" نهال و بذر"

جلد ۲۴ ، شماره ۲، سال ۱۳۸۷

اثر نظام‌های مختلف تناوب گیاهی بر عملکرد گندم و برخی ویژگی‌های خاک

Effect of Crop Rotation Systems on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Yield and some Soil Properties

حسن حقیقت‌نیا[۱]، منوچهر دستفال[۱] و وحید براتی[۲]

۱ و ۲: به ترتیب مربی و کارشناس ارشد، ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۴/۲۱

چکیده

حقیقت‌نیا، ح.، دستفال، م.، و براتی، و. ۱۳۸۷. اثر نظام‌های مختلف تناوب گیاهی بر عملکرد گندم و برخی ویژگی‌های خاک. **نهال و بذر ۲۴:** ۲۸۰-۲۶۵.

به منظور بررسی تاثیر نظام‌های مختلف تناوب گیاهی بر عملکرد گندم و برخی خصوصیات خاک، پژوهش حاضر با هفت تیمار تناوبی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در دو دوره سه ساله (از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۴) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب اجراء شد. تیمارهای تناوبی شامل ۱- باقلا- ذرت- ماش- گندم؛ ۲ - شبدر- پنبه- ماش- گندم، ۳- باقلا- ذرت- چغندر قند- گندم، ۴- پنبه- گندم- پنبه- گندم؛ ۵- ذرت- گندم- ذرت- گندم؛ ۶-گندم- کلزا- گندم؛ ۷- گندم- گندم- گندم بودند. پارامترهای مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد دانه گندم و اجزای آن، مادهٔ آلی خاک، فسفر و پتاسیم خاک، وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی خاک بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانهٔ گندم در دور اول آزمایش از تیمارتناوبی دوم به دست آمد که با تیمارهای تناوبی هفتم، ششم و چهارم تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد دانه در دور دوم مربوط به تیمار تناوبی پنجم بود که با تیمار تناوبی سوم اختلاف معنی‌داری نداشت. در دور دوم آزمایش، عملکرد دانهٔ گندم در تیمار تناوبی ششم به طور معنی‌داری از سایر تیمارهای تناوبی بیشتر بود و کمترین عملکرد دانه به تیمار تناوبی پنجم اختصاص داشت. افزایش عملکرد دانه در تیمارهای با عملکرد دانهٔ بیشتر مربوط به وزن دانه، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبلهٔ بیشتر بود. همچنین تیمارهای تناوبی، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تاثیر قرار داد، به طوری که کربن آلی، فسفر و پتاسیم خاک در تیمارهای تناوبی با عملکرد زیاد مانند تیمار تناوبی دوم و هفتم در دور اول و تیمار تناوبی ششم در دور دوم نسبت به بقیهٔ تیمارها افزایش یافت. به نظر می‌رسد، عدم وجود آیش در تیمار تناوبی پنجم، کیفیت پائین بقایای گیاهی ذرت و برداشت بالای مواد غذایی توسط این محصول، موجب کاهش عملکرد دانه گندم در این تناوب گردیده است. در مجموع وجود بقولات (گیاه شبدر) به صورت کود سبز در تیمار تناوبی دوم، هم در کوتاه مدت و هم در دراز مدت، و وجود گیاه زراعی کلزا با آیش تابستانه در تناوب با گندم در تیمار تناوبی ششم، در دراز مدت علت افزایش عملکرد دانهٔ گندم در این تیمارها بود.

واژه‌های کلیدی: گندم، تناوب زراعی، عملکرد دانه، ویژگی‌های خاک.

نویسنده مسئول: haghighatnia@farsagri.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بعضی از آثار نامطلوب ناشی از نحوه کشت گیاهان زراعی رایج، در دهه‌های اخیر به صورت کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش مصرف عناصر غذایی و کودهای شیمیایی، کاهش مادهٔ آلی و افزایش فشردگی خاک، ظهور علف‌های هرز رقابت‌کننده با گندم و دیگر گیاهان زراعی و شیوع بیماری‌های گیاهی در مناطق گندم کاری بروز کرده است که ادامهٔ این روند در آینده می‌تواند پیامدهای نامطلوبی را در نظام‌های تولید زراعی ایجاد کند. امروزه به کارگیری نظام‌های زراعی مناسب به عنوان یک راهکار مؤثر در افزایش پایداری و بهبود تولید محصولات زراعی و ایجاد امنیت غذایی در سطح جهان مد نظر متخصصین قرار گرفته است. با ایجاد تنوع از طریق تناوب، نظام‌های زراعی به منابع درونی و قابل تجدید خود وابستگی بیشتری پیدا می‌کنند و پایداری آن‌ها افزایش می‌یابد (Bahrani, 1996). چنین نظام‌هایی شرایط بهینه‌ای را برای مدیریت آفات، چرخش عناصر غذایی، استفاده از منابع و افزایش عملکرد را فراهم آورده، درحالی که تنوع تولید را افزایش، و مخاطره‌پذیری نظام و وقوع تلفات را کاهش می‌دهند. در عین حال نمی‌توان به یک‌باره نظام‌های متداول را کنار گذاشت ولی با استفاده از تناوب زراعی می‌توان تنوع را در این نظام‌ها افزایش داد (Koocheki *et al.*, 2001). تحقیقات انجام شده افزایش پایداری تولید و بهبود وضعیت خاک در تناوب‌های زراعی مبتنی بر بقولات را تایید کرده‌اند (Stevenson and Kessel, 1996) . افزایش مادهٔ آلی خاک از جمله کارکردهای مثبت این تناوب‌ها ذکر شده است (Masri and Ryan, 2005). نتایج یک آزمایش سه ساله (۸۲-۱۳۸۰) در داراب نشان داد که عملکرد گیاهان زراعی گندم و کلزا در تناوب با یکدیگر در مقایسه با کشت مداوم هر یک به تنهایی افزایش یافت، به طوری که عملکرد گندم در تناوب گندم- کلزا- گندم در مقایسه با زراعت تک کشتی گندم - گندم ۱۳/۴ درصد افزایش داشت (الحانی، گزارش منتشر نشده). در آزمایش مشابهی نیز در زابل، عملکرد گندم در تناوب گندم- کلزا در مقایسه با زراعت تک کشتی گندم، ۱۰/۴ درصد افزایش یافت (جهان‌بین، ۱۳۸۲، گزارش منتشر نشده). شهبازیان و اله دادی (Shahbazian and Allahdadi, 2004) اعلام کردند که عملکرد گندم در تناوب با شبدر یکساله و سویا به طور قابل توجهی افزایش یافت. نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al.*, 2004) نشان دادند که قرار گرفتن پنبه در تناوب، در مقایسه با کشت ممتد گندم، عملکرد گندم را ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. بورجوئیس و انتز (Bourgeois and Entz, 1996) گزارش کردند که عملکرد گندم بعد از کشت کتان، لوبیا و کلزا نسبت به عملکرد گندم در سیستم

