"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هیجدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵

اثر میان‌مدت تناوب‌های زراعی بر عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) و ویژگی‌های خاک

Midterm effect of maize (*Zea mays* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) rotations on grain yield and soil properties

هادی پیرسته انوشه[۱]، محسن عدالت[۲] و فرهاد دهقانی[۳]

چکیده

پیراسته انوشه، ه.، م. عدالت و ف. دهقانی. ۱۳۹۵. اثر میان‌مدت تناوب‌های زراعی بر عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) و ویژگی‌های خاک. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(۲): ۱۶۰-۱۴۷.**

اثر میان مدت تناوب زراعی بر عملکرد دانه گندم رقم شیراز و ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و ویژگی‌های خاک در زمینی به مساحت ۲۰۰ هکتار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در یک آزمایش پنج ساله (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل هشت نوع تناوب زراعی (۱- آیش کامل (نکاشت)، ۲- کشت مداوم ذرت-گندم، ۳- تناوب گندم با یونجه، ٤- تناوب ذرت با یونجه، ٥، ٦، ۷ و ۸- آیش در یک، دو، سه و چهار فصل از ده فصل رشد) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه گندم (۷۷۰٦ کیلوگرم در هکتار) و علوفه تر ذرت (۸۲۱٤۰ کیلوگرم در هکتار) هنگامی به‌دست آمد که یونجه در تناوب حضور داشت. آیش نیز تاثیر مثبتی بر عملکرد هر دو گیاه داشت که برای گندم تا چهار و برای ذرت تا دو فصل آیش، اثر مثبت مشاهده‌شد. کشت مداوم ذرت-گندم به دلیل سطح بالاتر شوری خاک و محتوای کمتر نیتروژن، فسفر، روی، آهن، مس و منگنز، نسبت به تناوب با یونجه یا نظام‌های بیشتر از دو فصل آیش، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد گندم و ذرت در طول آزمایش شد. تناوب‌های گندم و ذرت با یونجه با بهبود محتوای نیتروژن، فسفر، آهن و منگنز خاک، با افزایش عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت همراه بود. محتوای عناصر کم‌مصرف خاک در نظام‌های همراه با آیش بالاتر بود و همین عامل می‌تواند دلیل افزایش و یا ثبات عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت در این تیمارها باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که تناوب با یونجه یا آیش دو تا سه فصل برای ذرت و چهار فصل برای گندم، با بهبود حاصلخیزی خاک، بیشترین عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت را تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: تناوب زراعی، شوری خاک، علوفه، عناصر کم‌مصرف و یونجه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۸

۱-استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری کشور. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک:h.pirasteh.a@gmail.com)
۲-استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
۳- استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری کشور

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

مقدمه

کشت مداوم گیاهان زراعی به دلیل ایجاد شرایط نامساعد در ویژگی‌های بیولوژیک و فیزیکی خاک، با کاهش محتوای مواد مغذی و بهم خوردن ساختار خاک، دستیابی به عملکرد مناسب را با مشکل مواجه می‌کند. کاشت پی‌درپی یک گیاه زراعی منجر به کاهش حاصلخیزی خاک، بهم خوردن تعادل عناصر غذایی، ترشح ترکیبات مختلف و آنتی بیوتیک‌های مسموم کننده از ریشه گیاهان، شیوع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود (Najafinezhad *et al*., 2009). اثر تناوب گیاهان زراعی بر پویایی عناصر معدنی و آلی در خاک از یک سو شامل اثر گیاه فعلی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و میزان نگهداری و انتقال این عناصر به گیاه زراعی بعدی بوده و از سوی دیگر، ناشی از توان گیاه زراعی بعدی در استفاده کارآمد از عناصر غذایی باقی مانده در خاک می‌باشد (Rahimizadeh *et al*., 2012)، بنابراین سودمندی تناوب نسبت به کشت مداوم، بستگی به گیاهان زراعی موجود در تناوب، وضعیت خاک و شرایط آب و هوایی منطقه دارد.

گندم (*Triticum aestivum* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) به‌عنوان دو غله مهم، بخش عمده‌ای از غذای مردم دنیا را تشکیل می‌دهند و به‌طور معمول کشاورزان ایران و به ویژه مناطق جنوبی کشور مانند استان فارس و خوزستان، این دو گیاه را در تناوب با یکدیگر کشت می‌کنند. به‌طورکلی، اعتقاد بر این است که کشت مداوم گندم یا تناوب ذرت-گندم اگرچه به دلیل شرایط فیزیکی خاک و عوامل اقتصادی، تناوب مناسبی برای کشاورزان باشد (Sieling *et al*., 2005) ، ولی معمولا با مشکلاتی مانند افزایش جمعیت علف‌های هرز، گسترش آفات و بیماری‌ها و کاهش کارایی عناصر غذایی که منجر به کاهش عملکرد گندم و ذرت می شود، همراه است (Lithourgidis *et al*., 2006). در این رابطه نتایج متنوعی مشاهده شده است. نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al*., 2009) با بررسی اثر تناوب‌های زراعی بر عملکرد دانه و ویژگی‌های خاک گزارش کردند که تاثیر تناوب بر عملکرد دانه غیرمعنی‌دار، ولی بر محتوای فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک معنی‌دار بود. در این پژوهش همچنین مشخص شد که خاک محل کشت پنبه در تناوب در مقایسه با کشت ممتد ذرت بعد از گندم دارای مقادیر بیشتری فسفر و پتاسیم بود. در پژوهشی دیگر (Govaerts *et al*., 2006) گزارش شد که کشت مداوم ذرت-گندم به شدت با کاهش عملکرد ذرت و گندم، کاهش آب قابل دسترس و عناصر غذایی و تخریب ساختمان خاک و همچنین افزایش جمعیت نماتدهای سخت کنترل همراه بود. در یک آزمایش دیگر (Lithourgidis *et al*., 2006) گزارش شده است که کشت مداوم گندم در طی سال‌های متمادی، می‌تواند بدون تغییر قابل توجه و معنی‌دار در عملکرد دانه، اسیدیته و مواد آلی خاک ادامه داشته باشد. رحیمی زاده و همکاران (Rahimizadeh *et al*., 2012) گزارش کردند که کمترین عملکرد دانه گندم از تناوب گندم-گندم و پس از آن از تناوب ذرت-گندم به دست آمد، در حالی‌که تناوب سیب زمینی-گندم با دارا بودن مقادیر بالاتر فسفر خاک، به بیشترین عملکرد دانه گندم منجر شد. در این آزمایش محتوای نیتروژن خاک تحت تاثیر معنی‌دار تناوب قرار نگرفت، با این وجود در مطالعات کلی و همکاران (Kelley *et al*., 2003) و وارول (Varvel, 2006) محتوای نیتروژن خاک بیشتری در نظام‌های تناوبی گزارش شد. برخی پژوهشگران معتقدند که کشت مداوم گیاهان زراعی، به ویژه گندم و ذرت یا تناوب این دو گیاه با یکدیگر، از طریق بقایای گیاهی اثر بازدارندگی دارد، درحالی‌که در تناوب با سایر گیاهان، بقایا می‌تواند تاثیر مثبتی در افزایش رشد و عملکرد گیاه و بهبود وضعیت خاک داشته باشد (Gozubuyuk *et al*., 2015; Najafinezhad *et al*., 2009) ، در مورد اثر کشت مداوم یا همراه با تناوب ذرت-گندم توافقی کلی وجود ندارد، بر این اساس آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر تناوب‌های

