

تأثیر تنش خشکی آخر فصل و توالی زراعی بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبی تحت مدیریت مرسوم و حفاظتی

ایوب فصاحت^۱، محمدرضا جهانسوز^{۲*}، محمدرضا مهرور^۳، منوچهر گرجی^۲ و ناصر مجنون حسینی^۲
۱ و ۲. دانشجوی دکتری و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران
۳. استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، البرز، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۳۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۷)

چکیده

بی‌خاک‌ورزی در کنار توالی زراعی مناسب می‌تواند رطوبت و مواد غذایی لازم را برای گیاه در معرض تنش خشکی فراهم کند. به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی پایان فصل و توالی زراعی بر عملکرد کمی و کیفی گندم رقم پارس آزمايشی با استفاده از طرح آماری کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در دو سال زراعی ۹۳ و ۹۴ به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل شش توالی زراعی مبتنی بر گندم آبی^۱ و عامل کرت فرعی رژیم آبیاری در دو سطح آبیاری معمول و تنش خشکی پایان فصل (مرحله گرده‌افشانی تا برداشت)؛ بودند که هر یک به‌صورت جداگانه در مزرعه حفاظتی و مرسوم به اجرا درآمد. تأثیر تنش خشکی پایان فصل در مدیریت مرسوم در دو سال معنی‌دار شد و در مجموع سبب کاهش ۱۸ درصدی عملکرد شد، اما در نظام خاک‌ورزی حفاظتی، تنش پایان فصل در سال اول سبب کاهش غیر معنی‌دار و حدود ۸ درصد عملکرد گندم آبی و در سال دوم سبب کاهش شدید و معنی‌دار به میزان ۴۳ درصد شد. در سال اول تناوب T3 (گندم-شیدر-کلزا-ذرت) در مدیریت خاک ورزی (حفاظتی) ۴۰۸۹ کیلوگرم/هکتار و توالی T1 (گندم-ذرت-گندم-ذرت) ۵۳۴۷ کیلوگرم/هکتار در مدیریت مرسوم بیشترین عملکرد دانه را نسبت به دیگر تناوب‌ها داشتند. شاخص‌های کیفی گندم (مانند غلظت پروتئین دانه، حجم نان، رسوب زنی، سختی دانه و ...) در دو سال زراعی تحت تأثیر تنش خشکی پایان فصل و توالی زراعی قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تناوب زراعی، خواص کیفی، کشاورزی حفاظتی، گندم آبی، ویژگی‌های کمی.

Terminal drought and crop sequence effects on irrigated wheat grain yield and quality under conventional and conservation managed approaches

Ayob Fasahat¹, Mohammad Reza Jahansuz^{2*}, Mohammad Reza Mehrvar³, Manouchehr Gorji² and Nasser Majnoonhoseyni²

1, 2. Ph.D. Candidate and Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Alborz, Karaj, Iran

3. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

(Received: Jul. 20, 2016 - Accepted: Jul. 17, 2016)

ABSTRACT

No-tillage managed approach with the proper crop sequence can provide more moisture and nutrients necessary for the plant in water stressed conditions. This experiment was conducted in 2013-15 cropping years to study the effects of terminal drought and sequential cropping systems on grain yield and quality of no-till and conventional managed irrigated wheat CV. Parsi. The experimental design was RCBD in split plot arrangement with four replicates in experimental farm of cereals research department of seed and plant improvement institute at Karaj, Iran. Main plots consisted six irrigated wheat based crop sequences and two irrigation regimes of normal irrigation and terminal drought allocated to the subplots which were studied in two separate experiments of conservation and conventional managed approaches. According to the results effect of terminal drought in conventional approach was significant in both years of study with 18% grain yield reduction. But terminal drought in conservation approach had no significant grain yield reduction (about 8% reduction) in the first year but caused significant grain yield reduction (about 43%) in the second year. In the 1st year of conservation approach, crop sequence of two years four crops of wheat/berseem clover-canola/silage corn (T3) produced the highest grain yield (4089 kg ha⁻¹), while the highest grain yield (5347 kg ha⁻¹) belonged to the crop sequence of wheat/silage corn-wheat-silage corn (T1) in the conventional managed approach. Wheat grain quality characteristics were not significantly affected by terminal drought and crop sequence in both years of study.

Keywords: Conservation agriculture, crop rotation, grain yield, irrigated wheat, quality, terminal drought.

