تحقیقات غلات
سال سوم / شماره دوم/ ۱۳۹۲ (۱۱۸-۱۰۷)

مقایسه نظام‌های تناوب زراعی مبتنی بر گندم در منطقه گنبدکاووس

حسین علی فلاحی[۱]، حسین صبوری[۲*]، عثمان محمد یاروف[۳] و مسعود اصفهانی[۴]

۱- مربی پژوهش ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، ۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، ۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تاجیکستان، ۴- دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۶- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۲۰)

چکیده

به منظور بررسی و مقایسه تناوب‌های زراعی مبتنی بر گندم از نظر میزان تولید، توجیه اقتصادی، حاصلخیزی خاک و تغییرات جمعیت علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات، آزمایشی به مدت پنج سال زراعی (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد اجرا شد و طی آن، شش نظام تناوب زراعی، شامل ۱- گندم - گندم ۲- گندم- کلزا ۳- گندم - نخود ۴- گندم - پنبه ۵- گندم - هندوانه و ۶- گندم - آفتابگردان با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در قطعاتی به مساحت ۱۸۰ متر مربع مورد ارزیابی قرار گرفتند. نظام‌های تناوبی اجرا شده بر اساس زراعت غالب منطقه (گندم رقم دریا) بوده و در زمینی که سال قبل به صورت یکنواخت زیر کشت گندم بود، آغاز و در پایان اجرای آزمایش نیز به کشت گندم خاتمه یافتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تناوبی اثر معنی‌داری بر صفات گیاهی گندم از جمله ارتفاع بوته، تعداد سنبله بارور در متر مربع، تعداد دانه در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و تعداد سنبلچه بارور در سنبله داشتند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که عملکرد دانه گندم در تیمار تناوبی گندم - نخود دارای بیشترین مقدار (۵۳۴۳ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار تناوبی گندم - آفتابگردان دارای کمترین مقدار (۳۹۹۰ کیلوگرم در هکتار) بود. بنابراین، بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، تناوب گندم - نخود برای منطقه مورد نظر قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تناوب، حاصلخیزی خاک، عملکرد دانه، گندم

* نویسنده مسئول: hos.sabouri@gmail.com

مقدمه

در ایران مشابه سایر نقاط جهان، گندم از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید، مهم‌ترین محصول کشاورزی بوده و به عنوان منبع عمده تأمین کالری و پروتئین مورد نیاز جمعیت کشور است، به طوری که ۷۵ درصد پروتئین مصرفی و ۶۵ درصد کالری دریافتی روزانه هر فرد از نان تأمین می‌شود و همچنین به دلیل سازگاری بیشتر با شرایط اقلیمی و زراعی و محدودیت‌های آب و بارندگی، کشت و کار گندم در اکثر نقاط کشور محور فعالیت‌های کشاورزی است (Keshavarz *et al.*, 2002). بدون تردید نقش تناوب در کشاورزی و جایگاه ویژه آن از نظر بهبود شرایط برای محصولات بعدی و کاهش مشکلات ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز غیر قابل انکار است، خوشبختانه هشدارهای اخیر در سطح جهانی و از جمله در کشور ایران در رابطه با مشکلات زیست محیطی و عدم پایداری تولیدات کشاورزی باعث شده است که آن دسته از عملیات زراعی مانند تناوب که قبلاً جایگاه خاصی را نداشته است و امروزه رایج نیستند، مجدداً مطرح شود. در مناطقی که اولویت با کاشت گندم پاییزه یا بهاره است، استفاده از سایر گیاهان زراعی در الگوی کشت، منوط به سودمندی اکولوژیک آن‌ها در دوره تناوب و توان بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان است (Johanston *et al.*, 2002). وایلی (Wylie, 2003) گزارش کرد که عملیات زراعی و تناوب مناسب زراعی باعث بهبود مصرف آب و کاهش شوری خاک شده و در مقابل کشت مداوم گندم باعث شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود.

سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 2009) اثر نظام‌های تناوب زراعی را در اهواز مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کشت مداوم گندم با عملکرد ۵۱۰۳ کیلو گرم در هکتار و کشت این گیاه پس از یونجه و کلزا به ترتیب ۲۴ و ۱۷ درصد افزایش عملکرد داشته و کشت مداوم گندم پس از آیش، ذرت، سودان‌گراس، ذرت سیلویی و کنجد به ترتیب ۱، ۱، ۱۶، ۲۲ و ۲۰ درصد کاهش عملکرد داشته است. برمر و همکاران (Bermer *et al.*, 2008) تأثیر تناوب گیاهی و تیمارهای کودی را روی کربن آلی خاک مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که مقدار کربن آلی خاک در غلاتی که دارای تیمار بدون کود بودند، در مقایسه با تناوب آیش- گندم، بعد از ۱۲ سال، افزایش نداشت ولی در غلاتی که دارای تیمار کودی بودند، مقدار کربن آلی خاک در پایان آزمایش به مقدار تقریباً ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، افزایش یافت. اکبری مقدم و همکاران (Akbarimoghadam *et al.*, 2010) گزارش کردند که بین نظام‌های تناوبی گندم با گندم، گندم با کلزا و گندم با جو و شبدر، اختلاف معنی‌داری وجود داشته و اجرای تناوب باعث افزایش عملکرد دانه گندم شد. این افزایش در تیمارهای گندم - کلزا، در مقایسه با تیمارهای گندم - گندم، ۲۲ درصد و در تیمارهای گندم - جو، کلزا و شبدر حدود ۱۰ درصد بود. بیشترین عملکرد دانه در بین نظام‌های تناوبی مربوط به تناوب گندم - کلزا (۵۵۲۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن مربوط به تناوب گندم - گندم (۴۲۹۸ کیلوگرم در هکتار) بود.