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

پنج ساله گندم و ذرت بر عملکرد این دو گیاه و برخی ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی خاک اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به بررسی اثر تناوب ذرت-گندم طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ در ۲۰۰ هکتار از مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه در ۱۲ کیلومتری شمال غربی شیراز با عرض جغرافیایی ۵۲°۴۶' شرقی و طول جغرافیایی ۲۹° ۷' شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا اجرا شد. وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در جدول یک ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مداوم ذرت-گندم، کشت این دو گیاه همراه با آیش‌های پاییزه و تابستانه و کشت در تناوب با یونجه چندساله بود. در این آزمایش یک قطعه زمین به صورت کاملاً آیش (نکاشت) نیز برای مقایسه در نظر گرفته شد. برنامه زمانی تیمارها در جدول دو ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از شروع آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری

Table 1. Physical and chemical soil properties at the beginning of experiment at 0-30 cm soil depth

بافت خاک Soil texture	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	FC (%)	PWP (%)	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	Fe ($mg.kg^{-1}$)
Sandy clay	0.65	7.45	25.5	12.0	0.081	10.18	472.0	8.24

در این آزمایش، ۱۰ فصل رشد شامل پنج کشت تابستانه و پنج کشت پاییزه بود که با کشت ذرت در سال ۱۳۸۹ شروع و با برداشت گندم در سال ۱۳۹۴ به پایان رسید. تیمارهای آزمایشی شامل هشت نوع تناوب زراعی: کشت مداوم ذرت-گندم، تناوب گندم با یونجه چندساله، تناوب ذرت با یونجه چندساله و پنج نوع آیش در خلال کشت‌های گندم و ذرت بود. انواع آیش شامل آیش کامل در طول پنج سال زراعی (۱۰ فصل رشد) و آیش در یک، دو، سه و چهار فصل رشد از ده فصل رشد بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در طی سال‌های آزمایش، خاک‌ورزی شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، دو بار دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین بود. کاشت گندم در نیمه آبان ماه با دستگاه خطی‌کار و کاشت ذرت در نیمه خرداد با دستگاه ردیف‌کار صورت گرفت. گندم مورد آزمایش رقم شیراز و ذرت رقم هیبرید SC704 بودند. آبیاری به صورت نشتی و در حد ظرفیت زراعی خاک انجام شد. ویژگی‌های کیفی آب در جدول سه ارائه شده است. حد ظرفیت زراعی خاک، ۲۳ درصد وزنی بود.

جدول ۲- برنامه زمانی تیمارهای تناوب زراعی

Table 2. Time schedule of crop rotation treatments

Crop rotation	۱۳۸۹ -۹۰ 2010-11		۱۳۹۰ -۹۱ 2011-12		۱۳۹۱ -۹۲ 2012-13		۱۳۹۲ -۹۳ 2013-14		۱۳۹۳ -۹۴ 2014-15	
M-W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W
W-A	A	W	A	A	A	W	A	A	A	W
M-A	M	A	A	A	M	A	A	A	M	A
1F	M	W	M	W	M	F	M	W	M	W
2F	M	W	M	F	M	W	M	F	M	W
3F	M	F	M	W	F	W	M	F	M	W
4F	M	F	F	W	M	F	F	W	M	W
CF	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

ذرت (M, Maize)، گندم (W, Wheat)، یونجه (A, Alfalfa)، آیش (F, Fallow)

کشت مداوم ذرت- گندم (M-W, Continuous maize-wheat)، تناوب گندم با یونجه (W-A, Wheat rotation with alfalfa)، تناوب ذرت با یونجه (M-A, Maize rotation with alfalfa)، یک فصل آیش (1F, One season fallow)، دو فصل آیش (2F, Two seasons fallow)، سه فصل آیش (3F, Three seasons fallow)، چهار فصل آیش (4F, Four seasons fallow)، آیش کامل (نکاشت)(CF, Continuous fallow)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

جدول ۳- ویژگی‌های کیفی آب آبیاری (میانگین پنج ساله)

Table 3. Qualitative properties of irrigation water (5 years average

K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	pH	EC
Meq L-1								$dS.m^{-1}$
0.14	6.19	5.54	2.74	5.14	7.25	0.81	7.35	1.1

۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره) و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع کود سوپرفسفات تریپل) به‌صورت سالانه برای گندم و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع کود سوپرفسفات تریپل) به‌صورت سالانه برای ذرت به خاک اضافه شد. یک سوم کود نیتروژن پیش از کاشت و مابقی در دو نوبت در طول فصل رشد به زمین اضافه شد. به قطعات زیر کشت یونجه تنها در سال‌های اول ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع کود اوره) به عنوان استارتر و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع کود سوپرفسفات تریپل) افزوده شد. میزان بذر مورد استفاده گندم و ذرت به ترتیب ۱۵۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. سایر مدیریت‌های زراعی برای کل قطعات مورد مطالعه کاملاً یکسان بود. برای مدیریت بیماری زنگ که در بعضی از سال‌ها برای قطعات گندم مشاهده می‌شد، از قارچ کش RTA (سایپرکونازول ۸ درصد + پروپیکونازول ۲۵درصد) استفاده شد. این قارچ‌کش به مقدار ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار با استفاده از سمپاش توربولاینر با عرض پاشش ۲۵ متر محلول‌پاشی شد.