1. Wheat based sequential cropping system

* Corresponding author E-mail: jahansuz@ut.ac.ir

مقدمه

گندم به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی، و مهم‌ترین منبع غذایی بشر بوده و به‌عنوان یک گیاه تمدن ساز مطرح است (Lance & Garren, 2002). سازمان خواربار و کشاورزی (فائو)^۱ اعلام کرد، برآورد تولید گندم در جهان در سال ۲۰۱۶ بالغ بر ۷۱۷ میلیون تن است (Anonymous, 2015). از مجموع زمین‌های زیر کشت محصولات کشاورزی کشور در سال زراعی ۹۳-۹۲، ۶/۰۶ میلیون هکتار آن (۵۱،۲ درصد کل اراضی) به کشت گندم اختصاص داشته و بیش از ۱۰،۵ میلیون تن تولید داشته است (Anonymous, 2014). بررسی‌های مطالعاتی نشان می‌دهد، پایداری کمی و کیفی تولید گندم آبی در کشور در سال‌های اخیر (دهه ۹۳-۸۳) با مشکل روبرو بوده، و با وجود افزایش تنوع و ظرفیت تولید رقم‌های مختلف گندم آبی در کشور، میانگین تولید در واحد سطح ۱۸ درصد کاهش را نشان می‌دهد که از ۳۸۲۷ به ۳۱۳۸ کیلوگرم در هکتار رسیده است. مناطق معتدل با اختصاص ۶۸۲ هزار هکتار از سطح زیر کشت گندم آبی (۳۰ درصد از سطح زیر کشت گندم آبی) نقش مهمی در تولید گندم در کشور دارند که گندم رقم پارس یکی از رقم‌های مناسب برای این مناطق است و ویژگی‌های زودرس، مقاوم به زنگ زرد و سیاه و کیفیت نانوائی خوبی دارد (SPII, 2016).

خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است به‌طوری‌که ۴۰ تا ۶۰ درصد از اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bray, 1997). تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عامل‌های محدودکننده تولید غلات در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است (Akbari Moghaddam et al., 2002; Amadi et al., 2009).

یکی از دیدگاه‌های کاهش اثرگذاری تنش خشکی پایان فصل در گندم، کشت حفاظتی به‌منظور حفظ رطوبت پایان فصل برای جلوگیری از کاهش عملکرد و استفاده آن در کشت گیاهان صیفی است. کشاورزی حفاظتی بر سه اصل محوری خاک‌ورزی حفاظتی،

رعایت تناوب زراعی و حفظ پسماند گیاهی استوار است (Anonymous, 2015). میانگین میزان فرسایش خاک در کشور ۱۷ تن در هکتار گزارش شده است که سالانه معادل وزنی دست‌کم دو میلیارد تن خاک حاصلخیز بوده و آسیب و زیانی معادل ۵۶ میلیارد دلار به کشور وارد می‌کند (Gorgi, 2014).

محققان دیگری نیز مشاهده کردند که نوع گیاه پیش‌کاشت اثرگذاری معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشت و توالی کشت گندم- گندم، ضعیف‌ترین نظام توالی مورد آزمایش بود (Sanford et al., 1986; Shahbazian & Allahdadi, 2007). سودمندی‌های خاک‌ورزی حفاظتی به‌ویژه در نظام‌های بدون خاک‌ورزی با حفظ پسماند در سطح خاک در مواردی مانند تثبیت رطوبت و دمای خاک (Benegas, 1998)، بهبود پایداری خاکدانه و افزایش ماده آلی خاک (Hajabbasi & Hemmat, 2000; Chauhan et al., 2002) نفوذپذیری بیشتر آب در خاک (Tullberg, 2010; Singh et al., 2011) و کاهش فرسایش خاک (Dabney et al., 2004) گزارش شده است.

کیفیت دانه گندم تا حد زیادی به میزان نیتروژن و صفات رقم بستگی دارد (Morris et al., 2009; Paris & Gavazzi, 1972; Peltonen & Virtanen, 1994). در مجموع تأثیر نوع خاک‌ورزی بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک به نوع توالی زراعی، تجهیزات خاک‌ورزی، پسماند گیاهی، نوع خاک و اقلیم منطقه بستگی دارد (Gomez-Becerra et al., 2010).

نزدیک به دو دهه تحقیقات چندی در زمینه برخی جنبه‌های کشاورزی حفاظتی از جمله روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ پسماند گیاهی در زمین صورت گرفته است، اما در بیشتر تحقیقات اشاره‌شده، کشاورزی حفاظتی به‌طور جامع و کامل اجرا نشده است و به‌طور عمده رکن سوم آن یعنی رعایت تناوب زراعی فراموش شده است (Afzaliniya et al., 2016; Safari et al., 2002; Azimzade et al., 2013).

