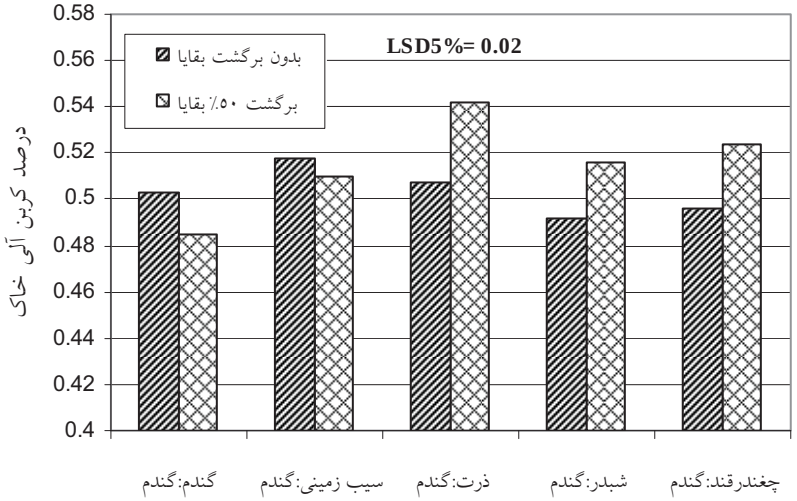
کربن آلی خاک

نتایج آزمایش نشان داد که نوع محصول پیش کاشت و میزان مصرف نیتروژن اثر معنی‌داری بر کربن آلی خاک در سال اول آزمایش نداشت (جدول ۲). اما در سال دوم آزمایش اثر متقابل تناوب زراعی و برگشت بقایا بر میزان کربن آلی خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری معنی‌دار بود (جدول ۳). شکل ۲ نشان می‌دهد که برگشت بقایای ذرت، چغندرقند و شبدر به ترتیب بیشترین تاثیر مثبت را بر افزایش کربن آلی خاک داشتند، اما برگشت بقایای سیب‌زمینی تاثیر معنی‌داری بر کربن آلی خاک نداشت و برگشت بقایای گندم حتی موجب کاهش کربن آلی خاک شد.

این نتیجه می‌تواند از یک طرف ناشی از آن باشد که حجم بقایای برگشتی به خاک در سیب زمینی از بقیه گیاهان پیش کاشت کمتر بود و از طرف دیگر بالاترین نسبت C/N در بقایای گندم و پایین‌ترین نسبت در بقایای شبدر ملاحظه شد. بنابراین تاثیر معنی‌دار برگشت بقایای ذرت و چغندرقند بر کربن آلی خاک ناشی از وزن بالای بقایا و نسبت C/N مناسب آنها می باشد، اما بقایای گندم با وزن و نسبت C/N زیاد موجب کاهش کربن آلی خاک گردیده است.

نتایج آزمایش عدالت و همکاران (۷) نیز مشابه نتایج این آزمایش نشان داد که در سال اول بین تناوب‌های زراعی، تفاوت معنی‌داری به جهت کربن آلی خاک وجود نداشت. اگر چه کاربرد کود نیتروژنه باعث افزایش مقدار بقایای گیاهی هر محصول شد، ولی اثر معنی‌داری بر کربن آلی خاک نداشت. به گزارش مسگر باشی و همکاران (۸) افزایش مصرف نیتروژن در زراعت گندم تاثیر معنی‌داری بر ماده آلی خاک نداشت.

بر اساس نظر دیکو و همکاران (۱۵) میزان کربن آلی خاک با میزان بقایای گیاهی برگشت داده شده به خاک رابطه مستقیم دارد. در این آزمایش بیشترین وزن خشک بقایای برگشتی به خاک به ترتیب به ذرت، چغندرقند، گندم، شبدر و سیب زمینی تعلق داشت (جدول۳ و ۴)، بنابراین بیشترین افزایش کربن آلی خاک با برگشت بقایای ذرت مشاهده گردید. بقایای سیب زمینی به دلیل وزن اندک و نسبت C/N پایینتر از سایر گیاهان پیش کاشت تاثیر معنی‌داری بر کربن آلی خاک نداشت. به نظر می‌رسد دلیل کاهش کربن آلی خاک با برگشت بقایای گندم، نسبت بالای C/N بقایای گندم باشد. عدالت و همکاران (۷) اظهار داشتند که کاهش نسبت C/N خاک موجب افزایش فعالیت جمعیت میکروبی و تجزیه سریعتر مواد آلی خاک شده و در نهایت منجر به کاهش کربن آلی خاک می‌گردد.



