

تعیین مناسب‌ترین نظام تناوب زراعی برای منطقه اهواز Determination of the most suitable crop rotation systems in Ahwaz region

سید عطاءاله سیادت^۱، سعید صادق‌زاده حمایتی^۲، قدرت‌اله فتحی^۳ و علیرضا ابدالی مشهدی^۴

چکیده

سیادت، س. ع. س. صادق‌زاده حمایتی، ق. فتحی و ع. ابدالی مشهدی ۱۳۸۸. تعیین مناسب‌ترین نظام تناوب زراعی برای منطقه اهواز. مجله علوم زراعی ایران: ۱۱ (۲): ۱۹۲-۱۷۴

این آزمایش به منظور مقایسه ۲۶ نظام مختلف تناوبی طی سال‌های ۱۳۷۷ لغایت ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (ملاطانی) شهرستان ملاطانی اجرا شد. گیاهان مورد کاشت شامل گندم، یونجه، ذرت و کلزا (به عنوان کشت اصلی) و باقلا، کنجد، سودان گراس، شبدر، ذرت سیلویی و لوبیا (به عنوان کشت دوم) بودند. جهت سهولت کنترل عملیات زراعی و نیز دسته‌بندی گیاهان مورد کاشت در نظام‌های مختلف تناوبی، ۲۶ نظام تناوبی مورد آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و شش آزمایش جداگانه مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در مقایسه با کشت مداوم گندم با عملکرد ۵۱۰۳ کیلوگرم در هکتار، کشت این گیاه پس از یونجه و کلزا به ترتیب ۲۴ و ۱۷ درصد افزایش عملکرد داشته و کشت گندم پس از آیش، ذرت، سودان گراس، ذرت سیلویی و کنجد به ترتیب ۱، ۱، ۱۶، ۲۲ و ۲۰ درصد کاهش عملکرد داشته است. مقایسه عملکرد گندم در نه نظام تناوبی چهارساله که حداقل یک دوره آیش را در بر داشتند، نشان داد که با کاهش سهم بقولات و افزایش سهم غلات در تناوب، از عملکرد گندم کاسته شد. نتایج نشان داد که با جایگزینی ذرت با سودان گراس در تناوب‌های سه ساله، عملکرد گندم ۲۲ درصد کاهش یافت. کلزا مناسب‌ترین پیش کشت گندم در تناوب‌های سه ساله ارزیابی شد و در مقایسه با پیش کشت کنجد، عملکرد گندم پس از کلزا، ۳۳ درصد بیشتر بود. کشت باقلا یا شبدر به عنوان گیاه پیش کشت ذرت در مقایسه با گندم، عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۲ و ۱۹ درصد افزایش داد. بیشترین عملکرد ذرت در بین سیستم‌های تناوبی سه ساله مبتنی بر تناوب آیش - باقلا - ذرت، ۱۲۰۲۰ کیلوگرم در هکتار، در تناوب‌های چهارساله گندم - ذرت - شبدر - ذرت، ۱۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار، در سیستم تناوبی پنج ساله مبتنی بر گندم - گندم - ذرت - شبدر - ذرت، ۱۱۴۵۰ کیلوگرم در هکتار و در تناوب شش ساله مبتنی بر تناوب آیش - گندم - گندم - ذرت - شبدر - ذرت، ۱۱۸۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمدند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، کشت اصلی، گندم، گیاه پیش کشت و نظام تناوبی.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۶/۲۹

۱- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (مکاتبه کننده)

۲- مربی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

۳- دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

۴- استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

تناوب زراعی و تنوع ژنتیکی از دیرباز به عنوان ارکان نظام‌های تولید کشاورزی سنتی به‌شمار می‌رفتند. در نیمه اول قرن بیستم، تناوب زراعی بیشتر مورد توجه محققان قرار داشت و پژوهش‌های متعددی نیز در این زمینه صورت گرفت (Ehrenpfordt and Ronsch, 1973; Campbell et al., 1983a). آزمایش‌های انجام شده فواید حفظ بقایای گیاهی، کاهش تعداد دفعات شخم و اعمال تناوب زراعی را روی کاهش فرسایش خاک و افزایش عملکرد انواع گیاهان نشان داده‌اند (Freebarin et al., 1993). طی چهار دهه (۱۹۹۲-۱۹۵۱) مطالعه روی اثر نظام‌های مختلف تناوب زراعی در آلبرتای کانادا نشان داد که مجموع ماده آلی خاک طی دوره‌های مختلف تناوبی تفاوتی نداشت، اما مقدار کربن معدنی شده طی مدت آیش و بعد از آن، به کمترین میزان رسید و با کاهش تعداد دوره‌های آیش، بر مقدار آن افزوده شد (Bermer et al., 1994). انتخاب نوع گیاهان مورد کاشت در تناوب و تقدم و تأخر آنها باید به‌شکلی باشد که علاوه بر انعطاف کافی در سازگاری با محیط، پاسخگوی نیازهای اقتصادی کشاورزان نیز باشد. آزمایش‌های انجام شده در آلمان مؤید این نکته است که نوسانات عملکرد ناشی از گیاه زراعی قبلی در تناوب را می‌توان با مصرف نیتروژن کاهش داده و حتی بر مقدار آن افزود. البته در پاره‌ای شرایط که گیاه در موقعیت مناسبی طی تناوب قرار نداشته باشد، امکان جبران کاستی عملکرد با مصرف نیتروژن وجود دارد (Ehrenpfordt and Ronsch, 1973).

در آزمایش کمپبل و همکاران (Campbell et al., 1983a) در کانادا عملکرد گندم طی کشت مداوم و همراه با مصرف مقادیر توصیه شده نیتروژن و فسفر، حدود ۷۵ درصد عملکرد آن در نظام آیش - گندم شد، اما میزان نوسانات عملکرد در تناوب‌های زراعی که شامل دوره آیش بودند، کمتر از کشت مداوم بود. آزمایش‌های بلندمدت سی‌ساله نشان داد که نظام تناوبی

آیش - گندم و کشت مداوم گندم بدون مصرف کود با کاهش مقدار نیتروژن آلی خاک همراه بود و این درحالی است که تناوب کودسبز - گندم - گندم قادر به حفظ میزان نیتروژن آلی در سطح اولیه خود بود (Campbell et al., 1991).

لوپز بلیدو و همکاران (Lopez-Bellido et al., 1996) اثر شخم، تناوب زراعی و کود نیتروژن را در برزیل بر عملکرد گندم دیم مورد بررسی قرار دادند. این محققان تناوب‌های گندم - نخود، گندم - باقلا، گندم - آفتابگردان، گندم - گندم، گندم - آیش را اجرا و اثر سه سطح کود نیتروژن را به همراه دو سطح شخم متداول و بدون شخم در تناوب‌های مختلف بررسی کردند. در این آزمایش، اثر متقابل نوع شخم و تناوب زراعی در سال‌های کم‌باران معنی‌دار بود، به طوری که عملکرد گندم در شرایط بدون شخم در کشت مداوم و در تناوب‌های گندم - باقلا و گندم - آیش نسبت به شرایط کشت متداول بیشتر بود. آنها گزارش کردند که تناوب گندم - باقلا، گندم - آیش، گندم - نخود، گندم - آفتابگردان و کشت مداوم گندم به‌ترتیب بیشترین عملکرد دانه را داشتند.

استفاده از تناوب زراعی باعث کاهش مشکل علف‌های هرز و استفاده از نهاده‌های شیمیایی در کنترل آنها می‌شود. باید توجه داشت که تناوب باعث ریشه‌کشی علف‌های هرز نمی‌شود، بلکه جمعیت آنها را تحت کنترل درمی‌آورد (Zenter and Campbell, 1988). در واقع اعمال تناوب زراعی باعث کاهش تراکم، مقدار رقابت و فضای تغذیه‌ای علف‌های هرز می‌شود. این تأثیر به‌نحوی است که تراکم علف‌های هرز در آفتابگردان کشت شده بعد از یونجه بدون استفاده از علف‌کش تقریباً معادل شرایط استفاده از علف‌کش بود (Clay, 1998). بررسی تناوب‌های زراعی دوساله (گندم-پاییزه - چغندر قند) و چهارساله (گندم-پاییزه - ذرت - گندم-پاییزه - چغندر قند) روی تراکم نماتد *Heterodera schachtii* نشان داد که تناوب

چهارساله به نحو مؤثری موجب کاهش تعداد تخم و نماتد بالغ در خاک شد (Tacconi and Olimpieri, 1983). در صورتی که گندم کمتر از نصف محصولات تناوب زراعی را به خود اختصاص داده باشد، می توان با مصرف نیتروژن مانع از گسترش دامنه بیماری شد و موجب افزایش عملکرد آن شد. همراه با افزایش سهم غلات در تناوب به بیش از ۷۵ درصد، از مجموع کربن خاک کاسته می شود و افق هوموس قابل تحرک افزایش می یابد، چنین تأثیرات منفی با مصرف نیتروژن، آبیاری و مصرف کود دامی قابل برطرف شدن است (Grzebisz and Jaworski, 1987).