یکی از چالش‌های کشور در مناطقی که غلات کشت می‌شود، تداخل و هم‌زمانی آبیاری پایان فصل با کشت گیاهان صیفی است که به‌طور عمده کشاورزان آخرین آبیاری جو و گندم را انجام نداده و آن را به

مستقیم در خاک زیر پسماند گیاهی که درصد و میزان وزنی آن در جدول ۱ آمده است، ۲۰ درصد بیشتر در نظر گرفته شد. همچنین گندم در نظام خاک‌ورزی مرسوم با تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع کاشته شد.

نیاز کودی نیز بر پایه نتایج تجزیه خاک تعیین شد (جدول ۲). در خاک‌ورزی مرسوم پس از سوزاندن و حذف کامل پسماند محصول پیشین و آماده‌سازی بستر کشت، برابر با روش مرسوم در منطقه کرج شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دو بار دیسک (عمود برهم) و لولر، کاشت با استفاده از بذرکارهای مختص هرکدام از گیاهان صورت گرفت، ولی در خاک‌ورزی حفاظتی بدون شخم همه مراحل آماده‌سازی بستر کشت گیاهان حذف شد و کشت گیاهان در خاک زیر پسماند گیاهی محصول پیشین و با استفاده از دستگاه کشت مستقیم بوکان صورت گرفت.

تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از: الف) توالی‌های زراعی (نوع خاصی از تناوب زراعی، از راه کشت متوالی گیاهان زراعی در یک قطعه زمین ثابت) آزمایش شامل: ۱- توالی شاهد گندم - ذرت علوفه‌ای - گندم - ذرت علوفه‌ای (T1)، ۲- گندم - شبدر برسیم - کود سبز - ذرت علوفه‌ای (T2)، ۳- گندم - شبدر برسیم - کلزا - ذرت علوفه‌ای (T3)، ۴- گندم - ذرت علوفه‌ای - کلزا - ذرت علوفه‌ای (T4)، ۵- گندم - ذرت علوفه‌ای - کلزا - شبدر برسیم (T5) و ۶- گندم - شبدر برسیم - گندم - ذرت علوفه‌ای (T6) که در دو آزمایش جداگانه نظام‌های خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی (بدون خاک‌ورزی) از نظر صفات مختلف کمی و کیفی قرار گرفتند و ب) سطوح آبیاری در دو سطح شامل شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله پس از گرده‌افشانی در نظر گرفته شدند.

کاشت گیاهان زراعی بهاره اختصاص می‌دهند و در نهایت گیاهان یادشده با تنش روبه‌رو شده و سبب کاهش محصول می‌شود. کشاورزی حفاظتی با حفظ پسماندهای گیاهی، حذف شخم برگردان و رعایت تناوب زراعی مناسب سبب ذخیره و نگهداری بهتر رطوبت خاک می‌شود که این تحقیق سعی دارد به نقش کشاورزی حفاظتی (به‌ویژه تناوب زراعی که یکی از اجزاء مهم این مدیریت است) در کاهش تأثیر تنش خشکی پایان فصل در گندم رقم پارسا بپردازد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های مزرعه و معرفی تیمارها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۳-۹۲ و ۹۴-۹۳ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر - بخش تحقیقات غلات به اجرا درآمد. مزرعه یادشده پیشینه کشت حفاظتی از سال ۱۳۸۷ دارد. آب‌وهوای این منطقه معتدل سرد و میانگین ۳۰ ساله بارندگی آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. این طرح با چهار تکرار در قالب کرت‌های خردشده، بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. زمین مورد استفاده در این طرح، سال پیش از اجرای آزمایش به‌طور کامل زیر کشت گندم بوده است. مساحت کل زمین مورد استفاده ۶۰۰۰ مترمربع بود که هرکدام از نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم نیمی از این مساحت را به خود اختصاص دادند. عرض هر نظام خاک‌ورزی ۶۰ متر، عرض هر کرت فرعی ۸ متر با رعایت فاصله ۲ متری بین دو کرت مجاور و طول کرت‌ها ۴۰ متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی در همه محصولات در نظام خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل کشت

جدول ۱. درصد و وزن خشک پسماند گیاهان موجود روی خاک، هنگام کاشت گندم در نظام خاک‌ورزی حفاظتی در سال ۹۳ و ۹۴