شکل ۲- اثر متقابل تناوب زراعی و برگشت بقایا بر میزان کربن آلی خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک در پایان سال دوم آزمایش

Archive of SID

www.SID.ir

صیادیان و طلیعی (۶) گزارش نمودند که تناوب زراعی اثر معنی-داری بر کربن آلی خاک نداشت. وارول (۳۶) در آزمایش خود مشاهده نمود که اثر تناوب زراعی، کود نیتروژنه و سیستم شخم بر کربن آلی خاک حداقل پس از هشت سال از شروع آزمایش قابل مشاهده می-باشد و قبل از این مدت اختلاف معنی‌داری بین نظام‌های تناوبی و سطوح مصرف نیتروژن به جهت میزان کربن آلی خاک به چشم نمی-خورد.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که میزان نیتروژن خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در طول دو سال آزمایش تحت تاثیر تناوب زراعی، مقدار کود نیتروژنه مصرفی و برگشت بقایای محصول قرار نگرفت. با این وجود کارآیی مصرف نیتروژن در این تناوب‌های زراعی متفاوت بوده و با توجه به عملکرد بیشتر گندم در تناوب سیب زمینی_گندم بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن در این تناوب می باشد. این نتایج گویای آن است که اختلاف عملکرد گندم در میان تناوب‌های زراعی می تواند ناشی از اثرات غیر نیتروژنه تناوب همچون بهبود رطوبت قابل دسترس، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، بهبود ساختار فیزیکوشیمیایی خاک و افزایش تنوع و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک باشد. از آنجا که در سال اول آزمایش بیشترین میزان فسفر باقی مانده در خاک پس از برداشت سیب زمینی مشاهده شد، شاید یکی از دلایل برتری این پیش کاشت نسبت به سایر پیش کاشت‌ها وجود فسفر قابل استفاده بیشتر در خاک باشد. این آزمایش نشان داد که جهت ارزیابی اثرات بقایای محصول به خاک نیاز به اجرای آزمایش‌های طولانی مدت می‌باشد.

منابع:

۱- آینه بند ا. ۱۳۷۸. ارزیابی اکولوژی زراعی سیستم‌های تناوبی کشت مضاعف، پایان نامه دکتری زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- آینه بند ا. ۱۳۸۴. اثر تاریخچه کشت بر خصوصیات اکولوژیکی _ زراعی اکوسیستم گندم، مطالعه موردی: مزارع آموزشی تولیدی مجتمع کشاورزی رامین(ملاثانی)، مجله علمی کشاورزی، جلد۲۸، شماره۲، ۱۱۶-۱۰۱.

۳- حقیقت نیا ح.، دستفال م.، و براتی و. ۱۳۸۷. اثر نظام‌های مختلف تناوب گیاهی بر عملکرد گندم و برخی ویژگیهای خاک، مجله نهال و بذر، جلد ۲۴، شماره ۲، صفحات: ۲۸۰-۲۶۵.

۴- زارع فیض آبادی ا.، کوچکی ع. و علیمرادی ل. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات نیتروژن، فسفر و پتاسیم باقی‌مانده در خاک در واکنش به تناوب‌ها و نظام‌های زراعی متداول و اکولوژیک، مجله علوم آب و خاک، جلد۱۹، صفحات: ۳۵-۱۷.

۵- شهبازیان ن.، اله دادی ا. و ایران نژاد ح. ۱۳۸۶. واکنش عملکرد گندم پاییزه به کشت ما قبل(آیش، گندم، سویا و یونجه) و کاربرد کود دامی در منطقه قزوین، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، سال سیزدهم، شماره ۱، ۱۳۵-۱۲۵.