قرار گرفتن بقولات در تناوب باعث کاهش مصرف نیتروژن و برهم خوردن چرخه زندگی عوامل بیماری زا می شود. هزینه بالای تولید، حمل و توزیع کود باعث کاهش اجباری حاصلخیزی خاک در بعضی مناطق جهان شده است. بنابراین، می توان با قراردادن بقولات در تناوب با سایر گیاهان از آنها (به عنوان کودسبز، تثبیت نیتروژن و یا هر دو) به صورت یک جانشین ارزان قیمت برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه بعدی استفاده کرد (Athar, 1997). قرار گرفتن بقولات در تناوب، باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و برهم خوردن چرخه آفات و بیماری هایی می شود که در اثر کشت مداوم غلات گسترش می یابند (Vanotti and Bundy, 1995).

با توجه به خلاء اطلاعات موجود در خصوص نحوه تأثیر گیاهان پیش کشت روی عملکرد کمی و کیفی محصولات مختلف و تنوع گیاهان قابل کشت در منطقه خوزستان، این آزمایش با هدف بررسی اثر گیاهان پیش کاشت (شامل گندمیان، بقولات و دانه های روغنی و دوره آیش) بر عملکرد گندم و ذرت در منطقه اهواز اجرا شد.

مواد و روش

این آزمایش طی سال های ۱۳۷۷-۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

(ملاثانی) شهرستان ملاثانی با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی اجرا شد. آمار بلندمدت هواشناسی منطقه نشان می دهد که این منطقه با میانگین بارندگی سالانه ۲۶۹ میلی متر، از مناطق نیمه خشک محسوب می شود. بر اساس میانگین بیست ساله (۱۳۵۲-۱۳۷۱) آمار هواشناسی منطقه ملاثانی، حداکثر و حداقل مطلق دما در طول این مدت به ترتیب ۵۲/۲ و ۱/۵- درجه سانتی گراد و حداقل و حداکثر رطوبت نسبی ماهانه به ترتیب حدود ۲۵ و ۷۲ درصد بود.

باتوجه به ماهیت آزمایش در هر سال، قبل از آماده سازی زمین از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر نمونه برداری خاک انجام شد. بافت خاک سیلتی رسی لوم با اسیدیته ۸/۱ (قلیایی) و هدایت الکتریکی ۲/۲۳ میلی موس بر سانتی متر بود. نتایج تجزیه شیمیایی خاک در جدول یک ارائه شده است.

بیست و شش نظام مختلف تناوبی با شرکت گیاهان زراعی غالب منطقه در بین سال های ۱۳۷۷ لغایت ۱۳۸۲ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. گیاهان مورد کاشت شامل گندم، یونجه، ذرت و کلزا به عنوان کشت اصلی و باقلا، کنجد، سودان گراس، شبدر، ذرت سیلویی و لوبیا به عنوان کشت دوم بودند. در تعیین طول مدت زمان تناوب، گیاهان مورد کاشت ملاک بوده و حتی با در نظر گرفتن یک سال آیش قبل از اجرای آزمایش (۱۳۷۷) نیز مجموع زمان تناوب از پنج سال تجاوز نکرد. جهت سهولت کنترل عملیات زراعی و نیز دسته بندی گیاهان مورد کاشت در نظام های مختلف تناوبی، نظام های تناوبی در شش آزمایش جداگانه طراحی و پیاده شدند. زمین مورد آزمایش در سال قبل از شروع این آزمایش (۱۳۷۷) به صورت آیش بود. نظام های تناوبی مورد آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده اند. اندازه هر کرت آزمایشی ۵۰ متر مربع (۱۰×۵ متر) بود که پس از آماده سازی خاک، نمونه برداری انجام گرفت. در

گیاهان با در نظر گرفتن تأثیر گیاهان پیش کشت با استفاده از نرم افزار رایانه ای MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین های مربوط به عملکرد هر گیاه نیز با روش حداقل دامنه معنی دار (دانکن) در سطح احتمال یک درصد توسط نرم افزار مذکور انجام گرفت.

هرسال، جهت تعیین نیاز غذایی گیاهان مورد کاشت از تجزیه نمونه های خاک استفاده به عمل آمد. در جدول ۳ خصوصیات زراعی گیاهان مورد مطالعه نشان داده شده است. پس از جمع آوری اطلاعات مربوط به اندازه گیری عملکرد هریک از گیاهان مورد آزمایش، عملکرد

جدول ۱- میانگین نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Means of chemical analysis of experiment site soil

میلی گرم بر کیلوگرم (mg.kg ⁻¹)							
کلسیم Ca	منیزیم Mg	منگنز Mn	بر B	مس Cu	مولیبدن Mo	آهن Fe	روی Zn
3390	527	55	2.1	3.4	0.2	0.5	1.5
Critical amounts (mg.kg ⁻¹) [for maize]				مقادیر بحرانی (میلی گرم بر کیلوگرم) برای ذرت			
-	-	7	8	0.5	0.1	2.5	0.5
گوگرد S	سدیم Na	نیتروژن کل N (total)	فسفر P	پتاسیم K	اسیدیته pH	ظرفیت تبادل کاتیونی C.E.C (meq.100g ⁻¹)	هدایت الکتریکی EC (mmhos.cm ⁻¹)
259	540	813	11	295	8.1	10.3	2.23

نتایج و بحث

(۱) گندم

گندم بیشترین عملکرد را به ترتیب پس از یونجه، کلزا، گندم، آیش، ذرت، سودان گراس، ذرت سیلویی و کنجد تولید کرد (جدول ۴) و در مقایسه با کشت مداوم گندم (با عملکرد ۵۱۰۳ کیلوگرم در هکتار)، افزایش عملکرد این گیاه پس از یونجه و کلزا به ترتیب معادل ۲۴ و ۱۷ درصد بوده است. از جمله دلایل افزایش ۲۴ درصدی عملکرد گندم پس از یونجه را می توان به توانایی یونجه در افزایش مقدار نیتروژن محتوی خاک و استفاده کارآتر گندم از نیتروژن حاصل از همزیستی (Dijk, 1997) منتسب کرد. پیل بیم و همکاران (Pillbeam et al., 1997) نیز با مطالعه تأثیر تناوب بر بازیافت نیتروژن نشان دار گزارش دادند که عملکرد گندم در تناوب های آیش - گندم و بقولات - گندم بیش از کشت مداوم این گیاه بود. در مقابل، کشت گندم پس از آیش، ذرت، سودان گراس، کنجد و ذرت سیلویی موجب شد تا عملکرد این گیاه در

مقایسه با کشت مداوم به ترتیب معادل ۱، ۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۲ درصد کاهش یابد. عدم تأثیر معنی دار آیش روی عملکرد گندم (نظام تناوب زراعی ۴ جدول ۴) می تواند ناشی از مصرف مداوم انواع کود (به ویژه نیتروژن) باشد (Campbell et al., 1983b). کشت مداوم گندم در مقایسه با تناوب زراعی آیش - گندم در آزمایش دوازده ساله کمپیل و همکاران (Campbell et al., 1995) موجب افزایش کربن آلی خاک تا سه برابر شد. از جمله دلایل وارد کردن آیش در تناوب زراعی آیش - گندم، کاهش نوسانات عملکرد گندم در طول زمان است (Campbell et al., 1983b)، اما آنچه از مقدار انحراف استاندارد عملکرد گندم در تناوب های گندم - گندم (۱۳۹ کیلوگرم در هکتار) و آیش - گندم (۱۷۳ کیلوگرم در هکتار) استنباط می شود (نشان داده نشده است)، عدم تأثیر آیش در کاهش نوسانات عملکرد این گیاه است. زنتر و کمپیل (Zenter and Campbell, 1988) با بررسی ده نوع نظام