Table 2. Percent dry weight of crop residue on the soil, when planting wheat conservation (93 & 94 year)

Crop type	Year	Minimum crop residue (%)	Dry weight of crop residue (Kg.h ⁻¹)
Wheat	93	30	2500
	94	30	2500
Corn-Second cultivation	93	30	4500
	94	30	5300
Berseem clover	93	50	2300
	94	50	2350

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2. Some physical and chemical properties of experimental soil

pH	EC (ds/m)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	O.C (%)	TN (%)	Texture
8.3	1.64	125	6.86	38	29	33	0.72	0.076	C.L

رسوب زلنی، جذب آب، حجم نان، رطوبت و غلظت پروتئین دانه بر پایه روش‌های مرسوم (Mehrvan, 2015) ارزیابی شد.

به‌منظور تجزیه داده‌ها شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و محاسبه همبستگی‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 و Genstat, Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

بر پایه آمار هواشناسی دو ساله، در خردادماه و تیرماه سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ هیچ‌گونه بارندگی وجود نداشته است و آزمایش تنش در هر دو سال تحت تأثیر بارندگی قرار نگرفته است (Anonymous, 2015).

عملکرد کمی

تنش خشکی در مدیریت خاک‌ورزی مرسوم، در دو سال آزمایش بر صفات عملکرد دانه و شمار دانه در سنبله و توالی زراعی تنها در سال دوم بر صفات عملکرد دانه، شمار دانه در سنبله و عملکرد زیست‌توده تأثیر معنی‌دار داشتند (جدول ۳).

صفات مورد بررسی

عملکرد

برای اندازه‌گیری عملکرد محصول گندم پارسی، از هر کرت چهار نمونه تصادفی توسط یک چارچوب (کوادرات) ۱ مترمربعی (با ابعاد ۱*۱ متر) تعیین و برداشت شد و عملکرد در واحد سطح محاسبه شد. افزون بر عملکرد دانه گندم در نمونه‌های مورد نظر در طول دو سال مورد آزمایش، شمار سنبله در مترمربع، شمار دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد زیست‌توده (بیوماس) و شاخص برداشت نیز محاسبه شد.

کیفیت دانه

پس از گذشت حدود سه ماه از برداشت گندم، نمونه‌های دست‌کم ۵۰ گرمی که دوباره به‌صورت دستی به‌کلی خالص‌سازی شد، از هر کرت تهیه و برای بررسی و انجام آزمایش‌های کیفی به آزمایشگاه بیوشیمی غلات بخش تحقیقات غلات ارسال شد که در آزمایشگاه مربوطه صفات شاخص گلوتن، گلوتن مرطوب، شاخص سختی دانه، ارتفاع رسوب، ارتفاع

جدول ۳. تجزیه واریانس برخی صفات کمی گندم پارسی تحت تأثیر تیمارهای توالی زراعی و سطوح آبیاری در مدیریت خاک‌ورزی مرسوم (۹۳ و ۹۴)

Table 3. Analysis of variance of some quantitative characters of Parsi wheat in crop sequence treatments and irrigation regimes on the conventional management (93&94 year)

Sources of variation	Year	Degrees of freedom	Number of spikes per square meter	Number of grains per spike	Thousand grain weight (gr)	Grain yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Thousand grain weight (gr)
Replication (Block)	93	3	41582 ^{ns}	370 ^{ns}	293 ^{ns}	5339983 ^{ns}	193705168 ^{ns}	293 ^{ns}
	94	3	56316 ^{ns}	122 ^{ns}	47 ^{ns}	2499981 ^{ns}	97087034 ^{ns}	47 ^{ns}
Crop sequence	93	5	83520 ^{ns}	409 ^{ns}	373 ^{ns}	5903747 ^{ns}	72808533 ^{ns}	373 ^{ns}
	94	1	88075 ^{ns}	176 [*]	10 ^{ns}	3604119 [*]	129665973 [*]	10 ^{ns}
Irrigation regime	93	1	3164 ^{ns}	277 [*]	141 ^{ns}	3993162 [*]	5550 ^{ns}	141 ^{ns}
	94	1	1041 ^{ns}	464 ^{**}	210 [*]	9476623 ^{**}	25845744 ^{ns}	210 [*]
Irrigation regime*Crop sequence	93	5	134144 ^{ns}	278 ^{ns}	335 ^{ns}	4007476 ^{ns}	95287895 [*]	335 ^{ns}
	94	1	2664 ^{ns}	34 ^{ns}	11 ^{ns}	698338 ^{ns}	8316712 ^{ns}	11 ^{ns}
Error	93	33	394236	1276	2950	18375850	240698578	2950
	94	9	169865	159	263	3252603	196293611	263
Coefficient of variation	93	--	7.0	9.1	6.3	9.1	19.1	6.3
	94	--	8.0	8.5	5.2	8.5	10.7	5.2

ns, **, * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels, and non significant, respectively.