Archive of SID

www.SID.ir

تک کشتی به ترتیب ۱۶، ۱۱ و ۸ درصد بیشتر بود. مطالعات تناوب زراعی برانت و زنتنر (Brandt and Zentner, 1995) در خاک‌های قهوه‌ای تیرهٔ ساسکاچوان در کشور کانادا نشان داد که وارد کردن کلزا در تناوب با گندم، عملکرد گندم را ۹ درصد افزایش داد. بقولات علاوه بر تأمین مواد غذایی دام که به منظور چرا و برداشت علوفه کاشت می‌شوند، با نفوذ ریشه‌های خود به اعماق خاک موجب تکثیر و تقویت میکروارگانیسم‌ها و افزایش حجم خاک گشته و از نظر اصلاح خاک و تنظیم اسیدیته خاک مفید و مؤثر هستند. استیونسون و کسل (Stevenson and Kessel, 1996) بیان کردند که عملکرد گندم پس از نخود نسبت به کشت مداوم گندم ۴۳ درصد افزایش نشان داد و کل نیتروژن تجمع یافته توسط گندم ۲۷ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشت مداوم گندم بود. بکی و برانت (Beckie and Brandt ,1997) بیان کردند که سودمندی نیتروژن در تناوب غلات با گیاهان پهن برگ نسبت به نظام تک کشتی غلات زیادتر بود. پراساد(Prasad, 1993) در آزمایشی نتیجه گرفت که جذب پتاسیم در تناوب گندم – برنج به میزان ۲۲۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و جذب پتاسیم در تیمار بادام زمینی- یولاف کمترین مقدار بود. لارنی و لیندوال (Larney and Lindwall, 1994) در طول هشت سال مطالعه، اثر تناوب دو ساله گندم زمستانه را با آیش، کلزا و عدس با شخم متداول، حداقل و صفر بررسی کردند و نتیجه گرفتند که گندم- آیش به دلیل ذخیرهٔ آب بیشتر عملکرد بیشتری تولید کرد.

در مجموع نتیجه گیری می‌شود که پاسخ متفاوت گیاهان در تناوب‌های زراعی مختلف که ناشی از روابط پیچیدهٔ خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، اثر آفات و بیماری‌های گیاهی و پویایی علف‌های هرز است موجب شده که نتوان یک نظام تناوبی ثابت را برای مناطق مختلف تعمیم داد. بنابراین جهت تشخیص رفتار گیاهان در تناوب‌های زراعی در هر منطقه نیاز به مطالعه و بررسی در شرایط همان منطقه دارد. پایداری تولید گندم به عنوان وسیع‌ترین و مهم‌ترین گیاه زراعی منطقهٔ داراب، استان فارس و کشور مستقیماً به نوع نظام‌های زراعی رایج و گیاهان قبل و بعد از کشت این محصول بستگی دارد و معرفی نظام‌های زراعی کارآمد و پایدار نیاز به تحقیق بیشتر دارد. تا کنون تحقیقات انجام شده در این مورد اندک بوده، بنابراین هدف از این تحقیق ارائهٔ یک نظام زراعی پایدار در تولید گندم بوده تا بتوان در آینده از بروز عوامل محدودکنندهٔ تولید جلوگیری کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بختاجرد داراب واقع در ۲۷۰ کیلومتری جنوب شرق شیراز در نقطه‌ای با طول جغرافیایی۵۷ درجه و ۱۷ دقیقهٔ شرقی، عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۱۵ متر از سطح دریا و در خاکی لومی به اجرا درآمد.

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و هفت تیمار در کرت‌های ثابت در دو دوره سه ساله از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۴ اجراء شد که تیمارهای تناوبی عبارت بودند از ۱- باقلا- ذرت- ماش-گندم، ۲- شبدر- پنبه- ماش- گندم، ۳- باقلا- ذرت- چغندر قند- گندم، ۴- پنبه- گندم- پنبه- گندم، ۵- ذرت- گندم- ذرت- گندم، ۶-گندم- کلزا- گندم و ۷- گندم- گندم- گندم.

مساحت کلیهٔ کرت‌های آزمایشی ۱۸۰ متر مربع با ابعاد ۳۰×۶ متر در نظر گرفته شد. کاشت گندم توسط بذرکار مخصوص غلات و بقیهٔ محصولات به روش دستی انجام شد. آبیاری بر اساس نیاز آبی محصولات در منطقه به روش جوی و پشته‌ای انجام شد. مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق، دیسک و لولر بود. به منظور تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش نمونه مرکب خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری گرفته و در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس مورد تجزیه قرار گرفت.

برای تعیین نیاز غذایی محصولات مورد استفاده در آزمایش قبل از کاشت هر محصول از خاک نمونه‌برداری شد و کودهای مورد نیاز هر محصول به غیر از گندم بر اساس نتایج آزمون خاک مصرف شد. کنترل علف‌های هرز به روش شیمیایی و مکانیکی انجام شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی هر محصول حاشیهٔ آزمایش حذف و ردیف‌های وسط کرت‌های آزمایش به عنوان محصول نهایی جهت تعیین عملکرد دانه در واحد سطح برداشت شد.