بنا به اظهار تورپین و همکاران (Turpin *et al.*, 2002) خاک‌هایی که تحت کشت گیاهان بقولات قرار دارند نسبت به خاک‌هایی که به کشت گیاهان غیر بقولات اختصاص می‌یابند، حاوی نیتروژن بیشتری هستند. عقیده بر این است که در صورتی که نخود با نژاد سازگار ریزوبیوم خاک همزیستی داشته است، می‌تواند بخش قابل توجهی از نیاز کودی گیاه به نیتروژن را مرتفع نماید (Kyei *et al.*, 2002). در مناطق شمال استرالیا کشت نخود به عنوان افزایش دهنده نیتروژن خاک و قطع کننده چرخه بیماری‌های غلات به طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Whish *et al.*, 2002). چکانکاف (Chekankov, 2010) با اجرای آزمایش‌هایی در جنوب قفقاز گزارش نمود که پیش از کشت گندم، کاشت محصولاتی از جمله ذرت، لوبیا، آفتابگردان، ذرت سیلویی و یونجه باعث افزایش عملکرد گندم شدند. میشل و همکاران (Mitchell *et al.*, 2008) بر اساس نتایج ۱۱۰ ساله آزمایشات تناوب در دانشگاه آبورن در آلاباما، تأثیرات طولانی مدت تناوب گیاهی با بقولات را روی تولید پنبه آزمایش کردند و نتیجه گرفتند که بقولات به عنوان افزایش دهنده نیتروژن خاک در افزایش عملکرد پنبه و میزان کربن آلی خاک موثر بوده و افزایش کربن آلی خاک باعث افزایش عملکرد گیاه پنبه شد.

با توجه به این‌که در استان گلستان سالانه سطحی در حدود ۳۵۰ هزار هکتار به کشت گندم اختصاص دارد، از این‌رو اجرای صحیح تناوب زراعی در این منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. بر این اساس، پژوهش حاضر

اجرا شد که هدف از آن، بررسی تأثیر تناوب‌های زراعی مختلف در کاهش یا افزایش عملکرد گندم در مقایسه با کشت مداوم گندم و معرفی بهترین تناوب زراعی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سه دوره تناوبی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در صد کیلومتری شمال شرق گرگان و در ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه برداری‌های لازم از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر برداشته شده و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز در آزمایشگاه بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان قبل و بعد از اجرای آزمایش انجام گرفت (جدول‌های ۱ و ۲). جهت آماده‌سازی زمین در سال‌های اجرای آزمایش از گاوآهن برگردان‌دار و سپس دو مرتبه دیسک و یک بار لولر استفاده شد. در شرایط عدم تأمین رطوبت از طریق باران، در مواقع مورد نیاز آبیاری صورت گرفت. برخی پارامترهای هواشناسی در طول فصول زراعی در سه دوره اجرای آزمایش در مقایسه با میانگین دراز مدت آن در جدول ۳ ارایه شده است.

در این آزمایش، شش نظام تناوب زراعی شامل ۱- گندم - گندم، ۲- گندم – کلزا، ۳- گندم - نخود، ۴- گندم - پنبه، ۵- گندم - هندوانه و ۶- گندم - آفتابگردان با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در قطعاتی به ابعاد ۲۰×۹ متر (۱۸۰ متر مربع) با فاصله ۲ متر بین قطعات و ۶ متر بین تکرارها در سه دوره تناوبی از سال ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفتند. نظام‌های تناوبی مورد استفاده بر اساس زراعت غالب منطقه گندم بود. تمام تیمارها در زمینی که سال قبل به صورت یکنواخت زیر کشت گندم بود شروع و در پایان اجرای طرح نیز به کشت گندم خاتمه یافت. رقم گندم مورد استفاده دریا بود که شجره آن SHA4/CHIL با میانگین عملکرد دانه ۵۴۸۰ کیلوگرم در هکتار با تیپ رشد بهاره و مقاوم به بیماری-های قارچی بود که در سال ۱۳۸۶ برای اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور معرفی شده است. گیاهان مورد استفاده در این آزمایش شامل کلزا رقم هایولا ۴۰۱، نخود رقم آرمان، پنبه رقم ساحل، هندوانه رقم چارلستون‌گری و آفتابگردان رقم هایسون ۳۳ بودند. تعداد گیاهچه‌های هر ردیف بر مبنای ۳۵۰ بذر در متر مربع برای گندم در مزرعه تنظیم شد. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از:

- عملکرد دانه در کرت: با برداشت بوته‌ها از سطح زمین توسط کمباین آزمایشات غلات و توزین دانه‌ها از سطح ۴/۸ متر مربع محاسبه شد.

- تعداد سنبله بارور در واحد سطح: با شمارش سنبله‌ها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطح یک متر مربع انجام شد تا از ریزش دانه به دلیل حرکت در کرت جلوگیری شود.

- تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه: با استفاده از ۳۰ سنبله تصادفی از هر کرت در مرحله رسیدگی کامل، نسبت به شمارش این صفات اقدام و میانگین ۳۰ سنبله برای آن‌ها در تجزیه‌های آماری در نظر گرفته شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش

Table1. Results of chemical analysis of soil before the experiment

بافت Texture	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن Total N (%)	کربن آلی O.C (%)	هدایت الکتریکی EC ($\mu S.m^{-1}$)
سیلتی لوم (Silty loam)	522	8.15	0.13	1.35	1.11

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی خاک بعد از اجرای آزمایش

Table1. Results of chemical analysis of soil after the experiment

بافت Texture	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن Total N (%)	کربن آلی O.C (%)	هدایت الکتریکی Ec ($\mu S.m^{-1}$)
سیلتی لوم (Silty loam)	570	14	0.15	1.55	1.0

جدول ۳- میانگین بارندگی و درجه حرارت ماهیانه در طول تناوب سه دوره در مقایسه با میانگین دراز مدت

Table 3. Mean of monthly rainfall and temperature during of rotation comprising of long time mean

سال‌ها Year	2005-1995			2010			2008			2006		
	حداقل دما Min. Tem.	حداکثردما Max. Tem.	بارندگی rainfall	حداقل دما Min. Tem.	حداکثردما Max. Tem.	بارندگی rainfall	حداقل دما Min. Tem.	حداکثردما Max. Tem.	بارندگی rainfall	حداقل دما Min. Tem.	حداکثردما Max. Tem.	بارندگی rainfall
ماه‌ها Month	(سانتی‌گراد) Centigrade		(میلی‌متر) Millimeter	(سانتی‌گراد) Centigrade		(میلی‌متر) Millimeter	(سانتی‌گراد) Centigrade		(میلی‌متر) Millimeter	(سانتی‌گراد) Centigrade		(میلی‌متر) Millimeter
Jan.	3.1	12.9	46.1	5.1	16.3	45	1.7	12.6	36.7	-2.8	8.4	31.4
Feb.	3.9	14.6	39.7	5.5	13.5	129.8	6.3	17.4	107.5	0.8	11.7	38.8
March	6	16.6	66.4	7.3	17.7	29.8	7.2	19.8	30.1	9	24	35.5
April	10.6	22.2	50.9	10.6	20.6	66.7	8.6	18.2	77.6	11.8	25.9	13.2
May	15	28.8	26.9	15.9	29	15.3	15.4	27.7	18.6	15.2	29.2	12.5
June	20.1	33.9	15.4	21.7	38.2	43.8	19.3	35.2	5.3	19.4	32.8	9.2
July	23.2	35.2	21.7	25.7	38.8	0	23.5	37.2	6.4	23.7	35.8	27.8
Aug.	23.7	36.4	23.5	23	37.8	2	21.7	32	56.2	23	37.5	1
Sep.	19.9	32.4	28.5	18.4	34.3	2.4	19.2	32	23.7	20.9	33.7	21.8
Oct.	14.1	27.1	36.7	17	28.8	36.8	12.8	28.1	3.9	14	26.2	35.5
Nov.	8.5	19.7	48.2	7	22.9	0.5	8.2	20.8	45.6	7.5	19.2	11.3
Dec.	4.8	15.1	43	5.5	20.1	26.7	5.7	16.5	46.2	4.3	14	50.4
میانگین Mean	12.7	24.6	-	13.6	26.5	-	12.5	24.8	-	12.2	24.9	-
جمع Sum	-	-	446.9	-	-	398.8	-	-	457.8	-	-	288.4

- تعداد دانه در واحد سطح: از مجموع تعداد سنبله بارور در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله به دست آمد.

- وزن هزار دانه: وزن هزار دانه‌ی تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شد.

- ارتفاع بوته: ارتفاع بوته (ارتفاع ساقه‌ی اصلی) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از سطح خاک تا نوک سنبله‌ی اصلی، بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها، بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

- طول سنبله: طول سنبله از یقه‌ی سنبله (ابتدای سنبله) تا نوک آن، بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها، بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری SAS و EXCEL انجام شد. به منظور تجزیه مرکب داده‌ها، ابتدا آزمون بارتلت جهت اطمینان از یکنواختی واریانس خطاهای آزمایش، انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر دوره‌ها و تیمارهای تناوبی بر ارتفاع بوته گندم معنی‌دار بود (جدول ۴). ارتفاع بوته گندم بعد از زراعت هندوانه- گندم در مرحله پنجه‌زنی بیشترین (۱۴/۹ سانتی‌متر) و در زراعت گندم- گندم کمترین (۱۲/۹ سانتی‌متر) بود. در شرایط آزمایش حاضر، ارتفاع بوته وابسته به تناوب‌های مختلف در گندم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از ۹۹/۸ سانتی‌متر برای تیمار تناوبی آفتابگردان- گندم تا ۱۰۳/۲ سانتی‌متر برای تیمار تناوبی نخود- گندم متغیر بود (جدول ۵). در اثر کاهش ارتفاع بوته، معمولاً کاهش تولید و تجمع ماده خشک گیاه در تناوب‌های مختلف کاهش یافته، ولی میزان کودپذیری، مقاومت به خوابیدگی و عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Richards *et al.*, 2001). آینه‌بند (Ayenehband, 2005) گزارش داد که در آزمایش وی تفاوت بین کمترین و بیشترین ارتفاع بوته گندم در تناوب‌های مختلف، ۱۳/۵ درصد بوده است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تناوب‌های مختلف بر طول سنبله گندم معنی‌دار نبود (جدول ۴)، طول سنبله در تیمارهای مختلف تناوبی از ۹/۰۷ تا ۹/۳۵ سانتی‌متر متغیر بود، به طوری که تیمار تناوبی گندم-گندم و تیمار تناوبی نخود-گندم به ترتیب بیشترین (۹/۳۵ سانتی‌متر) و کمترین (۹/۰۷ سانتی‌متر) طول سنبله را دارا بودند. در حال حاضر کوشش می‌شود ارقام گندم، علاوه بر این‌که ارتفاع بوته متوسطی داشته باشند، از طول سنبله متوسطی نیز برخوردار بوده و دارای تعداد بیشتری سنبله در واحد سطح باشند. کاهش طول سنبله به معنی کاهش ساختار آن و تغییر در تعداد سنبلچه و تعداد گلچه در سنبله و در نهایت تعداد دانه در سنبله است. عدم معنی‌دار بودن طول سنبله در تناوب‌های مختلف توسط غفاری (Ghafari, 2002) نیز گزارش شده است. طول سنبله یک متغیر کلی بوده و بین ژنوتیپ‌ها و حتی بین سنبله‌های یک گیاه نیز از این لحاظ اختلاف وجود دارد. اندرسون و همکاران (Anderson *et al.*, 1999) نیز گزارش دادند که با افزایش تنوع در تناوب از طریق ورود گیاهان پهن برگ، عملکرد گندم به دلیل بهبود کلی در تعداد و طول سنبله حدود ۲۳ درصد افزایش یافت.