گندم آبی در مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی کاهش می‌یابد، همخوانی دارد. با اینکه انتظار می‌رفت زمین محل نظام خاک‌ورزی حفاظتی در سال دوم با وجود پسماند گیاهی مناسب، بدون شخم برگردان و همچنین بالاتر بودن میزان مواد آلی (بر پایه آزمایش‌های خاک)، بتواند رطوبت بیشتری را برای گندم فراهم کند ولی این‌گونه نشد. عمده کاهش تولید با توجه به آزمایش‌های خاک، مربوط به ساختمان نامناسب خاک در زمین محل نظام خاک‌ورزی حفاظتی در نتیجه ایجاد لایه سخت و فشرده خاک (به‌ویژه در برداشت ذرت) است که به نظر می‌رسد این موضوع سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شود حتی اگر دیگر شاخص‌های خاک هم در شرایط مطلوبی باشند، اما در زمین محل نظام خاک‌ورزی مرسوم لایه سخت به وجود آمده، سالانه در نتیجه شخم از بین می‌رود لذا مزارع مرسوم از حیث این موضوع مشکلی نخواهند داشت. برخی محققان گزارش دادند که مواردی از تأثیر منفی اعمال بلندمدت بدون خاک‌ورزی در افزایش مقاومت نفوذپذیری خاک و افزایش وزن مخصوص خاک مشاهده کرده‌اند (Pierce *et al.*, 1994)، همچنین فشردگی لایه زیرین خاک باعث کاهش عملکرد دانه و کاهش گندم در نظام بدون شخم شد (Ossible *et al.*, 1992).

اگرچه مدیریت حفاظتی در سال اول توانست در مجموع از تأثیر منفی تنش خشکی بر گیاه محصول بکاهد به‌گونه‌ای که تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه در تنش خشکی و آبیاری معمول مشاهده نشد اما کاهش شایان توجه عملکرد دانه گندم پارسی در مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی به میزان ۲۹ درصد در سال اول و ۳۹ درصد در سال دوم نسبت به مدیریت خاک‌ورزی مرسوم جای تأمل داشته و باید مورد توجه قرار گیرد (شکل ۱).

اثرگذاری توالی زراعی در مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی در سال اول با اطمینان ۹۵ درصد در صفات عملکرد دانه و شمار دانه در سنبله و در سال دوم بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار گزارش شد. بیشترین عملکرد و شمار دانه در سنبله در مدیریت حفاظتی مربوط به توالی T3 با عملکرد ۴۰۸۹ کیلوگرم در هکتار

تنش خشکی پایان فصل در مدیریت خاک‌ورزی مرسوم در طول دو سال زراعی سبب کاهش ۱۸ درصدی عملکرد دانه گندم شد که از نظر آماری معنی‌دار گزارش شد. همچنین تنش خشکی در مدیریت مرسوم، بر شمار دانه در سنبله در دو سال زراعی و بر وزن هزاردانه در سال زراعی دوم تأثیر معنی‌داری داشت و سبب کاهش شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه شد. دلایل مهم کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد گیاهان در زمان تنش خشکی می‌تواند به این دلیل باشد که در هنگام بروز تنش، میزان مواد نورساختی (فتوسنتزی) تولیدشده توسط برگ‌ها کاهش‌یافته، چون انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشاری است که در فرآیند تنش کم‌آبی پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در قابلیت آماس تورگر نیز از انتقال مواد نورساختی و درنهایت از میزان آسیمیلات ذخیره‌ها می‌کاهد (Tabatabae *et al.*, 1390). کاهش شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه در نتیجه تنش خشکی توسط محققان خارجی چندی و برخی محققان کشورمان گزارش شده است (Karimzade *et al.*, 2012).