به منظوراندازه‌گیری اجزای عملکرد دانهٔ گندم، شامل وزن دانه، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی محصول، یک متر مربع از هر کرت به صورت کف بر برداشت شد. در تیمارهایی که جای گندم بود نمونه خاک به صورت دست نخورده قبل و بعد از کاشت جهت تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک گرفته شد. همچنین فشردگی خاک با معیار شاخص مخروطی توسط دستگاه پنوترومتر در دور دوم تناوب اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده از عملکرد و اجزای آن و نیز برخی ویژگی‌های اندازه گیری شده نظیر وزن مخصوص ظاهری، ماده آلی خاک، فشردگی خاک، فسفر و پتاسیم خاک در پایان هردوره با برنامه آماری MSTATC تجزیه واریانس شد و میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. در جدول ۲ نام محصولات، ارقام، میزان بذر مصرفی و نحوه کنترل علف‌های هرز در آزمایش تناوب مشخص شده‌اند.

عملکرد دانه و اجزای آن

نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه گندم (۶۴۱۷ کیلوگرم

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مورد آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متری) قبل از آزمایش

Table 1. Some physical and chemical properties of soil (0-30 cm depth) in experiment site before conducting of crop rotation system

محل آزمایش	اسیدیته	هدایت الکتریکی	کربن آلی	سیلت	رس	شن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
Site	pH	EC (dsm^{-1})	O.C (%)	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
							(p.p.m.)					
ایستگاه بختاجرد Bakhtaj-erd	8.2	0.89	0.81	55.8	28	16.2	10	205	5.5	0.64	13.7	1.7

جدول ۲- نام محصول، رقم، میزان بذر مصرفی و نحوهٔ کنترل علف‌های هرز گیاهان زراعی مورد استفاده در تناوب

Table 2. Name of crops and cultivars, seeding rate and weed control methods in rotations

نام محصول		نام رقم	میزان بذر مصرفی	نحوهٔ کنترل علف‌های هرز	
Name of crop		Name of cultivar	Seeding rate ($kg\ ha^{-1}$)	Weed control method	
Broad bean	باقلا	Zohreh	100	Hand weeding	وجین دستی
Corn	ذرت	Single cross 704	25	Atrazine and Lasso	آترازین و لاسو
Chick ling vetch	ماش	Gohar	60	Hand weeding	وجین دستی
Wheat	گندم	Chamran	200	Granstar and Topik	گرانستار و تاپیک
Clover	شبدر	Berseem	20	No control	بدون کنترل
Sugar beet	چغندر قند	PP 22	20	Hand weeding	وجین دستی
Cotton	پنبه	Bakhtegan	30	Hand weeding and trifluraline	ترفلان و وجین دستی
Canola	کلزا	Option 501	8	Trifluraline	ترفلان

Archive of SID

www.SID.ir

در هکتـــار) در دور اول تنـــاوب (۸۱-۱۳۷۸) مربوط به تیمار تناوبی دوم (شبدر- پنبه- ماش- گندم) بود که با تیمارهای تناوبی هفتم (گنـدم- گندم- گنـدم)، شـشم (گنـدم- کلـزا- گنـدم) و چهـارم (پنبـه- گنـدم- پنبـه- گنـدم) اخـتلاف معنی‌دار آماری نشان نداد. کمترین عملکرد دانه (۵۱۲۶ کیلـوگرم در هکتـار) در تیمـار تنـاوبی پنجم (ذرت- گندم- ذرت -گندم) حاصل شـد کـه بـا تیمارهـای تنـاوبی سـوم (بـاقلا- ذرت- چغنـدر- گنـدم) و اول (بـاقلا- ذرت- مـاش- گنـدم) اخـتلاف معنـی‌دار آمـاری نداشـت. عملکـرد دانـه در تیمارهـای تنـاوبی دوم (۶۴۱۷ کیلوگرم در هکتار) و هفتم (۶۲۹۱ کیلوگرم در هکتار) به طـور معنـی‌داری از تیمارهـای تنـاوبی پنجم، سوم و اول بیشتر شـد. نتیجهٔ نهـایی تـاثیر تیمارهای تناوبی بـر عملکـرد دانـه کـه در پایـان دور دوم تنـاوب بـه دسـت آمـد نـشان داد کـه حداکثر عملکـرد دانـه مربـوط بـه تیمـار تنـاوبی شـــشم (۶۸۵۰ کیلـــوگرم در هکتـــار) بـــود و تیمارهـــای تنـــاوبی دوم (۶۳۴۰ کیلـــوگرم در هکتـار) و اول بـا عملکـرد ۵۹۲۸ کیلـوگرم در هکتـار در مرتبـهٔ بعـدی قـرار داشـتند. کمتـرین عملکرد دانه (۵۰۶۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تناوبی پنجم بود که با تیمار تناوبی سـوم اختلاف معنی‌داری نداشـت (جـدول ۳). در دور اول تنـاوب از نظـر وزن دانـه تیمارهـای تنـاوبی هفتم و دوم، از لحاظ تعداد سنبله در واحد سطح تیمـار هفـتم و از نظـر تعـداد دانـه در سـنبله تیمارهای هفتم و دوم بیشترین مقدار را بـه خـود اختصاص دادند. همچنین مقدار زیست تـوده در تیمـار اول در بـالاترین حـد قـرار داشـت کـه بـا تیمارهـــای هفـــتم، شـــشم و چهـــارم تفـــاوت معنـــی‌داری نداشـــت. در ایـــن دور از آزمـــایش شاخص برداشت تیمارهـا تفـاوت معنـی‌داری بـا یکـدیگر نداشـتند. در دور دوم تنـاوب بیـشترین مقدار وزن دانه مربوط به تیمار تناوب ششم بـود کـه بـا تیمـار تنـاوب دوم تفـاوت معنـی‌داری نداشـت. از نظـر تعـداد سـنبله در واحـد سـطح تیمارهای تناوب ششم و دوم به طور معنـی‌داری نسبت به تیمار تناوب سوم برتری نشان دادنـد در حالی کـه در بقیـهٔ تیمارهـا اخـتلاف معنـی‌داری مشاهده نشد. تعداد دانه در سنبله در تیمار تناوب ششم با تیمار تناوب چهارم از نظرآماری همسان بود و نسبت به سایر تیمارها بـه طـور معنـی‌داری برتری داشت. از نظر مقدار زیـست تـوده، تیمـار تناوب دوم در بالاترین حد قرار داشت به نحوی که افزایش آن نسبت به تیمارهای تنـاوب سـوم، چهـارم، پـنجم و شـشم معنـی‌دار شـد. شـاخص برداشت تیمار تناوب ششم به طور معنـی‌داری از کلیهٔ تیمارها بالاتر بـود (جـدول ۳). بـا توجـه بـه این‌که بین عملکرد دانه و اجـزای آن همبـستگی زیادی بود، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش ۲۵/۲ و ۲۲/۷ درصـــدی عملکـــرد دانـــه در تیمارهـــای تنـــاوب دوم و هفـــتم (تیمارهـــای بـــا عملکرد زیاد) نسبت به تیمار تناوب پنجم (تیمار بـا عملکـرد کـم) ناشـی از تـأثیر مثبـت ایـن تیمارهای تناوبی بر افزایش اجزای عملکرد بوده است (جـدول ۳). بیومـاس زیـاد ایـن تیمارهـای