نتایج تجزیه مرکب سه دوره تناوبی این آزمایش نشان داد که اثر دوره‌های تناوبی، تیمارهای تناوبی و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین تعداد سنبله در متر مربع در تناوب-های مختلف به ترتیب ۴۵۸ و ۳۸۱ عدد بودند (جدول ۵). تعداد سنبله در واحد سطح در تناوب نخود-گندم بیشترین (۴۵۸ سنبله در مترمربع) و در تناوب آفتابگردان- گندم (۳۸۱ سنبله در مترمربع) کمترین مقدار را دارا بودند.

حضور آفتابگردان قبل از گندم حتی اثر منفی نیز داشته و تراکم سنبله در واحد سطح را نسبت به شرایط متوالی کشت گندم بیشتر کاهش داد، هر چند که اثر آن معنی‌دار نبود. در حالی که تناوب‌های واجد گیاهان بقولات مانند نخود و هندوانه از میانگین حد واسط تعداد سنبله در واحد سطح (۴۱۴ سنبله در متر مربع) برخوردار بودند. البته در برخی منابع تأثیر بقولات چشم‌گیرتر گزارش شده است. برای مثال میلر و همکاران (Miller *et al.*, 2002) ضمن تأکید بر این نکته که گیاهان تثبیت کننده نیتروژن مجموعه‌ای از اثرات متقابل پیچیده بر گیاه گندم پس از خود خواهند داشت (مانند اثرات تجمعی بر آب خاک، فراهمی عناصر خاک و نیز قطع چرخه آفات و بیماری‌ها)، معتقدند که میزان واکنش اجزای عملکرد گیاهان از جمله تعداد سنبله در واحد سطح تحت کنترل عواملی مانند

جدول۴- نتایج تجزیه واریانس صفات گیاهی گندم در تیمار های تناوبی

Table 2. Analysis of variance for plant characteristics of wheat in rotation treatments

			میانگین مربعات (MS)								
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله Spike length	تعداد سنبله بارور در متر مربع No. of fertile spike.m^{-2}	تعداد سنبلچه در سنبله No. of Spikelet. spike^{-1}	تعداد دانه در سنبله No. of Grain.spike^{-1}	تعداد دانه در مترمربع No. of grain.m^{-2}	تعداد دانه در سنبلچه No. of Grain. spikelet^{-1}	وزن هزار دانه 1000 Grain weight	عملکرد دانه Grain yield
Rotation cycle(RC)	دوره تناوبی	2	311**	0.83^{ns}	18407**	0.805**	0.59^{ns}	23018747**	0.188^{ns}	8.05*	2.39**
Replication	تکرار	6	8.7	0.46	63	0.005	2.84	236330	0.166	1.33	0.05
Rotation	تناوب	5	18**	0.08^{ns}	7075**	3.023*	52**	23250301**	1.105*	9.91^{ns}	2.35**
Rotation×RC	دوره تناوبی × تناوب	10	1.88^{ns}	0.03^{ns}	1029**	0.867**	2.9**	1462519**	0.022*	3.88**	0.081**
Error	خطای آزمایش	30	6.7	0.12	112	0.167	0.7	130629	0.010	0.43	0.023
CV(%)	ضریب تغییرات		2.55	3.75	2.56	3.35	2.53	2.62	3.87	1.92	3.38

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی گندم در تیمار های مختلف تناوبی

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of wheat in rotation treatments

		ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	تعداد سنبله بارور در متر مربع No. of Fertile spike.m^2	تعداد سنبلچه در سنبله No. of Spikelet. spike^{-1}	تعداد دانه در سنبله No. of Grain.spike^{-1}	تعداد دانه در مترمربع No. of Grain number. m^{-2}	تعداد دانه در سنبلچه No. of Grain. spikelet^{-1}	وزن هزار دانه 1000 Grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
(Rotation cycle)	دوره‌های تناوبی									
	1	104.4 a	9.41 a	378 c	12.00 c	33.0 a	12510 c	2.51 a	33.5 b	4135 b
	2	104.2 a	9.31 a	423 b	12.15 b	33.1 a	14072 b	2.68 a	34.9 a	4685 a
	3	97.1 b	9.00 a	440 a	12.43 a	33.4 a	14707 a	2.69 a	34.2 ab	4826 a
(Rotation)	تناوب									
Wheat- Wheat	گندم- گندم	101.6 bc	9.34 a	387 c	12.62 a	32.8 b	12716 b	2.59 bc	34.03 ab	4164 de
Wheat- Rapeseed	گندم- کلزا	100.9 cd	9.28 a	410 bc	11.61 b	30.9 c	12670 b	2.60 bc	34.88 ab	4334 cd
Wheat- Chickpea	گندم- نخود	103.2 a	9.06 b	458 a	12.47 ab	35.5 a	16231 a	2.62 ab	33.45 b	5343 a
Wheat- Cotton	گندم- پنبه	102.9 ab	9.20 ab	422 b	11.53 b	30.2 c	12748 b	2.47 c	36.06 a	4505 c
Wheat- Watermelon	گندم- هندوانه	103.1 a	9.30 d	425 ab	12.96 a	36.2 a	15385 a	2.71 ab	33.31 b	4956 b
Wheat-Sunflower	گندم-آفتابگردان	99.8 d	9.27 a	381 c	11.98 ab	33.7 b	12829 b	2.77 a	33.73 b	3990 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ی ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