۶- صیادیان ک. و طلیعی ع.ا. ۱۳۷۹. بررسی به منظور تعیین تناوب مناسب برای زراعت گندم دیم در منطقه کرمانشاه، مجله نهال و بذر، جلد۱۶، شماره۴، صفحات: ۵۰۸-۴۹۸.

۷- عدالت م.، غدیری ح.، کامکار حقیقی ع.ا.، امام ی.، رونقی ع.، و آساد م.ت. ۱۳۸۵. برهمکنش دو تناوب زراعی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای آن در دو رقم گندم نان در شرایط دیم شیراز، مجله علوم زراعی ایران، جلد هشتم، شماره۲، ۱۲۰-۱۰۶.

۸- مسگرباشی م.، بخشنده ع.، نبی پور م.، و کاشانی ع. ۱۳۸۵. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز، مجله علمی کشاورزی، جلد۲۹، شماره۱، ۶۳-۵۳.

۹- نجفی نژاد ح.، جواهری م.ع.، راوری س.ذ.، و آزاد شهرکی ف. ۱۳۸۸. اثر تناوب زراعی و مدیریت بقایای گندم بر عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ و برخی خصوصیات خاک، مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ۲-۲۵، شماره۳، ۲۶۰-۲۴۷.

۱۰- نورقلی پور ف.، باقری ی.ر. و لطف الهی م. ۱۳۸۷. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت گندم، مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد۴، شماره۲، صفحات: ۱۲۹-۱۲۰.

11- Bhadoria P.B.S., Sing S., and Claassen N. 2001. Phosphorus efficiency of wheat, maize and groundnut grown in low phosphorus supplying soil. In: Horst et al. (eds) plant nutrition-food security and sustainability of agro-ecosystems Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 530-531.

12- Bremner J.M. 1996. Nitrogen-total.In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

13- Bremer E., and Van Kessel C. 1992. Plant-available nitrogen from lentile and wheat residues during a subsequent growing season. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1155-1160.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Chaney K. 1990. Effect of nitrogen fertilizer rate on soil nitrate content after harvesting wheat. J. Agric. Sci. Camb. 114: 171-176.
15- Diekow J.J., Mielniczuk J., Knicker H., Bayer C., Dick D.P., and Kogel-Knabaner I. 2005. Soil C and N stocks as affected by cropping systems managed under no-tillage for 17 years. Soil&Tillage Res. 81: 87-95.
16- Echeverria H.E., Navarro C.A., and Andrade F.H. 1992. Nitrogen nutrient of wheat following different crops. J. Agric. Sci. Camb. 118: 157-163.
17- Eck H.V., and Stewart B.A. 1998. Effects of long-term cropping on chemical aspect of soil quality. J. Sus. Agric. 12: 5-19.
18- Gahoonia T.S., and Nielsen N.E. 1996. Variation in acquisition of soil phosphorus among wheat and barley genotypes. Plant Soil. 78: 223-230.
19- Halvorson A.D., Wienhold B.J., and Black A.L. 2001. Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. Agron. J. 93: 836-841.
20- Kelley K.W., Long Jr J.H., and Todd T.C. 2003. Long-term crop rotations affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties. Field Crops Res. 83: 41-50.
21- Kendaragama K.M.A. 2002. Evaluation of the effectiveness of selected nitrogen fertility indicators for assessing crop rotation effects in a vertisol. Annals of the Sri Lanka Department of agriculture. 4: 83-88.
22- Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. P. 225-246. *In* A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
23- Liao M.T., Hocking P.J., and Dong B. 2005. Screening for genotypic variation in phosphorus efficiency in wheat. Field Crops Res. 30: 29-40.
24- Mongia A., and Gangwar B. 1991. Nutrient balance under multiple cropping sequence in an acid soil. Indian J. Agron. 36: 17-22.
25- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon, and organic matter. P. 539-580. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
26- Olsen S.R., and Sommers L.E. 1982. Phosphorus. p.403-429. *In* A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
27- Prasad N., and Kerketta R. 1991. Nutrient harvest and soil fertility in sequential cropping systems. Indian J. Agron. 36: 68-73.
28- Riedell W.E., Pikul J.L., Jaradat A.A., and Schumacher T.E. 2009. Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield and seed composition. Agron. J. 101: 870-879.
29- Russel A.E., Laird D.A., Parkin T.B., and Mallarino A.P. 2005. Impact of nitrogen fertilization and cropping system on carbon sequestration in Midwestern mollisoils. Soil Sci. Soc. Am. J. 69: 413-422.
30- Sawyer J. 2008. Importance of nitrogen in soil. Available at http:// www. agronext.iastate.edu/soilfertility /currenttopic/sawyer.
31- Shah Z., Shah S.H., Peoples M.B., Schwenke G.D., and Herridge D.F. 2003. Crop residue and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. Field Crops Res. 83: 1-11.
32- Soon Y.K., Clayton G.W., and Rice W. A. 2001. Tillage and previous crop effects on dynamics of nitrogen in a wheat-soil system. Agron. J. 93: 842-849.
33- Stockdale E.A., Gaunt J.L., and Vos J. 1997. Soil-Plant nitrogen dynamics: What concepts are required? Eur. J. Agron. 7: 145-159.
34- Thuy, N.H., Y. Shan, Bijay-Sing, K. Wang, Z. Cai, Y. Singh, and R.J. Buresh. 2008. Nitrogen supply in rice-based cropping systems as affected by crop residue management. Soil Sci. Soc. Am. J. 72: 514-523.
35- Varvel G.E. 1994. Rotation and nitrogen fertilization effects on changes in soil carbon and nitrogen. Agron. J. 86: 319-325.
36- Varvel G.E. 2006. Soil organic carbon changes in diversified rotations of the western corn belt. Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 426-433.
37- Varvel G., and Peterson T. 1990. Residual soil nitrogen as affected by continuous, two years and four years crop rotation systems. Agron. J. 82: 654-962.
38- Yadvinder-Singh., Bijay-Sing, J.K. Ladha, C.S. Khind, T.S. Khera, and C.S. Bueno. 2004. Effects of residue decomposition on productivity and soil fertility in rice-wheat rotation. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 854-864.
39- Zoum X., and Doxtader K.G. 1992. A new method for estimating gross phosphorus mineralization and immobilization rate in soil. Plant .Soil. 147: 243-250.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1277-1286