در مدیریت حفاظتی تأثیر رژیم آبیاری تنها در سال دوم بر صفات عملکرد، وزن هزاردانه و شمار دانه در سنبله و اثرگذاری توالی زراعی در سال اول بر عملکرد دانه و در سال دوم بر شاخص برداشت معنی‌دار گزارش شد (جدول ۴). تنش خشکی پایان فصل در مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی در سال اول اگرچه سبب کاهش ۸ درصدی عملکرد دانه گندم شد اما از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشته ولی در سال دوم سبب کاهش شدید عملکرد دانه به میزان ۴۳ درصد شد که این کاهش به دلیل اختلاف معنی‌دار شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه ایجاد شده است. تنش خشکی سبب افت تولید مواد نورساختی و کاهش شمار گلچه‌های بارور شده و مدت‌زمان پر شدن دانه در نتیجه تنش خشکی پایان فصل، کوتاه‌تر شده و در نتیجه وزن هزاردانه گندم کاهش پیدا می‌کند. این نتیجه با یافته Fischer (2007) که گزارش داد، اگر تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی یا کمی پیش از آن رخ دهد، شمار دانه در سنبله و درنهایت عملکرد

ذرت علوفه‌ای) به دلیل وجود گیاه لگومینه شبدر برسیم و کلزا است. شبدر به دلیل تثبیت نیتروژن از راه همزیستی، افزون بر تأثیر سودمند بر ساختمان خاک، بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان پس از خود تأثیر سودمند داشته و کلزا نیز به واسطه وجود شبکه ریشه-ای متفاوت و شکستن چرخه برخی بیماری‌های غلات، عملکرد دانه گندم را افزایش می‌دهد.

بود که با دیگر توالی‌ها تفاوت معنی‌دار داشت و کمترین عملکرد به توالی T6 با عملکرد ۲۵۹۹ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که با تناوب‌های T1، T2، T4 و T5 تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). افزایش عملکرد نیز به دلیل افزایش شمار گلچه بارور و در نتیجه بالاتر بودن شمار دانه در سنبله رخ داده بود. عملکرد بالای تناوب T3 (گندم - شبدر برسیم - کلزا -

جدول ۴. تجزیه واریانس برخی صفات کمی گندم پارسا تحت تأثیر تیمارهای توالی زراعی و سطوح آبیاری در مدیریت خاک‌ورزی

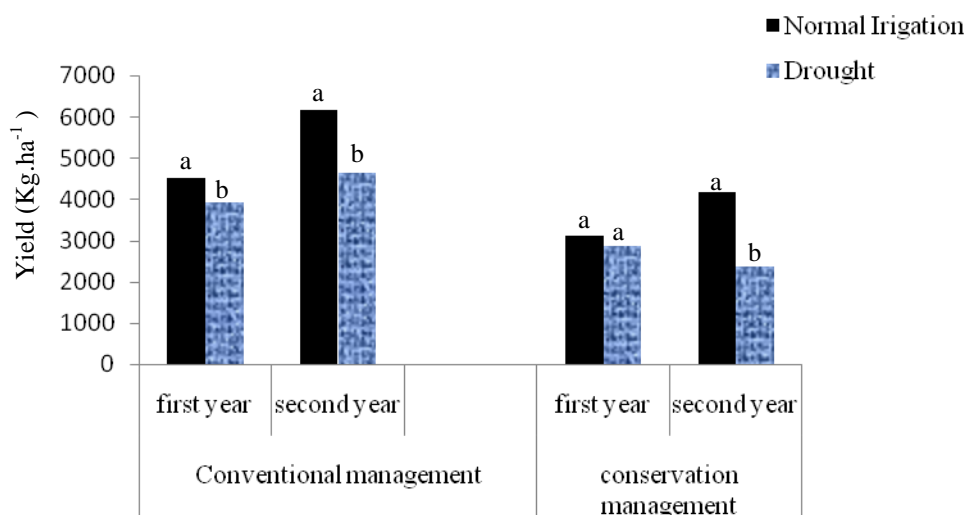
حفاظتی (۹۳ و ۹۴)

Table 4. Analysis of variance of some quantitative characters of Parsi wheat in crop sequence treatments and irrigation regimes on the conservational management (93&94 year)