جدول ۲- نظام های تناوبی مورد مطالعه طی سال های ۱۳۸۱-۱۳۷۸ در منطقه ملاتانی، اهواز

Table 2. Rotation systems during 1999-2002 in Molasany, Ahwaz

نظام های تناوبی Rotation systems	سال (Year)							
	۱۳۷۸ (1999)		۱۳۷۹ (2000)		۱۳۸۰ (2001)		۱۳۸۱ (2002)	
Experiment 1	آزمایش اول							
(1)	Wheat	گندم	Alfalfa	یونجه	Alfalfa	یونجه	Alfalfa	یونجه
(2)	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Alfalfa	یونجه	Alfalfa	یونجه
(3)	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Alfalfa	یونجه
(4)	Alfalfa	یونجه	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم
(5)	Alfalfa	یونجه	Alfalfa	یونجه	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت
(6)	Alfalfa	یونجه	Alfalfa	یونجه	Alfalfa	یونجه	Wheat	گندم
Experiment 2	آزمایش دوم							
(1)	Wheat	گندم	Broad bean + Maize	باقلا + ذرت	Wheat + Sesame	گندم + کنجد	Wheat	گندم
(2)	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Broad bean + Maize	باقلا + ذرت	Wheat + Sesame	گندم + کنجد
(3)	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Broad bean + Maize	باقلا + ذرت
(4)	Wheat + Sesame	گندم + کنجد	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم
(5)	Broad bean + Maize	لوبیا + ذرت	Wheat + Sesame	گندم + کنجد	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت
Experiment 3	آزمایش سوم							
(1)	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat + Sudangrass	گندم + سودانگراس	Fallow + Sudangrass	آیش + سودانگراس	Wheat	گندم
(2)	Clover + Sudangrass	شیدر + سودانگراس	Wheat + Clover	گندم + شیدر	Wheat + Sesame	گندم + کنجد	Fallow + Sudangrass	آیش + سودانگراس
(3)	Wheat	گندم	Clover + Sudangrass	شیدر + سودانگراس	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat + Sudangrass	گندم + سودانگراس
(4)	Fallow + Sudangrass	آیش + سودانگراس	Wheat	گندم	Clover + Sudangrass	شیدر + سودانگراس	Wheat + Maize	گندم + ذرت
(5)	Wheat + Sudangrass	گندم + سودانگراس	Fallow + Sudangrass	آیش + سودانگراس	Wheat	گندم	Clover + Sudangrass	شیدر + سودانگراس

ادامه جدول ۲- نظام‌های تناوبی مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۸۱ در منطقه ملاثانی، اهواز

Table 2. Rotation systems during 1999-2002 in Molasany, Ahwaz (Continue)

Experiment 4		آزمایش چهارم						
(1)	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Clover + Maize	گندم + ذرت	Wheat + Silage maize	گندم + ذرت سیلویی
(2)	Wheat + Silage maize	گندم + ذرت سیلویی	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Clover + Maize	شیدر + ذرت
(3)	Clover + Maize	شیدر + ذرت	Wheat + Silage maize		Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت
(4)	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Clover + Maize		Wheat + Silage maize		Wheat	گندم
Experiment 5		آزمایش پنجم						
(1)	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت
(2)	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم
Experiment 6		آزمایش ششم						
(1)	Canola	کلزا	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Wheat + Bean	گندم + لوبیا
(2)	Wheat + Bean	گندم + لوبیا	Canola		Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم
(3)	Wheat	گندم	Wheat + Bean	گندم + لوبیا	Canola		Wheat + Maize	گندم + ذرت
(4)	Wheat + Maize	گندم + ذرت	Wheat	گندم	Wheat + Bean	گندم + لوبیا	Canola	کلزا

جدول ۳- خصوصیات و عملیات زراعی گیاهان مورد مطالعه

Table 3. Agronomical characteristics and operations of studied crops

گیاه Crops	رقم Cultivar	میزان بذر Seed rate (kg.ha ⁻¹)	تراکم بوته Density (plants.m ⁻²)	تاریخ کاشت Sowing date	نیتروژن Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	فسفر Phosphorus (kg.ha ⁻¹)	تاریخ برداشت Harvesting date
Wheat گندم	Chamran	180	400	December	180	90	May
Alfalfa یونجه	Baghdadi	25	-	November	25	120	March-November [†]
Maize ذرت دانه ای	SC704	-	7.5	July	180	90	December
Broad bean لوبیا	Shakh-bozy	75	-	October	25	120	April-June [‡]
Sesame کنجد	Landrace	8	-	July	-	-	November
Sudangrass سودانگراس	Landrace	30	-	May	240	150	October
Clover شیدر	Berseem	35	-	October	50	120	February-May ^{††}
Silage Maize ذرت سیلویی	SC704	-	12	July	240	90	November
Canola کلزا	Hayola 404	6	-	December	150	100	May
Bean لوبیا	Landrace	30	-	July	100	120	October

[†], Alfalfa was harvested in eight cuttings since last of the February till November

[‡], Broad bean was harvested in two cuttings including: 2nd half of the April and 2nd half of the May

^{††}, Clover was harvested in three cuttings including: 1st half of the February, 1st half of the April and 1st half of the May

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد مربوط به تعیین مناسب‌ترین تناوب‌های دو، سه، چهار، پنج و شش ساله گندم در منطقه ملاثانی
Table 4. Mean comparison for determination of optimum wheat rotation in two, three, four, five and six-years systems in Molasany region

شماره نظام System No.	توالی کاشت ^۱ † Planting sequences (crop.year ⁻¹)						عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
1	2	3	4	5	6			
1	Alfalfa	Wheat	-	-	-	-	6317	a
2	Canola	Wheat	-	-	-	-	5972	a
3	Wheat	Wheat	-	-	-	-	5103	b
4	Fallow	Wheat	-	-	-	-	5059	b
5	Maize	Wheat	-	-	-	-	4752	bc
6	Sudangrass	Wheat	-	-	-	-	4485	cd
7	Silage maize	Wheat	-	-	-	-	4286	cd
8	Sesame	Wheat	-	-	-	-	3965	d
1	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	-	-	-	6513	a
2	Fallow	Alfalfa	Wheat	-	-	-	6410	a
3	Fallow	Canola	Wheat	-	-	-	6043	ab
4	Wheat	Silage maize	Wheat	-	-	-	6023	ab
5	Bean	Canola	Wheat	-	-	-	5937	abc
6	Alfalfa	Wheat	Wheat	-	-	-	5412	bcd
7	Clover	Maize	Wheat	-	-	-	5284	bcde
8	Broad bean	Maize	Wheat	-	-	-	5205	cde
9	Fallow	Wheat	Wheat	-	-	-	5131	cde
10	Fallow	Maize	Wheat	-	-	-	5064	def
11	Maize	Wheat	Wheat	-	-	-	4993	def
12	Silage maize	Wheat	Wheat	-	-	-	4825	defg
13	Clover	Sudangrass	Wheat	-	-	-	4692	defg
14	Wheat	Maize	Wheat	-	-	-	4540	efg
15	Fallow	Sudangrass	Wheat	-	-	-	4279	fg
16	Sesame	Wheat	Wheat	-	-	-	4155	g
17	Wheat	Sesame	Wheat	-	-	-	4044	g
1	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	-	-	7299	a
2	Fallow	Clover	Maize	Wheat	-	-	6206	b
3	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat	-	-	5947	bc
4	Wheat	Bean	Canola	Wheat	-	-	5937	bc
5	Fallow	Broad bean	Maize	Wheat	-	-	5933	bc
6	Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	-	-	5857	bc
7	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	-	-	5311	cd
8	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	Wheat	-	-	5310	cd
9	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	-	-	5216	cd
10	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	-	-	4993	de
11	Canola	Wheat	Maize	Wheat	-	-	4866	def
12	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat	-	-	4841	def
13	Fallow	Wheat	Silage maize	Wheat	-	-	4825	def
14	Fallow	Wheat	Maize	Wheat	-	-	4819	def
15	Fallow	Clover	Sudangrass	Wheat	-	-	4816	def
16	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	-	-	4649	defg
17	Sudangrass	Fallow	Sudangrass	Wheat	-	-	4513	defg
18	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat	-	-	4354	efg
19	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	-	-	4155	efg
20	Fallow	Wheat	Sesame	Wheat	-	-	4116	fg
21	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	-	-	3890	g

ادامه جدول ۴
Table 4- (continue)