سال، محل و همچنین نوع گیاه تثبیت کننده نیتروژن نیز قرار خواهند گرفت. تفاوت عملکرد نیتروژن (زیست توده هوایی × غلظت نیتروژن) که احتمالاً ناشی از تفاوت در میزان تثبیت بیولوژیکی است، همبستگی قوی با میزان کارایی استفاده از نیتروژن توسط گیاه گندم بعدی در تناوب خواهد داشت. به نظر می‌رسد که بیشتر بودن تعداد سنبله در واحد سطح منجر به بیشتر شدن شاخص سطح برگ در مرحله گل دهی برای تیمارهای تناوبی نخود- گندم و هندوانه- گندم شده است. نتایج آزمایشات نشان داده است که اعمال تناوب‌هایی که در آن بقولات وجود داشته است، باعث افزایش تعداد سنبله در واحد سطح شه که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Turpin *et al.*, 2002; Ayenehband, 2005; Fasihi, 2007).

نتایج تجزیه مرکب سه دوره تناوبی این آزمایش نشان داد که اثر دوره‌های مختلف تناوبی، تیمارهای تناوبی و اثر متقابل بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). حداقل و حداکثر تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب مربوط به تیمار تناوبی پنبه- گندم و هندوانه – گندم بود (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای تناوبی و اثرات متقابل آن بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴) و وزن دانه یک سنبله در تیمارهای دوره تناوبی و تناوب‌ها معنی‌دار نبود، ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار شد (جدول ۴). در سال‌های اخیر افزایش عملکرد دانه عمدتاً مرهون افزایش تعداد دانه در سنبله یا در واحد سطح بوده است و افزایش وزن دانه سهم کمتری در افزایش عملکرد داشته است (Calderini *et al.*, 1999). با توجه به این‌که تا مدتی پس از ظهور بساک تعداد دانه در سنبله شکل می‌گیرد (Slafer and Whitechurch, 2001)، کاهش تعداد دانه در سنبله در تناوب‌های مختلف پس از ظهور بساک منطقی بنظر می‌رسد. آرئوس و همکاران (Araus *et al.*, 2002) طویل شدن ساقه را مرحله‌ای مهم در تشکیل دانه در سنبله گندم عنوان کرده‌اند. این گزارش‌ها با نتایج حاصل از آزمایش حاضر مطابقت داشت.

میانگین تعداد دانه در سنبله روند نسبتاً مشابهی با وضعیت طول دوره پر شدن دانه داشت به‌طوری‌که تناوب پنبه- گندم با میانگین ۳۰/۲۳ عدد کمترین و تناوب نخود- گندم با ۳۵/۵۳ عدد بیشترین میانگین تعداد دانه در سنبله را دارا بودند (جدول ۵). شاید بتوان اظهار داشت که تناوب‌هایی که اثر مثبت بر شاخص طول دوره پر شدن دانه داشته‌اند، اثر مثبت بر تعداد دانه در سنبله نیز داشته‌اند. البته شدت و ضعف این تأثیرگذاری در برخی موارد به درجه تنوع الگوی کشت (نوع و زمان کشت گیاهان زراعی شرکت کننده در تناوب) و همچنین نسبت گیاهان تثبیت کننده نیتروژن به گیاهان غیر تثبیت کننده نیتروژن ربط داده شده است (Ayenehband, 2005). بنابراین، هر چه در طراحی یک تناوب کشت اصول تناوب گیاهان زراعی بهتر رعایت شود، بهبود شاخص‌های مهم اجزای عملکرد گندم از جمله تعداد دانه در سنبله قطعیت بیشتری خواهد داشت. بر خلاف نتایج این آزمایش، جانسون و همکاران (Johanston *et al.*, 2002) معتقدند که ورود دانه-های روغنی غیر تثبیت کننده نیتروژن مانند کلزا و آفتابگردان در تناوب با گندم می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد دانه بگذارد.

از بین اجزای عملکرد گندم، میانگین وزن دانه در سنبله کمترین تفاوت را بین تناوب‌های مورد آزمایش دارا بود، با این وجود بیشترین وزن دانه در سنبله در تناوب نخود- گندم و کمترین مقدار آن در تناوب پنبه- گندم مشاهده شد (جدول ۵). از آنجا که وزن هزار دانه از ویژگی‌های نسبتاً ثابت یک رقم است، بنابراین به جز در مواقع خوابیدگی بوته و یا سایر شرایطی که موجب کاهش دوام سایه انداز می‌شوند، تغییر در عملکرد دانه می‌تواند به طور معمول به تغییر دو جزء دیگر آن (تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله) مربوط باشد. به عبارت دیگر، تعداد دانه در واحد سطح مهم‌ترین عامل تعیین کننده عملکرد دانه است. بنابراین با توجه به روابط منبع ـ مخزن پیش بینی می‌شود که در هر گیاه زراعی مشخص، یک حداکثر تراکم جمعیت دانه وجود دارد که در ورای آن عملکرد دانه افزایش نخواهد یافت (Fallahi *et al.*, 2007).