برداشت گندم در اواخر خرداد تا اوایل تیر و برداشت ذرت در اواسط تا اواخر مهر انجام شد. برداشت محصول هر دو گیاه با استفاده از کمباین صورت گرفت. عملکرد دانه گندم و عملکرد علوفه تر ذرت در طول سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ ثبت شدند. در پایان آزمایش (تیر ۱۳۹۴)، با نمونه برداری از سه عمق صفر تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتری خاک، اقدام به اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، اسیدیته و محتوای نیتروژن محلول، فسفر، روی، آهن، مس و منگنز خاک شد. میانگین عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت با استفاده از برآورد خطای استاندارد (±SE) محاسبه و میانگین ویژگی‌های خاک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد با استفاده از نرم افزار آماری SAS مقایسه شدند.

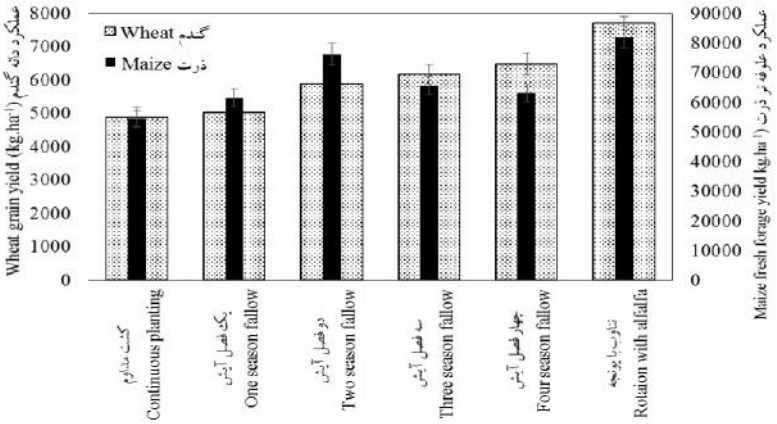
نتایج و بحث

عملکرد دانه گندم و عملکرد علوفه تر ذرت در انواع نظام‌های تناوب زراعی و آیش متفاوت بود (شکل ۱). کمترین عملکرد دانه گندم از تیمار کشت مداوم گندم- ذرت به دست آمد. کمترین عملکرد علوفه تر ذرت نیز در کشت مداوم گندم- ذرت و یک فصل آیش مشاهده شد. اگرچه بیشترین عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت از تناوب با یونجه به دست آمد، ولی اجرای آیش تاثیر یکسانی بر عملکرد این دو گیاه نداشت. عملکرد دانه گندم با افزایش تعداد آیش تا بیشترین مقدار (۴ فصل) افزایش یافت؛ در حالی که عملکرد علوفه تر ذرت در دو فصل آیش افزایش ولی در تیمارهای سه و چهار فصل آیش کاهش معنی‌داری یافت (شکل ۱). از دلایل احتمالی افزایش عملکرد دانه گندم در تیمارهای تناوب نسبت به کشت مداوم، می‌توان به افزایش بهره‌وری آب، کاهش جمعیت علف‌های هرز و کنترل بیمارها و علف‌های هرز و همچنین افزایش سطح ریشه زایی و افزایش فعالیت ریشه‌های گیاه اشاره کرد (Welsh *et al*., 2009; Anderson, 2008; Zare Feizabadi and Azizi, 2012). رحیمی‌زاده و همکاران (Rahimizadeh *et al*., 2012)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

گزارش کردند که اختلاف عملکرد گندم در میان تناوب‌های زراعی می‌تواند ناشی از اثر غیرنیتروژنی تناوب مانند بهبود میزان رطوبت قابل دسترس خاک، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، بهبود ساختار فیزیکو-شیمیایی خاک، افزایش محتوای فسفر قابل جذب خاک و افزایش تنوع و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک باشد. زارع فیض‌آبادی و عزیزی (Zare Feizabadi and Azizi, 2012) گزارش کردند که کمترین عملکرد دانه در سال پنجم تناوب در کشت مداوم گندم مشاهده شد و کلیه تیمارهای تناوبی از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. در آزمایش دیگری نیز گزارش شد که عملکرد ذرت در شرایط کشت مداوم تا ده درصد کاهش یافت (Lund *et al*., 1993).



شکل ۱- عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت در تیمارهای تناوب زراعی. خطوط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد هستند.

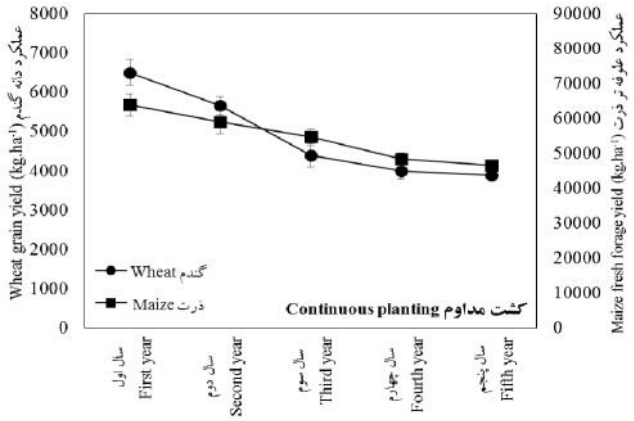
Fig. 1. Grain yield of wheat and fresh forage yield of maize in crop rotation systems. Vertical bars represent standard error (±SE).

عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت در کشت مداوم ذرت- گندم به ترتیب ۳۳ و ۳۶ درصد کمتر از عملکرد این دو گیاه در تناوب با یونجه بود (شکل ۱). در کشت مداوم ذرت- گندم در طول آزمایش، عملکرد هر دو گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲). با ادامه کشت مداوم ذرت- گندم، عملکرد دانه گندم در سال‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب با ۱۳، ۲۲، ۱۰ و ۳ درصد کاهش نسبت به سال قبل همراه بود و در مجموع در پایان سال پنجم، عملکرد دانه گندم نسبت به عملکرد سال اول ۴۰ درصد کاهش داشت. کشت مداوم ذرت- گندم همچنین منجر به کاهش ۸، ۷، ۱۱ و ۴ درصدی عملکرد علوفه تر ذرت به ترتیب درسال‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم نسبت به سال قبل و کاهش ۲۷ درصدی عملکرد علوفه تر در پایان سال چهارم نسبت به سال اول شد. نتایج برخی پژوهش‌ها نیز نشان داده است که کشت مداوم گندم (Lopez-Bellido and Lopez-Bellido, 2001)، یا تناوب ذرت-گندم (Meyer-Aurich *et al*., 2009) باعث کاهش قابل توجه عملکرد دانه نسبت به سایر تناوب‌های زراعی می‌شود. این موضوع دلایل متفاوتی می‌تواند داشته باشد، ازجمله اینکه کشت مداوم گندم منجر به کاهش میزان عناصر غذایی، کاهش مقدار رطوبت قابل دسترس و تخریب ساختمان خاک می‌گردد (Govaerts *et al*., 2006). در کشت مداوم گندم بسیاری از بیماری‌ها از جمله پاخوره، سپتوریوز، پوسیدگی طوقه و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

ریشـــه و همچنـــین نماتـــد گســـترش مـــی‌یابنـــد (Govaerts *et al*., 2006; Nourinia *et al*., 2007).