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تاثیر تیمارهای تناوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ گندم در دور اول و دوم تناوب

Table 3. Effects of crop rotation treatments on wheat grain yield and its components in the first and second cycles of rotation

تیمارهای تناوبی Rotation treatments	عملکرد دانه Grain yield (kgha^{-1})		وزن دانه Grain weight (mg)		تعداد سنبله در متر مربع Spike no. per m^2		تعداد دانه در سنبله Grain no. per spike		زیست توده Biomass (kgha^{-1})		شاخص برداشت Harvest index (%)	
	دور اول First cycle	دور دوم Second cycle	دور اول First cycle	دور دوم Second cycle	دور اول First cycle	دور دوم Second cycle	دور اول First cycle	دور دوم Second cycle	دور اول First cycle	دور دوم Second cycle	دور اول First cycle	دور دوم Second cycle
باقلا- ذرت- ماش-گندم Broad been- Corn - Chick ling vetch - Wheat	5530 bc	5928 bc	35.3 bc	35.2 bc	460 b	430 ab	35.3 bc	39.1 b	16530 bc	17530 ab	33.5 a	33.8 cd
شبدر- پنبه- ماش- گندم Clover-Cotton- Chick ling vetch -Wheat	6417 a	6340 b	36.6 ab	37.0 ab	470 ab	435 a	37.4 ab	39.9 b	18880 a	18660 a	34.0 a	34.7 bc
باقلا- ذرت- چغندر- گندم Broad been - Corn -Sugar beet- Wheat	5447 bc	5423 de	33.8 bc	35.2 bc	459 b	395 b	34.4 c	37.4 b	16450 bc	16940 bc	33.1 a	32.0 e
پنبه- گندم- پنبه- گندم Cotton- Wheat-Cotton- Wheat	5849 ab	5680 cd	35.3 bc	34.6 bc	469 ab	425 ab	34.8 bc	38.6 ab	17330 abc	17290 ab	33.8 a	32.9 de
ذرت- گندم- ذرت- گندم Corn- Wheat- Corn - Wheat	5126 c	5065 e	33.1 c	33.8 c	432 b	422 b	33.4 d	34.5 c	15980 c	16920 bc	32.1 a	30.0 f
گندم- کلزا- گندم Wheat-Canola-Wheat	5984 ab	6850 a	35.3 bc	38.8 a	467 ab	455 ab	35.8 bc	43.2 a	17330 abc	17130 bc	34.5 a	40.0 a
گندم- گندم- گندم Wheat-Wheat-Wheat	6291 a	5704 cd	38.6 a	34.4 bc	506 a	428 a	39.1 a	38.8 b	18150 ab	15770 c	34.7 a	35.7 b

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different according to Duncan`s Multiple Range Test (P<0.05).

First cycle: From 1999 to 2002; Second cycle: From 2002 to 2005

Archive of SID

www.SID.ir

تناوبی بدون کاهش شاخص برداشت نشان می‌دهد که تیمارهای تناوبی تاثیر مثبتی بر ساخت و ساز مواد پرورده و اختصاص آن به دانه داشته است.

اثر مثبت وجود دو گیاه از تیره بقولات در تیمار تناوبی دوم می‌تواند سبب تولید مادهٔ آلی بیشتر، تثبیت نیتروژن بیشتر به طریق همزیستی با باکتری‌های خانواده ریزوبیاسه و در نتیجه کاهش نسبت C/N ، فعالیت بیشتر میکروارگانیزم‌هائی مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها و اکتینومیست‌ها در تسریع روند معدنی شدن ماده آلی خاک، حلالیت و جذب بیشتر عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، منیزیم، منگنز، روی و آهن، کاهش pH خاک و افزایش فعالیت ریشه‌ها و نیز کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شود. وجود چنین اثرهائی توسط برخی محققین دیگر نیز گزارش شده است. چان و هینان (Chan and Heenan,1993) افزایش ۴۰ درصدی عملکرد دانهٔ گندم را در تناوب لوپن- گندم نسبت به تناوب گندم-گندم مربوط به افزایش کیفیت مادهٔ آلی خاک از طریق کاهش نسبت C/N دانستند. استیونسون و کسل (Stevenson and Kessel, 1996) گزارش کردند که افزایش ۴۳ درصدی عملکرد گندم در تناوب گندم- نخود نسبت به کشت مداوم گندم ناشی از شکسته شدن چرخهٔ بیماری‌های گندم و فراهمی عناصر غذایی پتاس، فسفر و گوگرد بود. کاهش pH خاک در تناوب‌های مبتنی بر بقولات توسط کاظمی (Kazemi, 1999)، وی و همکاران (Wie *et al.*, 2005) و چان و هینان (Chan and Heenan, 1993) گزارش شد. ارتباط بین کاهش pH خاک و فعالیت ریشه در تناوب‌های دارای لگوم توسط هاینز (Hayens, 1983) تأیید شد.