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۲۸۶-۱۲۷۷

Evaluation of Soil Fertility in wheat-based double Cropping Systems under Different Rates of Nitrogen and Return of Crop Residue

M. Rahimizadeh[1*]- A. Zare Feizabadi[2]- A. Kashani[3]- A. Koocheki[4]- M. Nassiri Mahallati [5]

Received:18-9-2010
Accepted:2-10-2011

Abstract

This study was conducted under cold climate condition in Khorasan during 2006-2008 growing seasons to evaluation of soil fertility in wheat-based double cropping systems under different rate of nitrogen and return of crop residues. A randomized complete block design with split-split plot arrangement and three replicates was used. Main plots were five crop rotations namely: wheat-wheat, potato-wheat, silage corn-wheat, clover-wheat and sugar beet-wheat. Four sub plots were, N fertilizer rates in preceding crop including no N (control), 50% lower than recommended N rate, recommended N rate and 50% more than recommended N rate. The two sub-sub plots were preceding crop residue return including: no residue return (control) and 50% residue return. Results showed that soil nitrogen content was not affected by crop rotation, nitrogen rate and return of crop residues. Soil phosphorus content at 30-cm depth was significantly affected by preceding crop of wheat. Although, nitrogen rate and crop residue return were not influenced on soil phosphorus. Our results indicated that soil potassium content observed for the clover and wheat, respectively. There was a significantly interaction between preceding crop and return of crop residue for soil organic carbon in the 30 to 60 cm depth. But, soil organic carbon was not affected by preceding crop and nitrogen rate in the first year of experiment.

Keywords: Crop rotation, Nitrogen, Phosphorus, Organic carbon, Wheat

Archive of SID

1- Assistant Professor, Department of Agronomy, Bojnourd Branch , Islamic Azad University
(*- Corresponding Author Email: rahimi1347@gmail.com)
2- Associate Professor, Agriculture and Natural Resource Research Center of Khorasan Razavi, Mashhad
3- Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch , Islamic Azad University
4,5- Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

www.SID.ir