نتایج تجزیه مرکب سه دوره تناوبی نشان داد که اثر دوره‌های مختلف تناوبی، تیمارهای تناوبی و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در متر مربع در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در متر مربع در تناوب نخود- گندم (۱۶۲۳۱ دانه) و تناوب گندم- هندوانه (۱۵۳۸۵ دانه) و کمترین آن‌ها در تناوب‌های کلزا- گندم (۱۲۶۷۰ دانه) و گندم- گندم (۱۲۷۱۶ دانه) به دست آمد (جدول ۵). نتایج تحقیقات نشان داده است که عمده اختلافات عملکرد دانه، ناشی از تغییراتی است که در تعداد دانه در متر مربع به وجود می‌آید. بر اساس این نتایج، عملکرد بالقوه گندم در اکثر شرایط در طی مرحله پر شدن دانه، به خاطر محدودیت مخزن کاهش می‌یابد. بنابراین، افزایش قدرت مخزن (مثلاً افزایش تعداد دانه در متر مربع) می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه

گردد. نتایج بدست آمده با یافته‌های شاناهان و همکاران (Shanahan *et al*., 1995) مطابقت داشت.

نتیجه تجزیه واریانس مرکب سه دوره تناوبی این آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای تناوبی و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در سنبلچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در سنبلچه در تناوب آفتابگردان- گندم (۲/۷۷ دانه) مشاهده شد، هر چند اختلاف آن با تیمارهای تناوبی هندوانه- گندم و نخود- گندم معنی‌دار نبود. کمترین تعداد دانه در سنبلچه در تیمار تناوبی پنبه- گندم به دست آمد (جدول ۵).

اثر دوره‌های مختلف و اثر متقابل دوره‌های مختلف × تیمارهای تناوبی مربوطه به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی اثر تیمار تناوب‌های مختلف بر وزن هزار دانه معنی‌دار نشد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که وزن هزار دانه تحت تأثیر تناوب‌های کشت مختلف قرار نگرفته است، اگر چه سایر اجزای عملکرد گندم عکس‌العمل متفاوتی در تناوب‌های مختلف از خود نشان دادند. با این وجود بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار تناوبی پنبه- گندم (۳۶/۰۶ گرم) و کمترین آن مربوط به تیمار تناوبی هندوانه- گندم (۳۳/۳۱ گرم) بود (جدول ۵).

تیمارهای تناوبی که دارای تعداد دانه کمتری در سنبله بودند، از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند. در اکثر تحقیقات نیز رابطه این دو صفت منفی گزارش شده است (Ghafari, 2002; Ayenehband, 2005; Nourinia, 2007)، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت، ولی با نتایج گزارش شده توسط حقیقت‌نیا و همکاران (Haghighatnia *et al*., 2008) و فصیحی (Fasihi, 2007) در رابطه با اثر انواع تناوب‌های زراعی بر عملکرد گندم در دیم- زارهای منطقه ایلام، مغایرت داشت.

نتایج تجزیه واریانس مرکب سه دوره کامل تناوبی گندم با محصولات مختلف نشان داد که اثر دوره‌های تناوبی، تیمارهای تناوبی و همچنین اثر متقابل دوره‌های تناوبی × تیمارهای تناوبی بر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد دانه تحت تأثیر نوع گیاهان زراعی ماقبل قرار گرفت. بر این اساس عملکرد دانه گندم بین ۳۹۹۰ کیلوگرم در هکتار (در تناوب آفتابگردان- گندم) دارای کمترین تا ۵۳۴۳ کیلوگرم در هکتار (در تناوب نخود- گندم) دارای بیشترین مقدار بود (جدول ۵). به طور کلی تغییرات عملکرد دانه در این آزمایش ناشی از تغییر در تعداد سنبله در متر مربع بوده است که این موضوع با نتایج فصیحی (Fasihi, 2007) و حقیقت‌نیا و همکاران (Haghighatnia *et al*., 2008) مطابقت داشت.

گزارش‌های متعددی در مورد اثر تناوب بقولات بر عملکرد دانه گندم وجود دارد که مؤید نتایج این آزمایش است. در آزمایش گان و همکاران (Gan *et al*., 2003) عملکرد دانه گندم در تناوب با بقولات ۲۵ درصد بیش از عملکرد آن پس از خود گندم بود. استیونسون و کسل (Stevenson and Kessel, 1996) به نقل از حقیقت‌نیا و همکاران (Haghighatnia *et al*., 2008) گزارش کردند که افزایش ۴۳ درصدی عملکرد دانه گندم در تناوب نخود- گندم نسبت به کشت مداوم گندم ناشی از شکسته شدن چرخه بیماری‌های گندم و فراهمی عناصر غذایی پتاس، فسفر و گوگرد بوده است.

اثر متقابل دوره تناوبی × تیمارهای تناوبی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). کمترین عملکرد دانه مربوط به دوره تناوبی اول با ۴۱۳۵ کیلوگرم در هکتار بود که در دوره مذکور در نیمه اول پاییز به علت کم بودن مقدار بارندگی مؤثر و شروع زود هنگام سرمای پاییزه، امکان سبز شدن یکنواخت برای بوته‌های گندم فراهم نشد و در نتیجه عملکرد اولین دوره از اجرای تناوب زراعی کمتر از دوره‌های دوم (با ۴۶۸۵ کیلوگرم در هکتار) و دوره سوم (با ۴۸۲۶ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۵).