شکل ۲- عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت در کشت مداوم ذرت-گندم در طول سال‌های آزمایش. خطوط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد هستند.

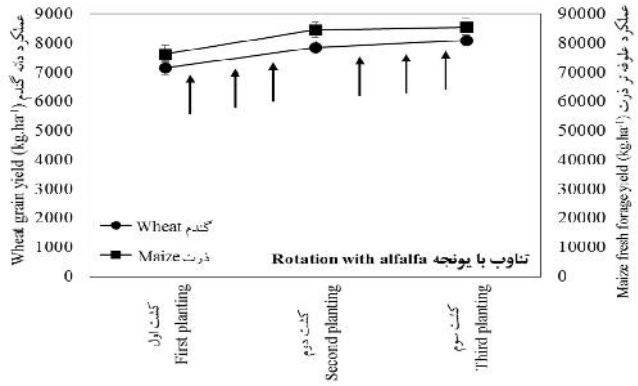
Fig. 2. Grain yield of wheat and fresh forage yield of maize in maize-wheat continues planting system during experiment years. Vertical bars represent standard error (±SE).

تناوب با یونجه، منجر به افزایش عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت در کشت دوم نسبت به کشت اول گردید، ولی در کشت سوم تغییر معنی‌داری نسبت به کشت دوم مشاهده نشد (شکل ۳). یونجه در تناوب علاوه بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن، موجب پاکسازی علف‌های هرز برای کشت بعدی نیز خواهد شد و با ریشه‌های عمیق خود ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد (Ghimire *et al*., 2014). قرارگرفتن یونجه در تناوب با گندم افزایش ۹ و ۱۱ درصدی را به ترتیب در کشت‌های دوم و سوم نسبت به کشت اول برای عملکرد دانه گندم و افزایش ۱۱ و ۱۲ درصدی را برای عملکرد علوفه تر ذرت به دنبال داشت. به‌نظر می‌رسد که تناوب با یونجه برای گیاه ذرت بهتر بوده است. به دلیل توانایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن توسط یونجه و با توجه به اینکه در این آزمایش پس از سه فصل کشت یونجه گندم یا ذرت کشت شد، در تناوب بعد از یونجه، گیاهی نمود بهتری خواهد داشت که بتواند بیشینه بهره‌برداری را از این وضعیت بنماید (Faber, 1987). بعلاوه با توجه به ریشه های گسترده و عمیق یونجه (Ghimire *et al*., 2014)، بهتر است که گیاه بعدی در تناوب گیاهی وجینی با ریشه‌های عمیق باشد که بتواند از وضعیت به وجود آمده استفاده کند.

کشت با آیش نیز با افزایش یا عدم کاهش عملکرد دانه و علوفه تر ذرت همراه بود (جدول ۴). در شرایط آیش در تناوب، عملکرد هر دو گیاه در هر فصل نسبت به فصل قبل افزایش معنی‌داری داشت. به عنوان مثال در تیمارهای یک، دو، سه و چهار فصل آیش، عملکرد علوفه تر ذرت پس از آیش به ترتیب ۱۵، ۴۵، ۲۶ و ۲۱ درصد نسبت به عملکرد در اولین فصل بیشتر بود. این مقادیر برای عملکرد دانه گندم برابر با ۳۳، ۳۷، ۲۴ و ۱۴ درصد بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که قرار گرفتن آیش در تناوب علاوه بر ایجاد پایداری در منابع، به قدرت بوم‌نظام نیز می‌افزاید. گزارش شده است که قرار گرفتن آیش نکاشت در مزارع، تحمل گیاهان را در مقابل تغییرات محیطی بهبود بخشیده و قدرت بوم‌نظام را برای بازسازی تخریب افزایش می‌دهد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]



شکل ۳- عملکرد دانه گندم و علوفه تر ذرت در نظام تناوب با یونجه در در طول سال‌های آزمایش. پیکان‌ها نشان دهنده تعداد فصل حضور یونجه به عنوان تناوب است. خطوط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد هستند.

Fig. 3. Grain yield of wheat and fresh forage yield of maize in system with alfalfa in rotation during experiment years. Arrows shows number of growing season of alfalfa in rotation. Vertical bars represent standard error (±SE).

جدول ۴- عملکرد دانه گندم (کیلوگرم در هکتار) و علوفه تر ذرت (کیلوگرم در هکتار) در شرایط استفاده از آیش (نکاشت) در تناوب در سال‌های اجرای آزمایش (±خطای استاندارد)

Table 4. Grain yield (kg.ha^{-1}) of wheat and fresh forage yield of maize (ton.ha^{-1}) in systems with fallow in rotation during experiment years (±SE)

	۱۳۸۹-۹۰ 2010-11		۱۳۹۰-۹۱ 2011-12		۱۳۹۱-۹۲ 2012-13		۱۳۹۲-۹۳ 2013-14		۱۳۹۳-۹۴ 2014-15	
تناوب‌های زارعی Crop rotations	ذرت Maize	گندم Wheat	ذرت Maize	گندم Wheat	ذرت Maize	گندم Wheat	ذرت Maize	گندم Wheat	ذرت Maize	گندم Wheat
1F	58560±4.68	5035±100.7	59120±4.98	5460±109.2	61554±6.51	Fallow	62210±5.60	6421±135.2	66890±7.35	6708±100.62
2F	60820±5.47	5106±89.59	60850±4.86	Fallow	86370±7.71	5609±100.9	85580±6.84	Fallow	88210±7.93	7003±132.1
3F	58042±6.40	Fallow	61250±6.73	5682±113.6	Fallow	5815±87.2	70540±7.75	Fallow	73470±6.87	7064±115.1
4F	56801±4.89	Fallow	Fallow	6014±90.2	64080±5.12	Fallow	Fallow	6625±130.1	69120±5.52	6831±109.2

یک فصل آیش (1F, One season fallow)، دو فصل آیش (2F, Two seasons fallow)، سه فصل آیش (3F, Three seasons fallow)، چهار فصل آیش (4F, Four seasons fallow)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

(Koocheki *et al*., 2004). حفظ حاصلخیزی خاک، افزایش توانایی برای جبران عناصر معدنی از دست رفته، نبود میزبان اختصاصی برای بسیاری از بیمارها و آفات و علف‌های هرز و در نهایت به حداقل رسیدن آثار سوء ناشی از مصرف مداوم نهاده‌های شیمیایی نیز می‌تواند از دلایل بهبود رشد و عملکرد گیاهان در شرایط وجود آیش در تناوب باشد (Najafinezhad *et al*., 2009; Turmel *et al*., 2009; Gozubuyuk et al., 2015).