شماره نظام System No.	توالی کاشت (crop.year) ^۱ † Planting sequences						عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
	1	2	3	4	5	6		
1	Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	-	7299	a
2	Fallow	Wheat	Bean	Canola	Wheat	-	6065	b
3	Fallow	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat	-	6023	b
4	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat	-	5871	b
5	Wheat	Wheat	Bean	Canola	Wheat	-	5740	bc
6	Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	Wheat	-	5310	bcd
7	Canola	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	-	5273	bcde
8	Fallow	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	-	5250	bcde
9	Sudangrass	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	-	5242	bcde
10	Fallow	Canola	Wheat	Maize	Wheat	-	4969	cdef
11	Fallow	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat	-	4838	defg
12	Wheat	Maize	Clover	Maize	Wheat	-	4823	defg
13	Bean	Canola	Wheat	Maize	Wheat	-	4743	defgh
14	Clover	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	-	4649	defgh
15	Fallow	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	-	4437	defgh
16	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	-	4386	efgh
17	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	-	4355	efgh
18	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat	-	4354	efgh
19	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	-	4255	fgh
20	Maize	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	-	4173	fgh
21	Fallow	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	-	4055	fgh
22	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	-	3996	gh
23	Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	-	3890	h
1	Fallow	Cloza	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	5273	a
2	Fallow	Sudangrass	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	5249	a
3	Fallow	Clover	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	5018	ab
4	Fallow	Wheat	Maize	Clover	Maize	Wheat	4994	ab
5	Wheat	Maize	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat	4844	ab
6	Wheat	Bean	Cloza	Wheat	Maize	Wheat	4743	ab
7	Fallow	Wheat	Sudangrass	Fallow	Sudangrass	Wheat	4676	ab
8	Wheat	Wheat	Maize	Clover	Wheat	Wheat	4651	ab
9	Fallow	Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	4518	ab
10	Fallow	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat	4387	ab
11	Fallow	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	4386	ab
12	Fallow	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	4355	ab
13	Maize	Wheat	Sudangrass	Fallow	Sudangrass	Wheat	4351	ab
14	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat	4321	ab
15	Maize	Clover	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	4280	ab
16	Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	4255	ab
17	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	4173	bc
18	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	3996	bc
19	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	3262	c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن 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 (DMRT)

† در جدول مربوط به ترکیب گیاهی نظام، کشت دوم در یک سال در نظر گرفته نشده است. توجه: به غیر از گندم، یونجه، آیش و کلزا بقیه گیاهان به عنوان کشت دوم و پس از گیاه قبلی خود کشت شده اند.

† In table of crop-combination, wasn't showed the second-planting crop (s). Notes, only wheat, alfalfa, fallow and Canola were the main-crops and residuals were the second-planting crops.

تناوب زراعی طی هیجده سال گزارش دادند زمانی که نیتروژن و فسفر بر اساس آزمون خاک مصرف شد، عملکرد گندم پس از آیش معادل عملکرد این گیاه طی تناوب‌های زراعی دو و سه‌ساله بود (۱۹۰۵ کیلوگرم در هکتار). بنابراین، کاهش نوسانات عملکرد گندم در مطالعه چهارساله حاضر، می‌تواند ناشی از مصرف انواع کودها (نیتروژن و فسفر) و عملیات فشرده زراعی متداول در منطقه باشد (جدول ۳).

- گندم در تناوب با آیش

بیشترین عملکرد گندم در نظام‌های تناوب زراعی سه‌ساله مبتنی بر آیش در تناوب‌های زراعی آیش - یونجه - گندم (۶۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) و آیش - کلزا - گندم (۶۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد (۴۲۷۹ کیلوگرم در هکتار) در تناوب زراعی آیش - سودان گراس - گندم بدست آمد (جدول ۵). مقایسه میانگین عملکرد گندم در نه نظام تناوب زراعی چهارساله که حداقل یک دوره آیش را دربر داشتند، نشان داد که بیشترین عملکرد گندم در نظام آیش - شبدر - ذرت - گندم (۶۲۰۶ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و همراه با کاهش سهم بقولات و افزایش سهم غلات در تناوب زراعی، از عملکرد گندم کاسته شد (جدول ۵). آزمایش‌های انجام‌شده در لهستان نیز نشان داد که همراه با افزایش سهم غلات در تناوب زراعی، وزن‌تر و جمعیت علف‌های هرز افزایش می‌یابد (Malecka and Pudelko, 1995). ازسوی دیگر، با مقایسه دو تناوب زراعی آیش - شبدر - ذرت - گندم با آیش - شبدر - سودان گراس - گندم (جدول ۵) جایگزینی ذرت با سودان گراس موجب شد تا عملکرد گندم معادل ۲۲ درصد کاهش یابد. مقایسه نظام‌های آیش - گندم - ذرت سیلویی - گندم و آیش - گندم - کنجد - گندم نشان داد که جایگزینی ذرت سیلویی با کنجد، عملکرد گندم را معادل ۱۵ درصد کاهش داد (جدول ۵).

مناسب‌ترین نظام تناوب زراعی پنج‌ساله مبتنی بر

آیش در این تحقیق، تناوب زراعی آیش - یونجه - یونجه - گندم - گندم (۷۲۹۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد گندم با تناوب زراعی آیش - گندم - کنجد - گندم - گندم (۴۰۵۵ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۵). با در نظر گرفتن دوره آیش در ابتدای تناوب زراعی و کشت گندم در سال‌های دوم، چهارم و پنجم؛ مناسب‌ترین گیاه جهت کشت در سال سوم تناوب زراعی، ذرت سیلویی (۶۰۲۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد با کنجد (۴۰۵۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد.

آزمایش‌های بلندمدت سی‌ساله در کانادا نشان داد که نظام تناوب زراعی آیش - گندم و کشت مداوم گندم بدون مصرف کود با کاهش مقدار نیتروژن آلی خاک همراه بود و این درحالی است که تناوب زراعی کود سبز-گندم - گندم قادر به حفظ میزان نیتروژن آلی در سطح اولیه خود بود (Campbell et al., 1991). جانسون و همکاران (Johnson et al., 1987) با مقایسه چهار نظام تناوب زراعی شامل کشت مداوم گندم، آیش - گندم، آیش - گندم - گندم و آیش - گندم - گندم - مخلوط علف‌های چمنی + بقولات علوفه‌ای نشان داد که پس از گذشت ۳۳ سال، بیشترین مقدار کربن و نیتروژن خاک با کشت مداوم گندم و تناوب زراعی آیش - گندم - گندم - مخلوط علف‌های چمنی + بقولات علوفه‌ای به‌دست آمد و همراه با افزایش تعداد دوره‌های آیش از این مقدار کاسته شد. کیلچر (Kilcher, 1978) نشان داد که در مناطق نیمه‌خشک کانادا، عملکرد زیست‌توده غلات دانه‌ریز (بولاف و گندم) در زمین‌های آیش، معادل یا بیشتر از گیاهان علوفه‌ای چندساله بود. این درحالی است که با در نظر گرفتن عملکرد در طول دوره تناوب زراعی، عملکرد گیاهان علوفه‌ای بیش از دوبرابر غلات شد، بنابراین، در صورت ضرورت کاشت گیاهان یکساله، تناوب زراعی سه‌ساله غله - غله - آیش بهتر از تناوب زراعی غله - آیش بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد گندم در تناوب‌های سه تا شش ساله با حداقل یک دوره آیش در منطقه ملاسانی

Table 5. Mean comparison of wheat yield in three to six-years rotation based on fallow in Molasany region

گیاه در سال (Crop.year ⁻¹)						عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
1	2	3	4	5	6		
Fallow	Alfalfa	Wheat				6410	a
Fallow	Canola	Wheat				6043	a
Fallow	Wheat	Wheat				5131	b
Fallow	Maize	Wheat				5064	b
Fallow	Sudangrass	Wheat				4279	c
Fallow	Clover	Maize	Wheat			6206	a
Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Wheat			5857	ab
Fallow	Broad bean	Maize	Wheat			5683	ab
Fallow	Clover	Sudangrass	Wheat			4846	bc
Fallow	Wheat	Silage maize	Wheat			4825	bc
Fallow	Wheat	Maize	Wheat			4819	bc
Fallow	Wheat	Sesame	Wheat			4125	c
Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Wheat		7299	a
Fallow	Wheat	Bean	Canola	Wheat		6065	b
Fallow	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat		6023	b
Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	Wheat		5310	bc
Fallow	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat		5250	bc
Fallow	Canola	Wheat	Maize	Wheat		4969	cd
Fallow	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat		4838	cd
Fallow	Sudangrass	Fallow	Sudangrass	Wheat		4513	cd
Fallow	Wheat	Wheat	Maize	Wheat		4437	cd
Fallow	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat		4055	d
Fallow	Canola	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	5273	a
Fallow	Sudangrass	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	5249	a
Fallow	Clover	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	5018	ab
Fallow	Wheat	Maize	Clover	Maize	Wheat	4994	ab
Fallow	Wheat	Sudangrass	Fallow	Sudangrass	Wheat	4676	ab
Fallow	Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	4518	b
Fallow	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat	4387	b
Fallow	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	4386	b
Fallow	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	4355	b
Fallow	Wheat	Sudangrass	Fallow	Sudangrass	Wheat	4351	b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن 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 (DMRT)

† در جدول مربوط به ترکیب گیاهی نظام، کشت دوم در یک سال در نظر گرفته نشده است. توجه: به غیر از گندم، یونجه، آیش و کلزا بقیه گیاهان به عنوان کشت دوم و پس از گیاه قبلی خود کشت شده اند.

‡ In table of crop-combination, wasn't showed the second-planting crop (s). Notes, only wheat, alfalfa, fallow and Canola were the main-crops and residuals were the second-planting crops.