بخشی از کاهش عملکرد دانهٔ گندم در تیمار تناوبی پنجم می‌تواند ناشی از حجم زیاد بقایای گیاهی ذرت با نسبت C/N بالا و نیز تخلیهٔ زیاد عناصر غذائی خاک به دلیل توقع غذائی بالای ذرت باشد. راسموسن و آلبرخت (Rasmussen and Albrecht, 1998) گزارش کردند که بقایای گیاهی غلات به دلیل نسبت C/N زیاد در فراهم آوردن نیتروژن قابل دسترس زود هنگام مشارکت کمی دارند.

در دور دوم تناوب وجود آیش تابستانه و گیاه زراعی پهن برگ کلزا در تیمار تناوبی ششم (گندم – کلزا – گندم) موجب برتری عملکرد این تیمار تناوب نسبت به بقیهٔ تیمارها شد. بالا بودن عملکرد دانه در این تیمار تناوب ناشی از تاثیر مثبت این تیمار تناوبی بر اجزای عملکرد دانه شامل وزن دانه، تعداد دانه و تعداد سنبله در واحد سطح بود. بالا بودن تعداد سنبلهٔ بارور در واحد سطح در این تیمار نشانگر آن است که اثر مثبت تناوب بر خصوصیات خاک موجب تقویت پنجه‌دهی بوته‌ها شده است. بالا بودن تعداد دانه در سنبله، ناشی از تاثیر مثبت اثر این تیمارها بر تولید گلچه‌های بارور بیشتر و دانه‌بندی بهتر آن‌ها در سنبله بوده است. بالا

Archive of SID

www.SID.ir

بودن وزن دانه، نشانگر اثر مثبت این تیمارها بر تولید و اختصاص مواد پرورده بیشتر به دانه است. با توجه به این که شاخص برداشت این تیمارها از بقیه بیشتر بود، افزایش کارآیی اندام‌های سبز در تولید مادهٔ خشک بیشتر و اختصاص سهم بیشتر این مواد به دانه را می‌توان نتیجه‌گیری کرد. قرار گرفتن کلزا با نیازهای غذایی متفاوت می‌تواند موجب بهبود عناصر غذایی خاک و شکسته شدن چرخهٔ بیماری‌ها شده باشد. اثر مثبت کلزا در تناوب با گندم توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. در بررسی‌های انجام شده قبلی به ترتیب ۱۳/۴ و ۱۰/۴ درصد افزایش عملکرد گندم در تناوب گندم – کلزا – گندم در مقایسه با زراعت تک کشتی گندم – گندم گزارش شده بود (الحانی، ۱۳۸۲ و جهان‌بین، ۱۳۸۲، گزارش منتشر نشده). در تیمار تناوبی ششم مقدار نسبتاً زیاد کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل دسترس خاک و نیز شاخص مخروطی پایین در اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک که نشانگر اثر مثبت تناوب گندم با کلزا بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است، با عملکرد دانهٔ زیاد گندم بی‌ارتباط نیست.

بالا بودن عملکرد دانهٔ گندم در تیمار تناوبی دوم در هر دو دور آزمایش نشانگر پایداری تولید این تناوب در دراز مدت است. تیمارهای تناوبی پنجم و سوم در هر دو دور جزء تناوب‌های کم عملکرد بودند. پایین بودن عملکرد دانه در تیمار تناوبی پنجم در هر دو دوره تناوب نشان داد که وجود گیاه زراعی پرتوقع ذرت که هم خانواده با گندم بوده و به صورت کشت دوم کاشته شد، موجب حذف آیش تابستانه شده و اثر منفی آن بر عملکرد گندم در دراز مدت ادامه یافت. با توجه به این که عملکرد گندم در تیمار تناوبی اول، در دور اول، در رتبهٔ پنجم و در دور دوم، در رتبهٔ سوم قرار گرفت، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که وجود دو گیاه زراعی لگوم باقلا و ماش در این تناوب توانسته، در دراز مدت اثر سوء حضور ذرت در تناوب با گندم را تعدیل کند.

عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد دانهٔ گندم در تیمار تناوبی ششم نسبت به تیمار تناوب هفتم در کوتاه مدت (دور اول) و افزایش معنی‌دار آن در دراز مدت (دور دوم) ، نشانگر این است که گرچه ممکن است تناوب تک کشتی گندم در کوتاه مدت فاقد اثر مضره باشد، اما این اثر سوء در دراز مدت نمایانگر می‌شود. بر عکس، تناوب دانهٔ روغنی کلزا با گندم در کوتاه مدت عملکرد نسبتاً بالا داشته و در دراز مدت اثر مفید آن بر عملکرد گندم به تدریج نمایان‌تر شده است. به نظر می‌رسد در تناوب تک کشتی گندم، اثر مثبت آیش تابستانه در دراز مدت تحت تاثیر اثر منفی یکنواختی کشت قرار گرفته و به تدریج این اثر مثبت را زایل کرده است. گرچه انتظار می‌رود عملکرد دانهٔ گندم در تناوب پنبه-گندم در مقایسه با بقیهٔ تیمارها در حد بالایی باشد، ولی در آزمایش حاضر عملکرد دانهٔ گندم در این تناوب تقریباً در حد

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط بود. این امر به دلیل قرار گرفتن پنبه به صورت کشت دوم و حذف آیش تابستانه در این تناوب بود، حال آن که اگر پنبه به صورت کشت اصلی در تناوب با گندم قرار می‌گرفت، به دلیل برخورداری از اثر مثبت آیش تابستانه و زمستانه عملکرد دانهٔ گندم بالاتر از این حد قرار می‌گرفت.