ویژگی‌های خاک، به جز اسیدیته، خاک تحت تاثیر معنی‌دار تناوب قرار گرفت. کشت مداوم ذرت- گندم منجر به افزایش شوری خاک گردید (جدول ۵). بیشترین هدایت الکتریکی خاک در کشت مداوم (۱/۲ دسی-زیمنس برمتر) و پس از آن در تیمارهای یک و دوبار آیش، به ترتیب ۱/۱ و ۰/۹ دسی‌زیمنس برمتر ثبت شد، ولی تفاوتی بین شوری خاک در بین سایر انواع تناوب مشاهده نشد. باید توجه داشت که اگر چه بین تناوب‌ها از نظر هدایت الکتریکی تفاوت‌های معنی‌داری وجود داشت، ولی با توجه به حدآستانه تحمل شوری ذرت و گندم (به‌ترتیب ۱/۷ دسی زیمنس بر متر)، این تغییرات تاثیری بر عملکرد دو گیاه ندارد (Maas and Hoffman, 1977). اسیدیته خاک نیز در همه نظام‌های تناوبی یکسان بود و تفاوت معنی‌داری نداشتند. میانگین اسیدیته خاک در همه خاک‌ها ۷/۷۵ بود (جدول ۵). نتایج آزمایش آینه و همکاران (Ayeneh *et al*., 2014) نشان داد که شوری خاک تحت تاثیر تناوب‌های گندم قرار می‌گیرد. ایشان گزارش کردند که شوری خاک درکشت مداوم گندم –ذرت بالا بود وکمترین میزان آن در تناوب گندم همراه با کود سبز ماش ثبت شد. در همین رابطه لایتورگیدیس و همکاران (Lithourgidis *et al*., 2006) گزارش کردند که در کشت طولانی مدت گندم، اسیدیته خاک، حتی در خاک‌های با بافت‌های مختلف، بدون تغییر معنی‌دار بوده و دامنه آن بین ۷/۸ تا ۸/۲ بوده است. دی‌ماریا و همکاران (DeMaria *et al*., 1999) نیز تغیرات بسیار کمی را در اسیدیته خاک در تناوب‌های زراعی مختلف گزارش کردند. ایشان نشان دادند که در دو سال آزمایش و در چهار عمق خاک زراعی، به جز در عمق سطحی در سال اول، تفاوت معنی‌داری در اسیدیته خاک مشاهده نشد که در این مورد تنها اسیدیته نظام تناوبی ذرت کمتر بود و بین سایر نظام‌های تناوبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج آزمایش آینه و همکاران (Ayeneh *et al*., 2014) نیز حاکی از تغییرات ناچیز اسیدیته خاک در تناوب‌های مختلف گندم و ذرت بود.

محتوای عناصر پرمصرف خاک در بین تناوب‌های زراعی به‌طور معنی‌داری متفاوت بود. بیشترین نیتروژن و فسفر خاک از تناوب گندم با یونجه (نیتروژن ۰/۲۳ درصد و فسفر ۲۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پس از آن تناوب ذرت با یونجه (نیتروژن ۰/۲۰ درصد و نیتروژن ۱۹/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به‌دست آمد (جدول ۵). بیشتر بودن محتوای نیتروژن و فسفر خاک در تناوب گندم با یونجه نسبت به تناوب ذرت با یونجه می‌تواند به دلیل متفاوت بودن کارایی جذب فسفر توسط این دو گیاه باشد. ذرت گیاهی پرنیازتر بوده و به‌طور معمول مقدار عناصر غذایی بیشتری از خاک جذب می‌کند، بنابراین، خاک‌های پس از برداشت ذرت دارای محتوای کمتری از نیتروژن و فسفر می‌باشند (Najafinezhad *et al*., 2009; Govaerts *et al*., 2006). کارایی جذب نیتروژن و فسفر می‌تواند با اندازه سیستم ریشه، جریان فسفر به درون گیاه (Bhadoria *et al*., 2001) و طول تارهای کشنده و ترشحات ریشه‌ای گیاه (Welsh *et al*., 2009) در ارتباط باشد. در این رابطه، در یک آزمایش شش ساله نشان داده شد که سیستم ریشه‌ای ذرت به‌طور قابل توجهی دارای رشد بهتر و فعالیت بیشتری نسبت به گندم است (Govaerts *et al*., 2006). در تایید نتایج پژوهش حاضر، رحیمی‌زاده و همکاران (Rahimizadeh *et al*., 2012) نشان دادند که بیشترین محتوای فسفر خاک از تناوب

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

بقولات –گندم (۱۴/۵ و ۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری خاک) و کمترین آن نیز از کشت گندم-گندم (۸/۹ و ۵/۹ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری خاک) به دست آمد. تناوب با یونجه، علاوه بر افزایش نیتروژن خاک توانایی خاک برای تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه را نیز افزایش داده و محتوای نیتروژن و در نتیجه پروتئین گیاه را افزایش می‌دهد (Zorb *et al*., 2006). این موضوع به‌ویژه در مورد نظام‌های کم نهاده ارزش بیشتری دارد.