در آزمایش غفاری (Ghafari, 2002) اثر دوره تناوبی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین عملکرد در دوره اول با متوسط ۲۰۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در دوره دوم با متوسط ۱۶۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بالا بودن عملکرد دانه گندم در تیمار تناوبی نخود- گندم در هر سه دوره آزمایش نشان دهنده پایداری تولید این تناوب در درازمدت است. پایین بودن عملکرد دانه در تیمار تناوبی آفتابگردان- گندم در هر سه دوره تناوبی نشان داد که وجود گیاه زراعی پر توقع آفتابگردان که باعث تخلیه بیشتر رطوبت از اعماق خاک می‌شود، باعث تأثیر منفی بر عملکرد دانه گندم در دراز مدت می‌شود. محققین در مورد وارد کردن آفتابگردان به عنوان یک گیاه تابستانه با میزان آب مصرفی متوسط در تناوب‌های زراعی مناطق نیمه خشک توصیه نموده‌اند که به آب قابل دسترس توجه شود و اگر چنانچه میزان بارندگی کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر است، از کاشت آن خودداری شود (Halvorson *et al*., 1999; Nielsen, 1999).

به طور کلی، نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که در بین تناوب‌های زراعی مطالعه شده در این آزمایش، تناوب زراعی نخود- گندم با بالاترین عملکرد دانه به عنوان بهترین و تناوب آفتابگردان- گندم با کمترین عملکرد دانه به عنوان بدترین تناوب زراعی در منطقه مورد مطالعه بودند. بنابراین، به نظر می‌رسد که تناوب نخود- گندم با عملکرد بیش از ۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گندم، بهترین ترکیب تناوبی غالب تا سال‌های آتی تناوب در مقایسه با سایر تناوب‌ها در منطقه مورد آزمایش است.

References

Akbarimoghadam, H., Ghalavi, M., Ghanbarinajar, A., Rostami, H., Kohkan, S. H. A., Podineh, A., Akbarimoghadam, A. and Lakzaei, M. 2010. Effect of crop rotation systems and levels of nitrogen fertilizer on wheat yield in the Sistan region. Proceeding of the 11th Iranian Crop Science Congress. Shahid Beheshti University. 24-26 July, Tehran, Iran. (In Persian).

Anderson, R. L., Bowman, R. A., Nielsen, D. C., Vigil, M. F., Aiken, R. M. and Benjamin, J. G. 1999. Alternative crop rotations for the Central Great Plains. **Journal of Production Agriculture** 12: 95-99.

Araus, J. L., Salfer, G. A., Reynolds, M. P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? **Annals of Botany** 89: 925-940.

Ayenehband, A. 2005. Effects of cultivation history on the ecological characteristics of wheat crop ecosystem. **Journal of Agriculture** 28: 110-116. (In Persian).

Bermer, E., Janzen, H. H., Ellert B. H. and McKenzie, R. H. 2008. Soil organic carbon after twelve years of various crop rotation an Aridic Boroll. **Soil Science Society of America Journal** 72: 970-974.

Calderini, D. F., Abeledo, L. G., Savin, L. and Slafer, G. A. 1999. Effect of temperature and carpel size during pre- anthesis on potential grain weight in wheat. **Journal of Agricultural Science** 132: 453-459.

Chekankov, V. 2010. Improvement of cultivation technology elements of winter wheat in the northern zone of the Krasnodar region. Agricultural University of Tajikistan 22.

Fallahi, H. A., Siadat, A. and Ezat Ahmadi, M. 2007. Effect of supplemental irrigation and nitrogen rate on grain yield, yield components and protein of wheat *cv.* Koohdasht. **Journal of Agricultural Research** 7: 225-238. (In Persian).

Fasihi, Kh., Tahmasebi Sarvestani, Z., Agha Alikhani, M. and Modares Sanavi, A. 2007. Effects of annual medic green manure and biofertilizer on rainfed winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Ilam. **Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources** 13 (2): 124-135. (In Persian).

Fischer, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science Cambridge** 105: 447-461.

Gan, Y. T., Miller, P. R., Mc Conkey, B. G., Zentner, R. P., Stevenson, F. C. and Mc Donald, C. L. 2003. Influence of diverse cropping sequences on durum wheat yield and protein in semiarid northern Great Plains. **Agronomy Journal** 95: 245-252.

Ghafari, A. 2002. Study of sunflower, chickpea and fallow crop rotation with Sardari winter wheat cultivar under dryland conditions. **Seed and Plant** 18: 130-143. (In Persian).

Haghighatnia, H., Dastfal, M. and Barati, V. 2008. Effect of crop rotation systems on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and some soil properties. **Seed and Plant** 24: 265-279. (In Persian).

Halverson, A. D., Black, A. L., Krupinsky, J. M., Merrill S. D. and Tanaka, D. L. 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilizer under intensive cropping in wheat rotation. **Agronomy Journal** 91: 637-642.

Johanston, A. M., Tanaka, D. L., Miller, P. R., Brandt, S. A., Nielsen, D. C., Lafond, G. P. and Riveland, N. R. 2002. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the northern Great Plains. **Agronomy Journal** 94: 231-240.

Keshavarz, A., Jalal Kamali, M. R., Dehghani, A. B., Hamidnejad, H. M., Sadri, B., Heydari, A. and Mohsenen, M. 2002. Irrigated and rainfed wheat yield and production of project. Seed and Plant Improvement Research Institute. Agricultural Research and Education Organization. Ministry of Jehad-e-Agriculture. 146 p. (In Persian).