گندم در تناوب با سایر غلات

ذرت سیلویی نیز روی عملکرد گندم با ایجاد فاصله یک‌ساله بین این گیاه با گندم و کشت گیاه دیگر در این فاصله، از بین می‌رود. این درحالی است که عملکرد گندم در هر دو شکل تناوب زراعی گندم - ذرت - گندم و ذرت - گندم - گندم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). به هر حال، در بین نظام‌های مشتمل بر کشت دوم و سوم گندم،

در بین پیش کشت‌های مبتنی بر غلات نیز تنها نظام تناوب زراعی سه‌ساله گندم - ذرت سیلویی - گندم (۶۰۲۳) کیلوگرم در هکتار) در رأس نظام‌های مورد مطالعه قرار گرفت و عملکرد گندم در سه نظام دیگر به لحاظ آماری مشابه و پایین‌تر از دو نظام یادشده بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد که تأثیر مثبت کشت

ذرت دانه‌ای و سیلویی به عنوان کشت اول افزایش عملکرد معنی داری داشت.

مقایسه عملکرد گندم در پنج تناوب زراعی چهارساله مشتمل بر کاشت غلات مؤید کاهش عملکرد این گیاه در تناوب زراعی مرکب از گندم و ذرت دانه‌ای بود و توصیه می‌شود به جای ذرت در تناوب زراعی با گندم از ذرت سیلویی استفاده کرد (جدول ۶). در همین ارتباط، نشان داده شد که تناوب زراعی گندم - ذرت سیلویی - گندم - گندم بیشترین (۵۹۴۷ کیلوگرم در هکتار) و تناوب‌های زراعی

سودان گراس - گندم - ذرت - گندم و گندم - گندم - ذرت - گندم کمترین عملکرد گندم (به ترتیب معادل ۴۳۵۴ و ۴۳۱۱ کیلوگرم در هکتار) را تولید کردند (جدول ۶). در بین نظام‌های مبتنی بر کشت غلات، عملکرد گندم طی تناوب زراعی ذرت - گندم - ذرت سیلویی - گندم - گندم (۵۸۷۱ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی دار بیشتر از تناوب‌های زراعی گندم - گندم - ذرت - گندم و ذرت - گندم - ذرت - گندم (به ترتیب با عملکرد ۴۳۵۵ و ۴۱۷۳ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد گندم در تناوب‌های سه تا شش ساله غلات در منطقه ملاثانی

Table 6. Mean comparison of wheat yield in three to six-years cereal rotation in Molansany region

گیاه در سال (Crop.year ⁻¹)						عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
1	2	3	4	5	6		
Wheat	Silage maize	Wheat				6023	a
Maize	Wheat	Wheat				4993	b
Silage maize	Wheat	Wheat				4825	b
Wheat	Maize	Wheat				4540	b
Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat			5947	a
Wheat	Maize	Wheat	Wheat			4993	b
Maize	Wheat	Silage maize	Wheat			4649	bc
Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat			4354	c
Wheat	Wheat	Maize	Wheat			4311	c
Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat		5871	a
Wheat	Wheat	Maize	Wheat	Wheat		4355	b
Maize	Wheat	Maize	Wheat	Wheat		4173	b
Wheat	Maize	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	4173	a
Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	3996	a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

† در جدول مربوط به ترکیب گیاهی نظام، کشت دوم در یک سال در نظر گرفته نشده است. توجه: به غیر از گندم، یونجه، آیش و کلزا بقیه گیاهان به عنوان کشت دوم و پس از گیاه قبلی خود کشت شده اند.

† In table of crop-combination, wasn't showed the second-planting crop (s). Notes, only wheat, alfalfa, fallow and Canola were the main-crops and residuals were the second-planting crops.

- گندم در تناوب با غلات و بقولات

در بین هفت نظام تناوب زراعی سه ساله مبتنی بر ترکیب غلات و بقولات نیز بیشترین عملکرد دانه گندم (۶۵۱۳ کیلوگرم در هکتار) به نظام تناوب زراعی یونجه - یونجه - گندم و کمترین مقدار (۴۶۹۲ کیلوگرم در هکتار) به تناوب زراعی شبدر - سودان گراس - گندم تعلق داشت

که طی آن، عملکرد گندم معادل ۲۸ درصد کاهش یافت (جدول ۷). با وجود اینکه تأثیر گیاه پیش کشت روی عملکرد گندم (سال سوم تناوب) قطعی تر از کشت سال اول بود، با این حال، همچنانکه با مقایسه نظام تناوب زراعی یونجه - یونجه - گندم با نظام تناوب زراعی آیش - یونجه - گندم استنباط می‌شود، وجود

موقتی توسط کاه و کلش ذرت از چرخه انتقال مجدد بازمانده و بعداً طی فصل رشد آزاد می‌شود. در مجموع، ذرت پس از کشت یونجه در مقایسه با سویا (۱۲ درصد) با کارایی بیشتری (۳۶ درصد) نیتروژن را جذب می‌کند (Hesterman *et al.*, 1987). چنین استدلالی می‌تواند کاهش معنی‌دار عملکرد گندم را در نظام تناوب زراعی شبدر - سودان گراس - گندم (۴۶۹۲ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شبدر - ذرت - گندم (۵۲۸۳ کیلوگرم در هکتار) توجیه کند (جدول ۷).

در تناوب‌های زراعی چهار ساله منتهی به گندم، بیشترین عملکرد از تناوب زراعی

یونجه طی سال اول در مقایسه با آیش، عملکرد گندم را در سال سوم به ترتیب معادل ۲ و ۱۳ درصد افزایش داد. این تأثیر در رابطه با ذرت معنی‌دار نبود. این موضوع احتمالاً به تأثیر مشابه کشت شبدر و باقلا در سال اول روی عملکرد گندم در سال سوم مربوط بوده و یا ناشی از نیاز غذایی بالای ذرت است که احتمالاً مقدار متفاوت نیتروژن تثبیت شده توسط شبدر و باقلا را به سطح یکسان و مشابهی در زمان کاشت گندم تقلیل داد (جدول ۷). مطالعات دیجک (Dijk, 1997) روی اثر بقایای نیتروژن روی گیاه بعدی مورد کشت در تناوب زراعی نشان داد که نیتروژن معدنی به صورت

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد گندم در تناوب‌های سه تا شش ساله غلات و بقولات در منطقه ملاسانی

Table 7. Mean comparison of wheat yield in three to six-years cereals-legumes rotation in Molasany region

گیاه در سال (Crop.year ⁻¹)						عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
1	2	3	4	5	6		
Alfalfa	Alfalfa	Wheat				6513	a
Fallow	Alfalfa	Wheat				6410	a
Bean	Canola	Wheat				5937	b
Alfalfa	Wheat	Wheat				5412	c
Clover	Maize	Wheat				5283	c
Broad bean	Maize	Wheat				5205	c
Clover	Sudangrass	Wheat				4692	c
Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Wheat			7299	a
Wheat	Bean	Canola	Wheat			5937	b
Alfalfa	Alfalfa	Wheat	Wheat			5309	bc
Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat			5246	bc
Wheat	Broad bean	Maize	Wheat			4841	c
Maize	Clover	Maize	Wheat			4823	c
Wheat	Wheat	Bean	Canola	Wheat		5740	a
Sudangrass	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat		5242	ab
Maize	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat		4844	bc
Wheat	Maize	Clover	Maize	Wheat		4823	bc
Bean	Canola	Wheat	Maize	Wheat		4743	bc
Clover	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat		4649	bc
Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	Wheat		4386	cd
Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat		4354	cd
Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat		3890	c
Wheat	Maize	Wheat	Broad bean	Maize	Wheat	4844	a
Wheat	Bean	Canola	Wheat	Maize	Wheat	4743	a
Wheat	Wheat	Maize	Clover	Maize	Wheat	4651	a
Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	Wheat	4321	a
Maize	Clover	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	4280	a
Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	4255	a
Wheat	Broad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	3262	b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن 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 (DMRT)

† در جدول مربوط به ترکیب گیاهی نظام، کشت دوم در یک سال در نظر گرفته نشده است. توجه: به غیر از گندم، یونجه، آیش و کلزا بقیه گیاهان به عنوان کشت دوم و پس از گیاه قبلی خود کشت شده‌اند.

† In table of crop-combination, wasn't showed the second-planting crop (s). Notes, only wheat, alfalfa, fallow and Canola were the main-crops and residuals were the second-planting crops.

یونجه - یونجه - یونجه - گندم (۷۲۹۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار در تناوب‌های زراعی گندم - باقلا - ذرت - گندم (۴۸۴۱ کیلوگرم در هکتار) و ذرت - شبدر - ذرت - گندم (۴۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۷). از سوی دیگر، با توجه به عملکرد گندم در تناوب زراعی یونجه - یونجه - گندم - گندم (۵۳۰۹ کیلوگرم در هکتار) می‌توان استنباط کرد که طی تناوب زراعی چهارساله، نقش یونجه به عنوان پیش‌کشت گندم با کشت دوساله یونجه در سال‌های اول و دوم قابل جبران است، این در حالی بود که کشت یونجه طی سال‌های دوم و سوم به سادگی با کاشت لویا و کلزا در این سال‌ها قابل جایگزینی است (جدول ۷).