جدول ۵- ویژگی‌های شیمیایی خاک در تیمارهای تناوب زراعی در سال پنجم (پایان آزمایش) در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری

Table 5. Soil properties in crop rotation treatments in fifth year (end of experiment) at 0-30 cm soil depth

Crop rotations	تیمارهای تناوب زارعی	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)
Continuous maize- wheat	مداوم ذرت- گندم	1.191a	7.61	0.117d	6.60e
One season fallow	یک فصل آیش	1.089a	7.75	0.131cd	13.18d
Two seasons fallow	دو فصل آیش	0.894ab	7.73	0.145cd	14.80cd
Three seasons fallow	سه فصل آیش	0.687b	7.83	0.152c	13.34d
Four seasons fallow	چهار فصل آیش	0.643b	7.91	0.125cd	15.75bc
Wheat-alfalfa	تناوب گندم با یونجه	0.715b	7.79	0.232a	20.50a
Maize-alfalfa	تناوب ذرت با یونجه	0.765b	7.69	0.203b	19.01ab
Continuous fallow	آیش کامل (نکاشت)	0.695b	7.65	0.119d	18.62b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Tukey test

محتوای نیتروژن و فسفر خاک در تیمار سه فصل آیش نسبتاً بالا و بیشتر از کلیه تناوب‌های همراه با آیش بود (جدول ۵)، به طوری که ۳۰ درصد بیشتر از کشت مداوم ذرت- گندم و ۲۷ درصد بیشتر از آیش کامل بود. گزارش شده است که در تیمار همراه با آیش، حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد از کود نیتروژن به کاربرده شده که توسط گیاه مصرف نشده است، توسط جوامع میکروبی خاک تثبیت شده و به‌عنوان نیتروژن آلی خاک برای سال‌های بعد ذخیره می‌شود و حدود ۲۰ درصد از این نیتروژن به شکل دنیتریفیکاسیون، شستشو و تصعید از دسترس گیاه خارج می‌شود (Sawyer, 2008). از سوی دیگر، کمترین محتوای نیتروژن خاک در کشت مداوم ذرت-گندم و پس از آن در تیمار آیش کامل به دست آمد. کمترین محتوای فسفر خاک نیز در تیمار کشت مداوم ذرت- گندم مشاهده شد (جدول ۵). در تیمار آیش کامل چون کود نیتروژن و فسفر در طول سال‌های آزمایش مصرف نشد، محتوای نیتروژن و فسفر خاک نسبت به تناوب با یونجه پایین‌تر بود. در نظام کشت مداوم ذرت-گندم نیز بخش عمده نیتروژن و فسفر قابل استفاده در خاک توسط گیاهان زراعی ذرت و گندم برداشت گردید. باقیمانده نیتروژن در اثر فرآیندهایی مانند آبشویی، دنیتریفیکاسیون یا تصعید آمونیاک از دسترس ریشه خارج می‌شوند (Rahimizadeh *et al*., 2012)، بنابراین محتوای نیتروژن خاک پایین بود. وارول (Varvel, 1994) گزارش کرد که افزایش مصرف کود نیتروژن در طول سال‌های کشت مداوم ذرت، تاثیری بر محتوای نیتروژن کل خاک نداشت. کیلی و همکاران (Kelley *et al*., 2003) نیز نشان دادند که محتوای نیتروژن و فسفر خاک در کشت تناوبی سویا بیشتر از کشت مداوم این گیاه بود. نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al*., 2009) نیز گزارش کردند که کمترین محتوای فسفر خاک در کرت‌های کشت مداوم ذرت-گندم مشاهده شد. تغییرات در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

محتوای نیتروژن و فسفر خاک تحت تاثیر وضعیت بیولوژیک خاک است. نتایج مطالعات پیشین نشان داده است که فعالیت بیشتر گیاهان بقولاتی و کلونیزاسیون بیشتر قارچ‌های مایکورایزا از طریق افزایش فسفر خاک، در نظام‌های تناوب تاثیر مستقیم دارد (Welsh, 2007).

اثر تیمارهای تناوب زراعی بر محتوای عناصر کم مصرف روی، آهن، مس و منگنز نیز معنی‌دار بود، ولی برای عنصر مس پاسخ کمتری به تیمارهای تناوب مشاهده شد (جدول ۶). تیمارهای آیش تا دو و سه فصل با افزایش محتوای روی خاک همراه بود، ولی کرت‌های با چهار فصل آیش حاوی مقدار کمتری از روی بودند، اگرچه در همین کرت‌ها نیز محتوای روی خاک از کشت مداوم ذرت- گندم به طور معنی‌داری بیشتر بود. تناوب زراعی علاوه بر محتوای عناصر خاک، جذب آن عنصر توسط گیاه را هم تحت تاثیر قرار می‌دهد. در تناوب‌های زراعی وضعیت مدیریت رایج یا ارگانیک مزرعه نیز بر وضعیت عناصر خاک تاثیر گذار است (Turmel *et al*., 2009). زارع فیض‌آبادی و نوری حسینی (Zare Feizabadi and Nouri Hoseini, 2013) ضمن بیان تفاوت در محتوای روی خاک در بین تناوب‌های زراعی گندم، گزارش کردند که محتوای روی باقیمانده در خاک در دو تناوب زراعی کشت مداوم گندم و گندم همراه با ذرت و چغندرقند در بیشترین سطح بوده و در تناوب‌های گندم-کلزا و گندم- چغندرقند، کمترین مقدار روی مشاهده شد. اثر تناوب بر وضعیت عناصر کم مصرف خاک به عواملی مانند نهاده‌های شیمایی در تناوب‌ها، اسیدیته خاک و همچنین وضعیت بیولوژیک خاک مانند فعالیت قارچ‌های مایکوریزا بستگی مستقیم دارد (Mader *et al*., 2007).

بیشترین محتوای آهن خاک در کرت‌های زیر کشت گندم و ذرت در تناوب با یونجه ثبت شد. کشت مداوم ذرت-گندم به مقدار ۳۹/۹ و ۴۱/۸ درصد آهن کمتری به ترتیب نسبت به این دو تیمار تناوبی داشت. کمترین میزان روی (۰/۷۱ میلی گرم در کیلوگرم) و آهن (۰/۷۶ میلی گرم در کیلوگرم) خاک در کشت مداوم ذرت-گندم به دست آمد. ساندرمایر و همکاران (Sundermeier *et al*., 2009) نیز مقادیر کمتر آهن و روی خاک در کشت مداوم سویا را گزارش کردند. زارع فیض آبادی و نوری حسینی (Zare Feizabadi and Nouri Hoseini, 2013) نیز بیان داشتند که جذب آهن و روی در کشت مداوم گندم کاهش یافت. در پژوهش آینه و همکاران (Ayeneh *et al*., 2014) نیز مشخص شد که بیشترین محتوای آهن و منگنز خاک در تیمارهایی به دست آمد که با گیاهان ماش به عنوان کود سبز یا شبدر در تناوب بودند.