تأثیر تیمارهای تناوب بر ویژگی‌های فیزیکو- شیمیایی خاک

در دور اول تناوب، بیشترین میزان کربن آلی مربوط به تیمار تناوب دوم بود که، به جز با تیمارهای تناوب سوم و چهارم، با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۴- تأثیر تیمارهای تناوبی بر بعضی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک، پس از برداشت گندم در دور اول تناوب (۱۳۸۱-۱۳۷۸)

Table 4. Effects of crop rotation systems on some physico-chemical soil properties after wheat harvest in the first rotation cycle (1999-2002)

تیمارهای تناوب Rotation treatments	کربن آلی O.C. (%)	فسفر P ($mgkg^{-1}$)	پتاسیم K ($mgkg^{-1}$)	وزن مخصوص ظاهری BD (gcm^{-3})
باقلا- ذرت- ماش- گندم Broad been- Corn - Chick ling vetch - Wheat	0.94 ab	11.90 ab	222.5 a	1.98 b
شبدر- پنبه- ماش- گندم Clover-Cotton- Chick ling vetch -Wheat	0.98 a	12.80 a	228.0 a	1.360 ab
باقلا- ذرت- چغندر- گندم Broad been - Corn -Sugar beet- Wheat	0.79 c	10.30 c	193.0 bc	1.523 ab
پنبه- گندم- پنبه- گندم Cotton- Wheat-Cotton- Wheat	0.85 bc	10.65 bc	206.0 abc	1.482 ab
ذرت- گندم- ذرت- گندم Corn- Wheat- Corn - Wheat	0.88 abc	9.73 c	188.3 c	1.570 a
گندم- کلزا- گندم Wheat-Canola-Wheat	0.92 ab	11.20 bc	214.0 abc	1.462 ab
گندم- گندم- گندم Wheat-Wheat-Wheat	0.93 ab	10.40 bc	218.0 ab	1.430 ab

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different according to Duncan`s Multiple Range Test ($p<0.05$).

میزان فسفر خاک در تیمار تناوب دوم با تیمار تناوب اول تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت. در تیمارهای تناوب دوم و اول مقدار پتاسیم خاک نسبت به تیمارهای تناوب سوم و پنجم افزایش آماری نشان داد، ولی تفاوت آن‌ها با سایر تیمارها معنی‌دار نشد. از نظر وزن مخصوص ظاهری تیمار تناوبی پنجم دارای وزن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- تأثیر تیمارهای تناوبی بر بعضی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک، در پایان دور دوم تناوب (۱۳۸۴-۱۳۸۱)

Table 5. Effects of crop rotation treatments on some physico-chemical soil properties after wheat harvest at the end of second rotation cycle (2002-2005)

تیمارهای تناوب	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	وزن مخصوص ظاهری	شاخص مخروطی Core index (cm)			
Rotation treatments	O.C. (%)	P ($mgkg^{-1}$)	K ($mgkg^{-1}$)	BD (gcm^{-3})	0-10	10-20	20-30	30-40
باقلا- ذرت- ماش-گندم Broad been- Corn - Chick ling vetch - Wheat	1.049ab	11.1bcd	235ab	1.40ab	545.67bc	1357c	1757cd	2385c
شبدر- پنبه- ماش- گندم Clover-Cotton-Chick ling vetch - Wheat	1.100a	12.5a	255a	1.24b	436.42e	1087d	1850bc	2428c
باقلا- ذرت- چغندر- گندم Broad been - Corn -Sugar beet-Wheat	0.780e	10.4cd	213bc	1.46a	733.55a	1982a	2411a	2815b
پنبه- گندم- پنبه- گندم Cotton- Wheat-Cotton- Wheat	0.852de	11.2abc	220bc	1.45a	500.5cd	1609b	2379a	3008a
گندم- کلزا- گندم Wheat-Canola-Wheat	0.980bc	12.0ab	229abc	1.43a	468.5de	1205cd	1926bc	2464c
گندم- گندم- گندم Wheat-Wheat-Wheat	0.910cd	10.4cd	225bc	1.38ab	412.3e	869e	1622d	2061d

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different according to Duncan`s Multiple Range Test ($p<0.05$).

مخصوص ظاهری بیشتری از تناوب‌های تناوب اول و دوم بود در حالی که در بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری ملاحظه نشد (جدول ۴).

در دور دوم تناوب میزان کربن آلی در تیمارهای تناوب دوم و اول، فسفر در تیمارهای تناوب دوم و ششم و پتاسیم در تیمارهای تناوب دوم و اول بیشتر از سایر تیمارها بود. وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای تناوب سوم، چهارم، پنجم و ششم به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار دوم بود و در سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. شاخص مخروطی خاک در تیمار تناوب سوم در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در بالاترین حد قرار داشت و در عمق ۴۰-۳۰ سانتی‌متری خاک این شاخص در تیمار تناوب چهارم به طور معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود (جدول ۵).

همبستگی اجزای عملکرد و برخی خصوصیات خاک با عملکرد دانه

نتایج آزمایش نشان داد که اجزای عملکرد دانه شامل وزن دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

سنبله در واحد سطح با عملکرد دانه به ترتیب، ۰/۹۴، ۰/۹۷ و ۰/۷۹ درصد همبستگی نشان دادند (جدول ۶). همچنین همبستگی میزان فسفر، پتاسیم و کربن آلی خاک با عملکرد دانه به ترتیب، ۰/۸۹، ۰/۷۲ و ۰/۷۹ درصد بود. وزن مخصوص ظاهری خاک با عملکرد دانه دارای همبستگی منفی (۰/۵۲ – درصد) بود. علاوه بر این میزان همبستگی شاخص مخروطی خاک با عملکرد دانه از سطح تا عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک کاهش یافت (جدول ۷).