Koocheki, A. and Banayanaval, M. 1994. Physiology of crop yield. Ferdowsi University of Mashhad Press. 380 p. (In Persian).

Kyei, B. S., Slinkardand, A. E. and Walley, F. L. 2002. Evaluation of rhizobial inoculation methods for Chickpea. **Agronomy Journal** 94: 851-859.

Miller, P., McConkey, B., Clayton, G., Brandt, S., Baltensperger, D. and Neil, K. 2002. Pulse crop adaptation in the northern Great Plains. **Agronomy Journal** 94: 261-272.

Mitchell, C. C., Deleney, D. P. and Balkom, K. S. 2008. A historical summary of Alabamas old rotation: The world's oldest, continuous cotton experiment. **Agronomy Journal** 100: 1493-1498.

Modhej, A. and Fathi, G. 2010. Wheat physiology. Islamic Azad University of Shoshtar. 317 p. (In Persian).

Nielsen, D., Anderson, R., Bowman, R., Aiken, R., Vigiland, M. and Benjamin, J. 1999. Winter wheat and proso millet yield reduction to sunflower in rotation. **Journal of Production Agriculture** 12: 193-197.

Nourinia, A., Salehi, M., Faghani, A., Gorzin, A. R., Nazari, A. R. and Mirkarimi, A. 2007. Effect of cropping system on growth parameters, diversity index and wheat yield in Gorgan. Proceeding of the 2nd National Conference on Ecological Agriculture in Iran. 17-18 September, Gorgan, Iran. 2421-2430. (In Persian).

Richards, R. A. and Lukacs, Z. 2001. Seedling vigor in wheat – sources of variation for genetic and agronomic improvement. **Australian Journal of Agricultural Research** 53: 112-124.

Sarmadnia, GH. and Koocheki, A. 1989. Physiological aspects of dryland farming. Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. 485 p. (In Persian).

Shanahan, J. F., Donnelly, K. J., Smith, D. H. and Smika, D. E. 1995. Shoot development properties associated with grain yield in winter wheat. **Crop Science** 25: 770-774.

Siadat, S. A., Sadeghzadeh Hemayati, S., Fathi, G. and Abdali Mashadi, A. R. 2009. Determination of the most suitable crop rotation systems in Ahwaz region. **Iranian Journal of Crop Sciences** 11: 174-192. (In Persian).

Slafer, G. A., and Whitechurch, E. M. 2001. Manipulation wheat development to improve adaptation. In: Reynolds, M. P., Ortiz-Monasterio, J. I. and McNab, A. (Eds.), Application physiology in wheat breeding. Mexico, D. F., CIMMYT. pp. 160-170.

Slafer, G. A., Calderini, D. F. and Miralles, D. J. 1996. Yield components and compensation in wheat. In: Reynolds, M. P., Rajaram, S. and McNab, A. (Eds.), Opportunities for future increasing of yield potential in wheat: Breaking the Barriers. Mexico, D. F., CIMMYT. pp. 101-134.

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

Turpin, J. E., Herridgeand, D. F. and Robertson, M. J. 2002. Nitrogen fixation and soil nitrate interactions in field-grown chickpea (*Cicer arietinum*) and faba bean (*Vicia faba*). **Australian Journal of Agricultural Research** 53: 599-608.

Whish, J. P., Sindel, B. M., Jessop, R. S. and Felton, W. L. 2002. The effect of row spacing on yield loss of chickpea. **Australian Journal of Agricultural Research** 53: 1335-1340.

Wylie, P. 2003. Management options for salinity in Queensland. http:// www. horizonrural.com.au.

Zarefeyzabadi, A. 1998. Evaluation of energy efficiency and economic efficiency of conventional and ecological farming systems in different rotations with wheat. Ph.D. Dissertation, University of Mashhad. 149 p. (In Persian).

Comparison of wheat based rotation systems in Gonbad Kavous region

Hossein Ali Fallahi[1], Hossein Sabouri[2*], Usmon Mahmadyarov[3] and Masoud Esfahani[4]

1. Research Instructor, Agricultural Research Station of Gonbad Kavous, Agricultural Research Center of Golestan, 2. Assist. Prof., Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, 3. Prof., Tajik Agricultural University, 4. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

(Received: December 26, 2012- Accepted: June 10, 2013)

Abstract

To study and comparison of different crop rotations based on wheat in regard to yield, economic performance, soil fertility, weed populations, pests and diseases, an experiment was conducted at Agricultural Research Station of Gonbad Kavous during five years (from 2005 to 2010 cropping seasons). The six crop rotation systems consisted of 1. wheat-wheat, 2. wheat-rapeseed, 3. wheat-chickpea, 4. wheat-cotton, 5. wheat-watermelon and 6. wheat-sunflower, were evaluated in a randomized complete block design with 3 replications each in 180 m^2 plots size. Performed rotation systems were based on prevailing cultivation of the region (wheat cv. Darya). Wheat plants were cultivated in all plots at the start and end of the experiment. Results from analysis of variance revealed that effect of rotation was significant on wheat characteristics including plant height, number of fertile spike per m^2, number of seeds per m^2, 1000 grain weight, number of fertile spikelets per spike and grain yield. Results of means comparison of treatments showed that highest (5343 $kg.ha^{-1}$) and lowest (3990 $kg.ha^{-1}$) wheat grain yield obtained from wheat-chickpea and wheat- sunflower rotations, respectively. Based on the results of this experiment, wheat-chickpea rotation can be recommended for the studied region.

Keywords: Grain yield, Rotation, Soil fertility, Wheat

*Corresponding author: hos.sabouri@gmail.com