Sources of variation	Year	Degrees of freedom	Number of spikes per square meter	Number of grains per spike	Thousand grain weight (gr)	Grain yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Harvest Index (%)
Replication (Block)	93	3	23459 ^{ns}	571.54 ^{ns}	43.88 ^{ns}	8230143 ^{ns}	15719303 ^{ns}	405.7 ^{ns}
	94	3	28835 ^{ns}	248.3 ^{ns}	57.02 ^{ns}	3878992 ^{ns}	28794422 ^{ns}	35.50 ^{ns}
Crop sequence	93	5	90489 ^{ns}	902.39 [*]	660.53 ^{ns}	12994474 [*]	45120101 ^{ns}	1026.4 ^{ns}
	94	1	36223 ^{ns}	148.2 ^{ns}	51.27 ^{ns}	2314992 ^{ns}	91946 ^{ns}	147.90 [*]
Irrigation regime	93	1	15027 ^{ns}	58.47 ^{ns}	35.45 ^{ns}	841985 ^{ns}	1146809 ^{ns}	11.7 ^{ns}
	94	1	21072 ^{ns}	813.5 [*]	345.59 [*]	12711430 [*]	9273007 ^{ns}	16.35 ^{ns}
Irrigation regime * Crop sequence	93	5	35848 ^{ns}	86.71 ^{ns}	339.71 ^{ns}	1248580 ^{ns}	31956729 ^{ns}	147.3 ^{ns}
	94	1	8751 ^{ns}	142.6 ^{ns}	57.30 ^{ns}	2227946 ^{ns}	5036 ^{ns}	1.43 ^{ns}
Error	93	33	492832	1972.17	2305.58	28399187.	393984131	3988.8
	94	9	143777	1077.3	394.81	16832843	144148179	241.92
Coefficient of variation	93	--	4.9	16.0	3.2	16	5.7	12.4
	94	--	6.7	17.4	6.2	17.4	6.8	4.6

ns, **, * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels, and non significant, respectively.



شکل ۱. مقایسه عملکرد دانه گندم پارسا در شرایط تنش خشکی و آبیاری معمول در مدیریت مرسوم و حفاظتی ستون‌های دارای حرف‌های مشترک در هر سال، در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 1. Comparison of Parsi wheat grain yield under drought stress and normal irrigation in conventional management and conservation

Columns of joint letters each year, the differences are not significant at 5% probability level.

جدول ۵. مقایسه میانگین برخی صفات کمی گندم رقم پارسی تحت مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی در دو سال

Table 5. Comparison of mean quantitative traits of Parsi wheat under conservation management in two years

Year	Treatments	Number of spikes per square meter	Number grains per spike	Thousand grain weight (gr)	Yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Harvest Index (%)
		Conservation	Conservation	Conservation	Conservation	Conservation	Conservation
93	Normal irrigation	540a	26a	36a	3122a	11774a	27a
	Drought	505a	24a	34a	2857a	11425a	26a
94	Normal irrigation	768a	33a	40a	4165a	11030a	36a
	Drought	695a	19b	31b	2383b	11792a	38a
Crop sequence							
93	T1	599a	23b	39a	2697b	12460a	22a
	T2	489a	26b	35a	3130b	12621a	25a
	T3	497a	34a	35a	4089a	12097a	36a
	T4	479a	22b	31a	2675b	11008a	26a
	T5	521a	23b	30a	2748b	9798a	28a
	T6	556a	22b	40a	2599b	11734a	23a
94	T1	779a	29a	37a	3654a	11449a	40a
	T6	684a	23a	33a	2894a	11373a	34b

میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون و سال، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column & year, means which followed by similar letter(s) are not significantly different.

خاک‌ورزی حفاظتی ندارد. رویکردهای مدیریتی خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی تفاوت‌های بنیادین داشته که در نتیجه وجود همین تفاوت‌ها نمی‌توان نه اقدام به مقایسه جزئی (جزء به جزء) آن‌ها کرد و نه اینکه از درون نتایج استخراج‌شده برای هر یک از این دو رویکرد مدیریتی متفاوت توصیه مشترکی را ارائه داد. بنابراین معیارها و موازین مربوط به هر یک از مدیریت‌های خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی بایستی به‌طور اختصاصی ارائه داده شود. تحقیقات انجام‌شده توسط پژوهشگران، افزایش پایداری تولید و بهبود وضعیت خاک در تناوب‌های زراعی مبتنی بر بقولات را تأیید کرده‌اند (Stevenson & Kessel, 1996).

اما در مدیریت مرسوم در سال اول هیچ‌یک از توالی‌های موجود نتوانست بر دیگری برتری یابد ولی در سال دوم توالی گندم- ذرت علوفه‌ای- گندم- ذرت علوفه‌ای با عملکرد ۵۸۷۳ کیلوگرم/هکتار نسبت به توالی گندم- شبدر- گندم- ذرت علوفه‌ای با عملکرد ۴۹۲۴ کیلوگرم/هکتار، برتری معنی‌داری داشت (جدول ۶). لذا در مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی توالی T3 و در مدیریت مرسوم توالی T1 در مجموع دو سال بیشترین عملکرد را داشتند.