محتوای مس خاک در کرت‌های تحت کشت مداوم ذرت- گندم و یک فصل آیش کمترین مقدار بود که به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود (جدول ۶). تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها از نظر محتوای مس خاک وجود نداشت. نتایج برخی از پژوهش‌ها (Faber, 1987; Zare Feizabadi and Nouri Hoseini, 2013) نیز نشان داده است که عنصر مس پاسخ چندانی به تناوب‌های گندم نشان نمی‌دهد. تیمارهای تناوب گندم و ذرت با یونجه بیشترین محتوای منگنز خاک را داشتند. در کشت مداوم ذرت-گندم کمترین منگنز خاک مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری با تیمارهای با یک، دو و سه فصل آیش نداشت (جدول ۶). در یک پژوهش مشخص شد که در کشت مداوم گیاهان زراعی، مقادیر کمتری از مس و منگنز در خاک مشاهده شد، درحالی که نظام‌های تناوب مقادیر بالاتری از آهن، روی و منگنز را داشتند، به طوری که محتوای آهن و روی خاک در تناوب زراعی ذرت -سویا و محتوای منگنز خاک در تناوب ذرت -

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

سویا -گندم افزایش یافتند (Sundermeier *et al*., 2009). در آزمایش زارع فیض آبادی و نوری حسینی (Zare Feizabadi and Nouri Hoseini, 2013) نیز نشان داده شد که مقدار مس باقیمانده در خاک در کشت مداوم گندم در کمترین سطح بود و در تناوب‌های گندم-سیب زمینی-کلزا و گندم-کلزا به ترتیب مقادیر منگنز و مس در بیشترین سطح بودند. پاسخ عناصر به تناوب‌های زراعی متفاوت است، در این رابطه تارمل و همکاران (Turmel *et al*., 2009) بیان داشتند که محتوای منگنز خاک در تناوب‌های یکساله و محتوای مس خاک در تناوب‌های چندساله بیشتر بود.

جدول ۶- محتوای عناصر کم مصرف خاک در تیمارهای تناوب زراعی در سال پنجم (پایان آزمایش) در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری

Table 6. Micronutrients content of the soil in crop rotation treatments in fifth year (end of experiment) at 0-30 cm soil depth

Crop rotations	تیمارهای تناوب زارعی	Zn (mg.kg^{-1})	Fe (mg.kg^{-1})	Cu (mg.kg^{-1})	Mn (mg.kg^{-1})
Continuous maize-what	مداوم ذرت- گندم	0.709e	7.58c	1.97b	17.36d
One season fallow	یک فصل آیش	0.847c-e	7.68c	1.94b	17.45d
Two seasons fallow	دو فصل آیش	1.231a	10.43b	2.19a	18.29cd
Three seasons fallow	سه فصل آیش	1.181a	9.95b	2.32a	18.32cd
Four seasons fallow	چهار فصل آیش	1.107ab	9.90b	2.18a	18.78bc
Wheat-alfalfa	تناوب گندم با یونجه	0.976bc	12.61a	2.36a	20.31a
Maize-alfalfa	تناوب ذرت با یونجه	0.881cd	13.04a	2.30a	19.76ab
Continuous fallow	آیش کامل (نکاشت)	0.785de	10.07b	2.26a	19.06a-c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Tukey test

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که کشت مداوم ذرت-گندم با افزایش شوری خاک و کاهش معنی‌دار عناصر معدنی خاک، کمترین تولید عملکرد علوفه تر ذرت و دانه گندم در طی سال‌های اعمال تناوب را به همراه داشت. کرت‌های گندم و ذرت در تناوب با یونجه و پس از آن دو تا سه فصل آیش نیز با دارا بودن شرایط بهتر خاک، با افزایش یا عدم کاهش عملکرد گندم و ذرت طی زمان همراه بود، بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش پنج ساله، برای جلوگیری از کاهش تدریجی میزان محصول و نزدیک شدن به عملکرد بالقوه اقتصادی گندم و ذرت در منطقه باجگاه، اجتناب از کشت مداوم گندم-ذرت و قرار دادن یونجه چندساله در تناوب یا تعداد دو تا سه فصل آیش در هر پنج سال مناسب‌تر است.

منابع مورد استفاده

References

Anderson, R. I. 2008. Growth and yield of winter wheat as affected by preceding crop and crop management. Agron. J. 100: 977-980.

Ayeneh, G. L., H. Asadi, M. Gosheh and S. M. H. Mousavi Fazl. 2014. Study on agronomic and economic wheat- based rotation with some crops in sought of Khuzestan Province In: Proceeding of 13th Crop Science

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

Congress. 24-26 August, Karaj, Iran. (In Persian with English abstract).

Bhadoria P. B. S., S. Sing and N. Claassen. 2001. Phosphorus Efficiency of Wheat, Maize and Groundnut Grown in Low Phosphorus Supplying Soil. p. 530-531. In W.J. Horst *et al*. (Eds.) Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems through Basic and Applied Research. Springer, Netherlands.

DeMaria, I. C., P. C. Nnabude and O. M. de Castro. 1999. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. Soil Till. Res. 51: 71-79.

Faber, A. 1987. Initial and Residual Effects of Microelements in Crop Rotation. p. 1-10. In UN Economic Commission for Europe (Ed.). The Utilization of Secondary and Trace Elements in Agriculture. Springer, Dordrecht.

Gozubuyuk, Z., U. Sahin, M.C. Adiguzel, I. Ozturk and A. Celik. 2015. The influence of different tillage practices on water content of soil and crop yield in vetch–winter wheat rotation compared to fallow–winter wheat rotation in a high altitude and cool climate. Agric. Water Manag. 160: 84-97.

Ghimire, R., J. B. Norton and E. Pendall. 2014. Alfalfa-grass biomass, soil organic carbon, and total nitrogen under different management approaches in an irrigated agroecosystem. Plant Soil. 374: 173-184.

Govaerts, B., M. Mezzalama, K. D. Sayre, J. Crossa, J. M. Nicol and J. Deckers. 2006. Long-term consequences of tillage, residue management, and crop rotation on maize/wheat root rot and nematode populations in subtropical highlands. Appl. Soil Ecol. 32: 305-315.

Kelley K. W., J. H. Long Jr, and T.C. Todd. 2003. Long-term crop rotations affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties. Field Crops Res. 83: 41-50.

Koocheki, A., M. Nasiri Mohalati, A. Zarea Feizabadi and G. Jahanbin. 2004. Evaluation of variability in different cropping systems of Iran. Pajouhesh-va-Sazandegi 63: 70-81. (In Persian with English abstract).