مقایسه عملکرد مشابه گندم طی تناوب‌های زراعی گندم - باقلا - ذرت - گندم (۴۸۴۱ کیلوگرم در هکتار) با ذرت - شبدر - ذرت - گندم (۴۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) (جدول ۷) نیز مؤید تأثیر مشابه باقلا و شبدر در جایگاه سال دوم تناوب زراعی چهارساله گندم است. در نظام‌های تناوب زراعی مبتنی بر کشت مخلوط بقولات + غلات نیز بالاترین عملکرد گندم در تناوب زراعی گندم - گندم - لویا - کلزا - گندم (۵۷۴۰ کیلوگرم در هکتار) و پایین‌ترین عملکرد به نظام تناوب زراعی باقلا - ذرت - گندم - کنجد - گندم (۳۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) و گندم - باقلا - ذرت - گندم - کنجد (۳۲۶۲ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول ۷).

- گندم در تناوب با دانه‌های روغنی

ارزیابی عملکرد گندم در تناوب با دانه‌های روغنی نشان داد که کلزا مناسب‌ترین پیش‌کشت گندم در تناوب‌های زراعی سه‌ساله می‌باشد، به نحوی که در مقایسه با پیش‌کشت کنجد، عملکرد گندم پس از این گیاه معادل ۳۳ درصد بیشتر بود (جدول ۵). کلزا به عنوان گیاه پیش‌کشت گندم (با عملکرد ۵۹۳۷ کیلوگرم در هکتار) و نیز طی سال اول (۴۸۵۶ کیلوگرم در هکتار) مناسب‌ترین دانه روغنی

جهت کاشت در تناوب زراعی با گندم بوده و جایگزینی این گیاه با کنجد طی سال‌های دوم و سوم عموماً افت عملکرد گندم را به دنبال داشت (جدول ۸). از نقطه نظر کشت دانه‌های روغنی نیز چنان که پیشتر اشاره شد، کشت کلزا در تمامی جایگاه‌های تناوب زراعی نتیجه بهتری در مقایسه با کشت کنجد به همراه داشت (جدول ۸).

(۲) ذرت

نتایج این آزمایش نشان داد که کشت باقلا یا شبدر قبل از ذرت در مقایسه با گندم، عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۲ و ۱۹ درصد افزایش داد و از ۹۱۷۸ کیلوگرم در هکتار در تناوب زراعی گندم - ذرت به ترتیب به ۱۱۲۳۰ و ۱۰۹۲۰ کیلوگرم در هکتار در تناوب‌های زراعی باقلا - ذرت و شبدر - ذرت افزایش یافت (جدول ۹). در مطالعات مختلف کشت مداوم ذرت و کاشت این گیاه روی خاک‌هایی با بافت رسی سنگین یا زه‌دار (Dick, 1992) به عنوان دلایل کاهش عملکرد ذرت ارزیابی شده و پیشنهاد شده است که از طریق اعمال تناوب زراعی یا کاشت ارقام مقاوم به بیماری‌ها (به ویژه پوسیدگی ریشه) از کاهش عملکرد جلوگیری شود. پیترسون و همکاران (Peterson et al., 1990) نیز با مقایسه کشت مداوم ذرت با تناوب زراعی سویا با ذرت نشان دادند که طی تناوب زراعی حدود ۲۰ درصد بر عملکرد ذرت افزوده شد.

با مقایسه هشت سیستم تناوب زراعی سه‌ساله منتهی به ذرت، بیشترین و کمترین عملکرد ذرت به ترتیب به تناوب‌های زراعی آیش - باقلا - ذرت (۱۲۰۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کلزا - گندم - ذرت (۸۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) اختصاص یافت (جدول ۹). در این آزمایش، کشت باقلا و شبدر طی تناوب زراعی دوساله قبل از ذرت در مقایسه با گندم تنها موجب شد تا عملکرد ذرت ۲۲ و ۱۹ درصد افزایش یابد و این در حالی بود که با افزودن یک دوره آیش در ابتدای تناوب زراعی بر میزان تأثیر باقلا روی عملکرد ذرت تا سطح ۳۱ درصد افزوده و از تأثیر شبدر

جدول ۸. مقایسه میانگین عملکرد گندم در تناوب‌های سه تا پنج‌ساله با دانه‌های روغنی در منطقه ملاسانی

Table 8. Mean comparison of wheat yield in three to five-years rotation based on oilseed crops in Molasany region

گیاه در سال (Crop.year ⁻¹)					عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
1	2	3	4	5		
Fallow	Canola	Wheat			6043	a
Sesame	Wheat	Wheat			4155	b
Wheat	Sesame	Wheat			4044	b
Fallow	Canola	Wheat			6043	a
Sesame	Wheat	Wheat			4155	b
Wheat	Sesame	Wheat			4044	b
Wheat	Bean	Canola	Wheat		5937	a
Canola	Wheat	Maize	Wheat		4856	b
Wheat	Sesame	Wheat	Wheat		4155	c
Maize	Wheat	Sesame	Wheat		3890	c
Wheat	Wheat	Bean	Canola	Wheat	5740	a
Canola	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	5273	ab
Bean	Canola	Wheat	Maize	Wheat	4743	bc
Maize	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	4255	c
Sesame	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	3996	c
Brad bean	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	3890	c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن 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 (DMRT)

† در جدول مربوط به ترکیب گیاهی نظام، کشت دوم در یک سال در نظر گرفته نشده است. توجه: به غیر از گندم، پونجه، آیش و کلزا بقیه گیاهان به عنوان کشت دوم و پس از گیاه قبلی خود کشت شده اند.

† In table of crop-combination, wasn't showed the second-planting crop (s). Notes, only wheat, alfalfa, fallow and Canola were the main-crops and residuals were the second-planting crops.

و پتاسیم در خاک، سالانه قادر به تأمین حدود ۵۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. البته میزان مشارکت نیتروژن تثبیت شده توسط بقولات در تأمین نیاز غذایی ذرت بستگی به مقدار کود نیتروژن مصرفی متفاوت بوده و با افزایش مقدار مصرف نیتروژن سهم مشارکت نیتروژن تثبیت شده از کشت بقولات در تغذیه ذرت کاهش می‌یابد (Hesterman *et al.*, 1987). اگرچه در آزمایش هوارد (Howard, 1998)، عملکرد سویا در تناوب با ذرت، گندم و سویا تفاوت معنی‌داری نشان نداد، کروکستون و همکاران (Crookston *et al.*, 1988) افزایش عملکردی معادل ۱۰ درصد در ذرت و ۸ درصد در سویا در اثر کشت تناوبی این دو گیاه، گزارش کردند. پراساد و اومار (Prasad and Umar, 1990) گزارش کردند که وارد کردن شبدربرسیم در تناوب زراعی با ذرت موجب افزایش کربن آلی خاک و کاهش جزئی واکنش خاک شد،

تا سطح پنج درصد کاسته شد. طی تناوب زراعی چهارساله نیز بیشترین عملکرد ذرت با تناوب زراعی گندم - ذرت - شبدر - ذرت (۱۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۹). مقایسه سیستم‌های چهارساله مورد مطالعه نشان داد که کشت باقلا قبل از ذرت در مقایسه با گندم، موجب افزایش عملکرد ذرت از ۸۹۳۷ به ۱۰۲۹۰ کیلوگرم در هکتار شد. در همین ارتباط، آقبولا و فایمی (Agboola and Fayemi, 1972) در غرب نیجریه جهت تعیین پیش کشت مناسب قبل از ذرت نشان دادند که کاشت بقولاتی چون *Vigna Calopognium mucunoides* و *V. sinensis radiata* قبل از ذرت به ترتیب عملکرد دانه را از ۱/۵۱ تن در هکتار در کشت متوالی به ۱/۹۰، ۱/۸۷، ۲/۲۴ تن در هکتار افزایش داد. این محققین خاطر نشان کردند که کاشت بقولات قبل از ذرت دانه‌ای علاوه بر افزایش عملکرد، در صورت وجود مقدار کافی از عناصر فسفر

کشت مداوم ارقام پرمحصول با کاهش تدریجی روی و آهن و افزایش منگنز قابل دسترس و مس همراه بود. عملکرد ذرت در بین یازده نظام تناوب زراعی پنج ساله منتهی به این گیاه نشان داد که بیشترین عملکرد در دو سیستم گندم - گندم - ذرت - شبدر - ذرت و گندم - ذرت - گندم - باقلا - ذرت و کمترین عملکرد در تناوب‌های زراعی گندم - شبدر - سودانگراس - گندم - ذرت، گندم - ذرت سیلویی - گندم - گندم - ذرت، گندم - کنجد - گندم - گندم - ذرت و گندم - لویا - کلزا - گندم - ذرت بدست آمد (جدول ۹). نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین عملکرد ذرت طی سیستم‌های تناوب زراعی آیش - گندم - گندم - ذرت - شبدر - ذرت و گندم - گندم - ذرت - باقلا - ذرت و کمترین عملکرد در نظام‌های ذرت - گندم - کنجد - گندم - گندم - ذرت، آیش - گندم - ذرت سیلویی - گندم - گندم - ذرت، ذرت - گندم - ذرت سیلویی - گندم - گندم - ذرت، آیش - گندم - لویا - کلزا - ذرت و آیش - گندم - کنجد - گندم - گندم - ذرت به دست آمد. بنابراین، در بین غلات، گندم جهت کشت در تناوب زراعی با ذرت مناسب‌تر از سودانگراس ارزیابی شد (جدول ۹). البته، در طراحی سیستم تناوب زراعی باید به احتمال وجود سموم علفکش و تأثیر آن روی گیاهان بعدی توجه شود (Bollinger, 1971).