جدول ۶- ضرایب همبستگی عملکرد دانهٔ گندم با برخی اجزای آن

Table 6. Correlation between wheat grain yield and some components of yield

دوره تناوب Rotation cycle		وزن دانه Grain weight (mg)	تعداد سنبله در متر مربع Spike no. per m^2	تعداد دانه در سنبله Grain no. per spike	زیست توده Biomass ($kgha^{-1}$)
First cycle	دور اول	0.88	0.81	0.90	0.98
Second cycle	دور دوم	0.94	0.79	0.97	0.39

جدول ۷- ضرایب همبستگی عملکرد دانهٔ گندم با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 7. Correlation between wheat grain yield and some soil physico-chemical properties.

دوره تناوب Rotation cycle	فسفر P ($mgkg^{-1}$)	پتاسیم K ($mgkg^{-1}$)	وزن مخصوص ظاهری BD (gcm^{-3})	کربن آلی O.C. (%)	شاخص مخروطی Core index (cm) 0-10	10-20	20-30	30-40
First cycle	–	–	–	–	0.28	-0.77	0.79	0.58
Second cycle	-0.22	-0.34	-0.39	-0.52	0.79	-0.52	0.72	0.89

تفاوت گیاهان موجود در تیمارهای تناوبی مختلف و نیز مدت زمان تناوب که در این آزمایش به صورت دور اول و دوم در نظر گرفته شد، منجر به تفاوت کربن آلی خاک در این تیمارها شد، به نحوی که در هر دو دور آزمایش، کربن آلی در تیمارهای تناوبی دوم و اول در حد بالا، در تیمارهای تناوبی ششم و هفتم در حد متوسط و در تیمار تناوبی سوم در حد پایین بود. بالا بودن میزان کربن آلی خاک در تیمار تناوبی دوم در هر دو دور آزمایش، ناشی از وجود شبدر به عنوان کود سبز بود. بدیهی است که کود سبز موجب برگشت کامل

Archive of SID

www.SID.ir

بقایای گیاهی به خاک و افزایش سریع‌تر کربن آلی خاک شده است. همچنین در این تیمار گیاه لگوم ماش به علت داشتن بقایای گیاهی غیر خشبی و در نتیجه تجزیه میکروبی سریع‌تر، همرا با شبدر به صورت کود سبز و گیاه پهن برگ پنبه، مجموعاً شرایط مطلوبی را در افزایش کربن آلی خاک در این تیمار فراهم آورد. افزایش میزان مادهٔ آلی خاک توسط گیاهان لگوم در تناوب‌های گیاهی توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Doran, 1987؛ Granatstein *et al.*, 1987؛ Campbell *et al.*, 1991؛ Mitchell and Entry, 1998).

میزان متوسط کربن آلی تیمارهای تناوبی هفتم و ششم ناشی از وجود بقایای گیاهی گندم و کلزا و نیز داشتن فرصت بیشتر جهت تجزیه این بقایا در دورهٔ آیش تابستانه بود که موجب شد در مجموع میزان مادهٔ آلی خاک نسبت به تیمارهای بدون آیش افزایش یابد. از جمله دلایل پایین بودن کربن آلی خاک در تیمار تناوبی سوم یکی مربوط به برداشت دانه باقلا همراه با قسمت اعظم بقایای گیاهی آن بوده، دیگر این که خروج کامل ریشهٔ چغندر قند از خاک و دارا بودن میزان کمتر اندام‌های هوایی مجموعاً کربن آلی خاک را کاهش داد. گر چه گیاه زراعی ذرت با میزان کربن آلی بالا در این تیمار قرار داشت، چون ذرت فقط یک بار در هر دور تناوبی کشت شد، لذا نتوانست میزان کربن آلی این تیمار را چندان افزایش دهد. کربن آلی نسبتاً کم در تیمار تناوب چهارم به این دلیل بوده است که گیاه زراعی پنبه در قیاس با بسیاری از گیاهان زراعی موجود در بررسی حاضر دارای بقایای گیاهی کمتری است.

افزایش میزان کربن آلی تیمارهای تناوبی در دور دوم نسبت به دور اول ناشی از افزایش بقایای گیاهی به مرور زمان و تجزیه و تبدیل قسمتی از آن به کربن آلی خاک بود. ارتباط میزان مادهٔ آلی خاک با میزان بقایای گیاهی برگشت داده شده به خاک توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. راسموسن و کولین (Rasmussen and Collin, 1991) گزارش کردند که در شرایط اقلیمی نیمه خشک و نیمه‌مرطوب، بین میزان کربن آلی خاک و کربن مخلوط شده با خاک همبستگی زیاد وجود دارد. راسموسن و آلبرخت (Rasmussen and Albrecht, 1998) یک رابطهٔ خطی بین کربن آلی و افزایش بقایای گیاهی به خاک به دست آوردند و گزارش کردند که ۱۸٪ از کل کربن اضافه شده به خاک در تولید کربن آلی خاک مشارکت داشت. دیکو و همکاران (Diekow *et al.*, 2005) نشان دادند که میزان کربن آلی خاک با میزان بقایای گیاهی برگشت داده شده به خاک رابطهٔ مستقیم داشت.

در ارتباط با میزان فسفر و پتاسیم خاک می‌توان اظهار کرد که در تیمار تناوبی دوم چون شبدر به صورت کود سبز به خاک برگشته است، به تبع آن عناصر غذایی جذب شده در شاخ و برگ گیاه مجدداً به خاک برگشت داده