Lithourgidis, A. S., C. A. Damalas and A. A. Gagianas. 2006. Long-term yield patterns for continuous winter wheat cropping in northern Greece. Eur. J. Agron. 25: 208-214.

Lund, M. G., P. R. Carter and E. S. Oplinger. 1993. Tillage crop rotation affect com, soybean and winter wheat yields. J. Prod. Agric. 6: 207-213.

Lopez-Bellido, R. J. and L. Lopez-Bellido. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: Effect of tillage, crop rotation and N fertilization. Field Crops Res. 71: 31-64.

Maas, E. V. and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance – current assessment. J. Irrig. Drain. Divis. 103: 115–134.

Mader, P., D. Hahn, D. Dubois, L. Gunst, T. Alfoldi, H. Bergmann, M. Oehme, R. Amado, H. Schneider, U. Graf, A. Velimirov, A. Fliebbach and U. Niggli, U. 2007. Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. J. Sci. Food Agric. 87: 1826-1835.

Meyer-Aurich, A., M. Gandorfer, G. Gerl and M. Kainz. 2009. Tillage and fertilizer effects on yield, profitability, and risk in a corn-wheat-potato wheat rotation. Agron. J. 101: 1538- 1547.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

Najafinezhad, H., M. A. Javaheri, S. Z. Ravari and F. A. Shahraki. 2009. Effect of crop rotation and wheat residue management on grain yield of maize cv. KSC704 and some soil properties. Seed Plant Prod. J. 25: 245-258. (In Persian with English abstract).

Nourinia, A., M. Salehi, A. Faghani and A. Gorzin. 2007. Effect of rotation systems on some properties of growth, diversity index and yield of wheat in Gorgan climate. In: Proceeding of 2nd National Congress of Ecological Agriculture. 17-18 October, Gorgan, Iran. (In Persian with English abstract).

Rahimizadeh, M., A. Zare Feizabadi, A. Kashani, A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati. 2012. Evaluation of soil fertility in wheat-based double cropping systems under different rates of nitrogen and return of crop residue. J. Water Soil. 25: 1277-1286. (In Persian with English abstract).

Sawyer, J. 2008. Importance of nitrogen in soil [Online]. Available at http:// www. agronext.iastate.edu/soilfertility/currenttopic/sawyer.

Sieling, K., C. Stahl, C., Winkelmann and O. Christen. 2005. Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany. Eur. J. Agron. 22: 71–84.

Sundermeier, A. P., R. C. Reeder, J. Hoorman, Y. Raut, N. Fausey, K.R. Islam and S. M. Reno. 2009. Crop Rotation and Tillage Impact on Soil Nutrients, Ohio State University, Columbus, OH.

Turmel, M. S., M. H. Entz, K. C. Bamford and J. R. Thiessen Martens. 2009. The influence of crop rotation on the mineral nutrient content of organic vs. conventionally produced wheat grain: Preliminary results from a long-term field study. Can. J. Plant Sci. 89: 915-919.

Varvel, G. E. 1994. Rotation and nitrogen fertilization effects on changes in soil carbon and nitrogen. Agron. J. 86: 319-325.

Varvel G. E. 2006. Soil organic carbon changes in diversified rotations of the western Corn Belt. Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 426-433.

Welsh, C., M. Tenuta, D. N. Flaten, J. R. Thiessen-Martens and M. H. Entz. 2009. High yielding organic crop management decreases plant-available but not recalcitrant soil phosphorus. Agron. J. 101(5): 1027-1035.

Zare Feizabadi, A. and M. Azizi. 2012. Effect of different crop rotation systems on wheat productivity in cold agro-climatic region of Khorasan-e-Razavi in Iran. Seed Plant Prod. J. 28: 261-275. (In Persian with English abstract).

Zare Feizabadi, A. and M. Nouri Hoseini. 2013. Study on the variations of organic carbon and some nutrients in soil in wheat based rotations. Iran. J. Soil Res. 27: 629-643. (In Persian with English abstract).

Zorb, C., G. Langnekamper, T. Betsche, K. Niehaus and A. Barsch. 2006. Metabolite profiling of wheat grains (*Triticum aestivum* L.) from organic and conventional agriculture. J. Agric. Food Chem. 54: 8301-8306.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]

Midterm effect of maize (*Zea mays* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) rotations on grain yield and soil properties

Pirasteh-Anosheh, H.[1], M. Edalat[2] and F. Dehghany[3]

ABSTRACT

Pirasteh-Anosheh, H., M. Edalat, F. Dehghany. 2016. Midterm effect of maize (*Zea mays* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) rotations on yield and soil properties**. Iranian Journal of Crop Sciences. 18(2):147 -160. (In Persian).**

In a five years experiment, the effect of crop rotation was examined on yield and soil physico-chemical properties in 200 hectares land of College of Agriculture- during 2010-2015 growing seasons Shiraz University, Shiraz, Iran,. Eight rotation systems consisted of 1: complete fallow (no planting), 2: continuous maize-wheat, 3: wheat rotation with alfalfa, 4: maize rotation with alfalfa, 5, 6, 7 and 8: fallow in one, two, three and four of ten growing seasons during five years using randomized complete block design with four replications. Shiraz wheat cultivar and SC704 maize hybrid were used. Results showed that the highest wheat grain yield (7706 $kg.ha^{-1}$) and maize fresh forage (82100 $kg.ha^{-1}$) obtained when sown in rotation with alfalfa. Fallow had positive effect on yield of both crops, up to four seasons for wheat and up to two seasons for maize. Continuous maize-wheat with higher soil salinity and lower amount of nitrogen (N), phosphorous (P), zinc (Zn), iron (Fe), copper (Cu) and manganese (Mn) led to significant reduction in yield compared to rotations with alfalfa or fallow for more than two seasons. Wheat and maize in rotations with alfalfa had higher soil nitrogen, phosphorous, iron and manganese which were associated with greater wheat grain yield and maize fresh forage. Micronutrients were greater in fallow systems and this might led to greater and stable wheat grain yield and maize fresh forage yield. It was concluded that rotation with alfalfa or 2-3 seasons fallow for maize and 4 seasons for wheat improved soil chemical conditions, and consequently had higher economical yield of wheat and maize.

Key words: Alfalfa, Crop rotation, Forage, Micronutrient and Soil salinity.

Received: March 2016 **Accepted: August 2016**

1- Assistant Prof., National Salinity Research Center (NSRC), Yazd, Iran (Corresponding author) (Email: h.pirasteh.a@gmail.com)
2- Assistant Prof., College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
3- Assistant Prof., National Salinity Research Center (NSRC), Yazd, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.5.6]