درمجموع، بقولات پیش کشت مناسبی برای ذرت محسوب شده و در این میان، کاشت یونجه به عنوان پیش کشت حتی در شرایطی که چند سال قبل از ذرت در تناوب زراعی قرار گرفته بود، توانست عملکرد بیشتری تولید کند (جدول ۹). در مطالعه وانوتی و بوندی (Vanotti and Bundy, 1995) نیز مقدار نیتروژن باقیمانده از کاشت یونجه براساس واکنش ذرت معادل ۱۵۳ و ۳۶ کیلوگرم در هکتار طی سال اول و دوم پس از کاشت یونجه و معادل ۷۵ کیلوگرم طی سال اول پس از کاشت سویا بود و طی سال دوم، پس از کاشت سویا و

درمقایسه با ذرت، عملکرد یولاف پایین تر بود. کرودر و همکاران (Crowder et al., 1984) با استفاده از مدل CREAMS نشان دادند که استفاده از تناوب یونجه - یونجه - یونجه - ذرت - ذرت موجب کاهش مؤثر میزان رواناب شد. مطالعه تراکم علف‌های هرز و میزان رشد ذرت در شرایط کشت مداوم و در تناوب زراعی با یونجه در مطالعه کلی (Clay, 1998) نشان داد که سهم بذر علف‌های هرز یک ساله در مخزن خاک طی تناوب ذرت - ذرت، ۷۳ درصد و در تناوب زراعی یونجه - ذرت تنها ۲۶ درصد بود و تأثیر تداخل علف‌های هرز در کشت مداوم ذرت به نحوی بود که در بعضی از سال‌ها، عملکرد ذرت به شدت کاهش یافت. درمجموع، قرار گرفتن یونجه در تناوب زراعی با ذرت موجب کاهش قدرت رقابت علف‌های هرز با ذرت شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق در رابطه با تناوب زراعی گندم نشان داد که دوره آیش در کاهش نوسانات عملکرد گندم تأثیری نداشت. کاشت یونجه و کلزا قبل از گندم تأثیر مثبت و مشابهی روی عملکرد این گیاه داشت. البته می‌توان کشت یونجه طی سال‌های دوم و سوم تناوب زراعی را به سادگی با کاشت لویا و کلزا طی این سال‌ها جایگزین کرد. این درحالی بود که عملکرد گندم پس از سودان گراس، ذرت سیلویی و کنجد احتمالاً به دلیل جذب عناصر غذایی موجود در خاک به واسطه تولید انبوه زیست توده توسط گیاهان پیش کشت و اثر آللوپاتیکی کنجد موجب کاهش معنی‌دار عملکرد گندم شد. در خصوص کشت دانه‌های روغنی، نیز چنین به نظر می‌رسد که کشت کلزا در تمام جایگاه‌های تناوبی نتیجه بهتری در مقایسه با کشت کنجد به همراه داشت. در مجموع، کاهش عملکرد گندم همراه با کاهش سهم بقولات و افزایش سهم غلات در تناوب نشان داد که با واد کردن بقولات

جدول ۹- مقایسه میانگین مربوط به تعیین مناسب‌ترین تناوب‌های دو، سه، چهار، پنج و شش ساله ذرت‌دانه‌ای در منطقه ملاسانی

Table 9. Means comparison for determination of optimum grain-maize rotation in two, three, four, five and six-years systems in Molasany region

شماره نظام System No.	گیاه در سال (Crop.year ⁻¹)						عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)	گروه‌بندی Ranking
1	Broad bean	Maize	-	-	-	-	11230	a
2	Clover	Maize	-	-	-	-	10920	a
3	Wheat	Maize	-	-	-	-	9178	b
1	Fallow	Broad bean	Maize	-	-	-	12020	a
2	Maize	Clover	Maize	-	-	-	11360	ab
3	Wheat	Broad bean	Maize	-	-	-	10960	b
4	Fallow	Clover	Maize	-	-	-	9610	c
5	Sudangrass	Wheat	Maize	-	-	-	9406	cd
6	Wheat	Wheat	Maize	-	-	-	9215	cd
7	Fallow	Wheat	Maize	-	-	-	9181	cd
8	Colza	Wheat	Maize	-	-	-	8730	d
1	Wheat	Maize	Clover	Maize	-	-	11360	a
2	Maize	Wheat	Broad bean	Maize	-	-	11290	a
3	Fallow	Wheat	Broad bean	Maize	-	-	10290	b
4	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	-	-	10280	b
5	Maize	Wheat	Wheat	Maize	-	-	9409	c
6	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	-	-	9406	c
7	Silage maize	Wheat	Wheat	Maize	-	-	8951	c
8	Fallow	Wheat	Wheat	Maize	-	-	8937	c
9	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	-	-	8872	c
10	Fallow	Colza	Wheat	Maize	-	-	8730	c
11	Bean	Colza	Wheat	Maize	-	-	8730	c
1	Wheat	Wheat	Maize	Clover	Maize	-	11450	a
2	Wheat	Maize	Wheat	Broad bean	Maize	-	11290	a
3	Fallow	Wheat	Maize	Clover	Maize	-	11170	ab
4	Fallow	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	-	10370	bc
5	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	-	10190	cd
6	Fallow	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	-	9546	cde
7	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	Maize	-	9409	de
8	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	-	9265	e
9	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat	Maize	-	8951	e
10	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	-	8872	e
11	Wheat	Bean	Colza	Wheat	Maize	-	8730	e
1	Fallow	Wheat	Wheat	Maize	Clover	Maize	11810	a
2	Wheat	Wheat	Maize	Wheat	Broad bean	Maize	11450	a
3	Fallow	Wheat	Maize	Wheat	Broad bean	Maize	11140	ab
4	Silage maize	Wheat	Wheat	Maize	Clover	Maize	11090	ab
5	Fallow	Alfalfa	Alfalfa	Wheat	Wheat	Maize	10190	bc
6	Fallow	Wheat	Maize	Wheat	Wheat	Maize	9409	cd
7	Fallow	Wheat	Clover	Sudangrass	Wheat	Maize	9265	cd
8	Maize	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	9130	d
9	Fallow	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat	Maize	8974	d
10	Maize	Wheat	Silage maize	Wheat	Wheat	Maize	8929	d
11	Fallow	Wheat	Bean	Colza	Wheat	Maize	8730	d
12	Fallow	Wheat	Sesame	Wheat	Wheat	Maize	8614	d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن 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 (DMRT)

† در جدول مربوط به ترکیب گیاهی سیستم، کشت دوم در یک سال در نظر گرفته نشده است. توجه: به غیر از گندم، یونجه، آیش و کلزا بقیه گیاهان به عنوان کشت دوم و پس از گیاه قبلی خود کشت شده اند.

† In table of crop-combination, wasn't showed the second-planting crop(s). Notes, only wheat, alfalfa, fallow and colza were the main-crops and residuals were the second-planting crops.

کمک کرد.

و دانه‌های روغنی به نظام‌های تناوب زراعی در منطقه،

نتایج این آزمایش در ارتباط با ذرت نشان داد که

می‌توان به بهبود عملکرد و پایداری تولید گندم

پیش کشت توانست حتی در شرایطی که چند سال قبل از ذرت در تناوب زراعی مورد کاشت قرار گرفته بود، عملکرد بالاتری تولید کند. در بین غلات نیز، گندم مناسب تر از سودانگراس جهت کشت در تناوب زراعی با ذرت بود.