Archive of SID

www.SID.ir

شده است. لذا این امر در افزایش عناصر غذایی خاک و بالا بودن میزان فسفر و پتاس خاک در تیمار تناوبی دوم مؤثر واقع شده است. از طرفی گیاه ماش نیز که یک گیاه نسبتاً کم توقع از نظر مصرف عناصر غذایی است به دلیل تخلیهٔ کمتر عناصر غذایی خاک در بالا نگه داشتن این عناصر به سهم خود تاثیرگذار بوده است. در تیمار تناوبی پنجم وجود ذرت به عنوان یک گیاه پرتوقع تخلیهٔ عناصر غذایی را به حداکثر رسانیده و از طرف دیگر عدم وجود آیش در این تناوب فرصت زمانی کافی را جهت بازیافت عناصر غذایی توسط خاک محدود نموده و نهایتاً این عوامل موجب شدند که میزان فسفر و پتاس باقیماندهٔ خاک در پایان دور اول و دوم تناوب به حد اقل برسد. در تیمار تناوبی اول وجود گیاهان باقلا و ماش و در تیمار تناوبی ششم وجود گیاه زراعی کلزا و آیش تابستانه از جمله عوامل مؤثر در بالا بودن نسبی عناصر غذایی فسفر و پتاس باقیمانده در خاک بود. بعلاوه، ماده آلی علاوه بر تاثیر بر خواص بیولوژیکی و شیمیایی خاک، برخی خصوصیات فیزیکی خاک را نیز تحت تاثیر قرار داده است. مثلاً پایین بودن وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمار تناوبی دوم و اول در هر دو دور آزمایش و بالا بودن آن در تیمارهای تناوبی سوم و پنجم حاکی از همین امر است.

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش پیشنهاد می‌شود در تناوب‌های زراعی کوتاه‌مدت و درازمدت مبتنی بر گندم، به منظور بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش عملکرد دانهٔ گندم، یک گیاه زراعی لگوم به صورت کود سبز در تناوب قرار گیرد. در تناوب‌های زراعی بلندمدت می‌توان با قرار دادن کلزای پاییزه در تناوب با گندم نسبت به تناوب‌های دو کشتی مانند ذرت -گندم و تناوب‌های فشرده مانند باقلا- ذرت- چغندرقند- گندم عملکرد دانهٔ گندم را افزایش داد. در تناوب‌های کوتاه‌مدت با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی محصول می‌توان از تناوب سادهٔ گندم - آیش تابستانه-گندم بدون کاهش عملکرد قابل ملاحظه استفاده کرد. در هر حال بهتر است جهت بررسی مکانیزم‌های مؤثر در تناوب‌های گیاهی بعضی خصوصیات خاک مانند عناصر غذایی کم مصرف، وضعیت رطوبت خاک، نسبت C/N بقایای گیاهی و میکروبیولوژی خاک مورد بررسی قرار گیرند.

References

Bahrani, M. J. 1996. Role of crop rotation in sustainable agriculture. 4th. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

Beckie, H. J., and Brandt, S.A. 1997. Nitrogen contribution of field pea in annual cropping system 1.Nitrogen residual effect. Canadian Journal of Plant Science 77: 3311-3322.

Bourgeois, L., and Entz, M. H. 1996. Influence of previous crop type on yield of spring wheat: Analysis of commercial field data. Canadian Journal of Plant Science 76:457-459.

Brandt, S. A., and Zentner, R. P. 1995. Crop production under alternate rotations on a dark brown chernozemic soil at Scott, Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science 75:789-794.

Campbell, C.A., Biederbeck, V.O., Zentner, R.P., and Lafond, G.P. 1991. Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem. Canadian Journal of Plant Science 71:363-376.

Chan, K. Y., and Heenan, D.P. 1993. Effects of lupine on soil properties and wheat production. Australian Journal Agricultural Research 44:1971-1984.

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 Research 81: 87-95.

Doran, J.W. 1987. Microbial biomass and mineralisable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. Biol. Fertil. Soils 5: 68-75.

Granatstein, D.N., Bezdicek, D.F., Cochran, V.L, Elliott, L.F., and Hammel, J. 1987. Long term tillage and rotation effects on soil microbial biomass, carbon and nitrogen. Biol. Fertil. Soils 5: 265-270.

Hayens, R. J. 1983. Soil acidification induced by leguminous crops. Grass Forage Science 38: 1-11.

Kazemi, H. 1999. Principals of Dry Farming. Tabriz University Publications. 507 pp.

Koocheki, A., Jami Alahmadi, M. B., Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A. M. 2001. Principals of Agricultural Ecology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. 471 pp.

Larney, F. J., and Lindwall, C.W. 1994.Winter wheat performance in various cropping systems in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science 74:79-86.

Archive of SID

www.SID.ir

Masri, Z., **and Ryan, J. 2005.** Soil organic matter and related physical properties in a Mediterranean wheat based rotation trial. Soil & Tillage Research 81: 54-67.

Mitchell, C.C., and Entry, J.A. 1998. Soil C, N and crop yields in Alabamas long-term old rotation cotton experiment. Soil & Tillage Research 47:331-338.

Najafinezhad, H., Amiri, F., Ravari, S. Z., and Mahan, F. 2004. Effects of crop rotation and wheat plants residue management on yield of maize and some physical and chemical characteristics of soil. Proceedings of the 8th. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Guilan University, Rasht, Iran. Page 470.

Prasad, B. 1993. Effect of continuous application of potassium on crop yield and potassium availability under different cropping sequences in calcareous soil. Journal of Potassium Research 9: 48-54.

Rasmussen, P.E., and Albrecht, S.L. 1998. Crop management effects on organic carbon in semi-arid Pacific Northwest soils. pp. 209-219. In: La, R., Follett, R. F., and Stevrt, B.A. (eds.), Management for Carbon Sequestration in Soil. CRC. Press, Boca Ratton, FL.

Rasmussen, P.E., and Collin, H.P. 1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer and crop residue on soil organic matter in temperate semi-arid regions. Advanced Agronomy 45: 93-134.

Shahbazian, N., and Allahdadi, A. 2004. Effects of crop rotation and manure on yield of wheat in Qazvin region. Proceedings of the 8th. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, Guilan University, Rasht, Iran. Page 470.

Stevenson, F. C., and Kessel, C.V. 1996. The nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea to succeeding crops. Canadian Journal of Plant Science 76:735-745.

Wie, X., Hao, M., Shao, M., and Gale, W.J. 2005. Changes in soil properties and availability of soil micronutrients after 18 years of cropping and fertilization. Soil & Tillage Research 81: 1-11.

Archive of SID

www.SID.ir