کشت باقلا یا شبدر قبل از ذرت در مقایسه با گندم موجب شد تا عملکرد ذرت افزایش یابد. البته با افزودن دوره آیش در ابتدای تناوب زراعی بر میزان تأثیر باقلا روی عملکرد ذرت افزوده شده و از تأثیر شبدر کاسته شد. در مجموع، بقولات پیش کشت مناسبی برای ذرت محسوب شده و در این میان، کاشت یونجه به عنوان

References

منابع مورد استفاده

- Agboola, A.A. and A.A. Fayemi.** 1972. Effect of soil management on corn yield and soil nutrients in the rain forest zone of Western Nigeria. *Agron. J.* 64(5):641-644.
- Athar, M.** 1997. Effect of peanut plants incorporated as green manure on the growth and grain yield of succeeding wheat. *Agron. J. Crop Sci.* 79(1):138-145.
- Bollinger, J.** 1971. Investigations of a method of study allowing the determination of residues of chlorotriazines in field soils and of measuring the effect of treatment on the subsequent crop rotation of sorghum, maize, wheat. *Compte rendu 6e Conference du Comite Francais de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA).* 35-46.
- Bremer, E., H.H. Janzen and A.M. Johnston.** 1994. Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil. *Can. J. Soil Sci.* 74(2): 131-138.
- Campbell, C.A., A.P. Moulin, D. Curtin, G.P. Lafond and L. Townley-Smith.** 1983a. Soil aggregation as influenced by cultural practices in Saskatchewan: I. Black Chernozemic soils. *Can. J. Soil Sci.* 73(4):579-595.
- Campbell, C.A., D.W.L. Read, R.P. Zentner, A.J. Leyshon and W.S. Ferguson.** 1983b. First 12 years of a long-term crop rotation study in southwestern Saskatchewan: yields and quality of grain. *Can. J. Plant Sci.* 63(1):91-108.
- Campbell, C.A., G.P. LaFond, A.J. Leyshon, R.P. Zentner and H.H. Janzen.** 1991. Effect of cropping practices on the initial potential rate of N mineralization in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71(1):43-53.
- Campbell, C.A., S.A. Brandt, V.O. Biederbeck, R.P. Zentner and M. Schnitzer.** 1995. Effect of crop rotations and rotation phase on characteristics of soil organic matter in a Dark Brown Chernozemic soil. *Can. J. Soil Sci.* 72(4):403-416.
- Clay, S.A.** 1998. Weed seedbanks and corn growth following continuous corn or alfalfa. *Agron. J.* 90:813- 818.
- Crookston, R.K., J.E. Kurle and W.E. Lueschen.** 1988. The relative ability of soybean yield reductions and fallow with growing corn continuously. *Crop Sci.* 28:145-147.
- Crowder, B.M., C.E. Young, D.J. Epp, J.G. Beierlein, H.B. Pionke and E.J. Partenheimer.** 1984. The effects on farm income of constraining soil and plant nutrient losses. An application of the CREAMS simulation model. *Bulletin, Pennsylvania State University, Agricultural Experiment Station.* No. 850.

- Dick, R.P.** 1992. A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. *Agric., Eco. and Environ.* 40:1-4, 25-36.
- Dijk, W.** 1997. Nitrogen in maize stover unmovable for the following crop. *Field Crop Abs.* 50: No 12.
- Ehrenpfordt, V. and H. Ronsch.** 1973. Controlling crop rotation effects by using nitrogen fertilization as a measure of intensification. *Archiv fur Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde.* 17: 6, 435-440.
- Freebairn, D.M., R.J. Loch and A.L. Cogle.** 1993. Tillage methods and soil and water conservation in Australia. *Soil and Tillage Res.* 27(1-4):303-325.
- Grzebisz W. and R. Jaworski.** 1987. The influence of crop rotation and irrigation on properties of soil humus substances. *Polish J. of Soil Sci.* XX: 2, 67-72.
- Hesterman, O.B., M.P. Russelle, C.C. Sheaffer, and G.H. Heichel.** 1987. Nitrogen utilization from fertilizer and legume residues in legume-corn rotations. *Agron. J.* 79(4):726-731.
- Howard, D.H.** 1998. Rotation and fertilization effects on corn and soybean yields and soybean cyst nematode populations in no-tillage system. *Agron. J.* 90: 518- 522.
- Johnson, A.W., C.C. Dowler and E.W. Hauser.** 1987. Crop rotation and herbicide effects on population densities of plant-parasitic nematodes. *J. Nematology.* 7(2):158-168.
- Kilcher, M.R.** 1978. Perennials and annuals for winter fodder production in the drier portions of the Canadian prairies. *Can. J. Plant Sci.* 58(4):1081-1085.
- Lopez-Bellido, L., M. Fuentes, J.E. Castillo, F.J. Lopez-Garrido and E.J. Fernandez.** 1996. Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J.* 88(5):783-791.
- Malecka, I. and J. Pudelko.** 1995. Effect of crop rotation, sprinkler irrigation and nitrogen fertilization on weed infestation in spring barley. *Prace z Zakresu Nauk Rolniczych.* 79: 47-52.
- Peterson, W.R., D.T. Walters, R.J. Supalla and R.A. Olson.** 1990. Irrigated crop rotation for energy conservation: a Nebraska case study. *J. Soil and Water Cons.* 45(5):584-588.
- Pillbeam, C.J., A.M. McMell and R.S. Swift.** 1997. Effect of rotation on the recovering of N15-labelled fertilizers. *J. of Agric. Sci.* 129: 397-407.
- Prasad, B. and S.M. Umar.** 1990. Effect of rice based six multiple cropping sequences under two cycles of crop rotations on yield and fertility status of soil. *Plant and Soil.* 127(2):251-258.
- Tacconi, R. and R. Olimpieri.** 1983. Effect of crop rotations and intercrops on *Heterodera schachtii*. *Informatore Fitopatologico.* 33(12):33-40.
- Vanotti, M.B. and L.G. Bundy.** 1995. Soybean effects on soil nitrogen availability in crop rotations. *Agron. J.* 87(4):676-680.
- Zenter, R.P. and C.A. Campbell.** 1988. First 18 years of a long-term crop rotation study in southwestern Saskatchewan-yields, grain protein and economic performance. *Can. J. Plant Sci.* 68(1):1-21.

Determination of the most suitable crop rotation systems in Ahwaz region

Siadat¹ S. A., S. S. Hemayati², G. Fathi³ and A. Abdali Mashadi⁴

Abstract

Siadat S. A., S. S. Hemayati, G. Fathi and A. Abdali Mashadi. 2009. Determination of the most suitable crop rotation systems in Ahwaz region. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 11 (2): 174-192 (In Persian).

In order to evaluate 26 crop rotation systems, this study was conducted in Research Field of Ramin Agricultural and Natural Resources University in 1999-2003 cropping seasons. Wheat, alfalfa, maize, and canola as main crops and broad-bean, sesame, sudangrass, clover, silage maize and common bean as second crops were planted within traditionally practised crop rotation systems. Studied crops were grouped in 26 different rotation systems using randomized complete blocks design (RCBD) with four replications. Results showed as compared to continuous wheat (5103 kg.ha^{-1}), wheat grain yield followed alfalfa and canola increased by 24% and 17%, respectively. However, wheat grain yield followed fallow, maize, sudangrass, silage maize and sesame decreased by 1, 1, 16, 20, 22%, respectively. In comparison of 9 of four-years rotation systems with one period fallow showed that wheat grain yield decreased as the proportion of cereals in crop sequences increased and the proportion of legume crops decreased. Replacement of maize with sudangrass in three-years rotation system decreased wheat grain yield by 22%. Canola was the best previous crop for wheat crop in three-years rotation system as in this system wheat grain yield increased by 33% when compared to sesame. Broad-bean and clover as previous crop for maize, when compared to wheat-maize rotation systems, increased maize grain yield by 19 and 22%, respectively. Comparison of different rotation systems showed that the highest maize grain yield was obtained in fallow-broad bean-maize (12020 kg.ha^{-1}) in three years crop rotation system, wheat-maize-clover-maize (11290 kg.ha^{-1}) in four years crop rotation system, wheat-wheat-maize-clover-maize (11450 kg.ha^{-1}) in five years crop rotation system and fallow-wheat-wheat-maize-clover-maize (11810 kg.ha^{-1}) in six years crop rotation system.

Key words: Canola, Crop rotation system, Main crop, Maize, Previous crops and Wheat.

Received: September, 2008

1- Professor, Ramin Agricultural and natural Resources University, Molathani, Ahwaz, Iran

2- Facult member, Sugar Beet Seed Improvement Research Institute, Iran (Corresponding author)

3- Associate Prof., Ramin Agricultural and natural Resources University, Molathani, Ahwaz, Iran

4- Assistant Prof., Ramin Agricultural and natural Resources University, Molathani, Ahwaz, Iran