این موضوع بیانگر وجود استانداردهای متفاوت هر توالی در این خاک‌ورزی‌ها است و توالی دارای عملکرد بالا در خاک‌ورزی مرسوم همین برتری را در

جدول ۶. مقایسه میانگین برخی صفات کمی گندم رقم پارسی با مدیریت خاک‌ورزی مرسوم در دو سال

Table 6. Mean comparison of quantitative traits of Parsi wheat under conventional management in two years

Year	Treatments	Number of spikes per square meter	Number grains per spike	Thousand grain weight (gr)	Yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Harvest index (%)
		Conventional	Conventional	Conventional	Conventional	Conventional	Conventional
93	Normal irrigation	492a	38a	47a	4507a	12118a	38a
	Drought	475a	33b	43a	3931b	12140a	34a
94	Normal irrigation	848a	43a	42a	6168a	13980a	39a
	Drought	865a	32b	35b	4629b	12709a	35a
Crop sequence							
93	T1	541a	40a	47a	4822a	12615a	38a
	T2	480a	33a	48a	3914a	11210a	37a
	T3	494a	33a	47a	3951a	9798a	41a
	T4	444a	37a	46a	4278a	13000a	34a
	T5	522a	37a	41a	4492a	13258a	35a
	T6	421a	32a	42a	3857a	12823a	32a
94	T1	782a	41a	38a	5873a	11922a	11922a
	T6	931a	34b	39a	4924b	14768b	14768b

میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون و سال، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column & year, means which followed by similar letter(s) are not significantly different.

خاک‌ورزی در سال اول بر شاخص گلوتن و گلوتن مرطوب و در سال دوم بر ارتفاع رسوب و گلوتن مرطوب اثر معنی‌دار آماری داشت به طوری که شاخص گلوتن در خاک‌ورزی مرسوم ۳۲ درصد بیشتر از خاک‌ورزی حفاظتی بود اما گلوتن مرطوب گندم در خاک‌ورزی مرسوم در مقایسه با حفاظتی ۱۲ درصد کمتر بود.

در زمینه اثرگذاری دو و سه سوبه باید عنوان داشت که در سال اول اثرگذاری دو سوبه خاک‌ورزی بر سطوح آبیاری تنها بر گلوتن مرطوب دانه گندم معنی‌دار بود که تیمار دارای خاک‌ورزی مرسوم در شرایط آبیاری معمول دارای گلوتن مرطوب بالاتری نسبت به دیگر تیمارها بود که به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری معمول و بدون پسماند گیاهی (مدیریت مرسوم)، کود نیتروژنه مصرفی در افزایش میزان گلوتن دانه مؤثرتر واقع شده است. محققان در بررسی روی الگوهای خاک‌ورزی و اثر بلندمدت آن بر کیفیت دانه گندم نشان دادند، صفات کیفی مانند رسوب زلنی تحت تأثیر معنی‌دار الگوهای خاک‌ورزی قرار داشته و در این الگوها وجود خاکپوش (مالچ) پسماند گیاهان درون تناوب بر صفات کیفی مؤثر است (Tang *et al.*, 2013)، که با نتایج این بررسی همخوانی دارد. همچنین تأثیر همزمان تناوب زراعی و آب آبیاری بر غلظت پروتئین و محتوای گلوتن توسط چندین محقق و در پژوهش‌های چندی گزارش شده است (Zahan & Zahan, 1989; Domuta *et al.*, 2005, 2007; Domuta *et al.*, 2008; Domuta *et al.*, 2009).

شهبازیان و اله‌دادی در نتایج بررسی‌های خود بیان کردند، عملکرد گندم در تناوب با شیدر افزایش یافت (Shahbazian & Allahdadi, 2004). برخی محققان نیز بر این باورند که ورود دانه‌های روغنی غیر تثبیت‌کننده نیتروژن مانند کلزا و آفتابگردان در تناوب با گندم می‌تواند، تأثیر مثبت و سودمندی بر عملکرد گندم داشته باشد (Janzen *et al.*, 2003). شماری از پژوهشگران در نتایج بررسی تناوب‌های کلزا بهاره- جو بهاره- گندم زمستانه، گندم زمستانه- کلزا بهاره و کشت مداوم گندم زمستانه، گزارش کردند، بیشترین شمار ساقه بارور، بیشترین ضریب باروری پنجه‌ها و بیشترین ارتفاع بوته از تناوب گندم- کلزا و کمترین آن‌ها از کشت مداوم گندم به دست آمد (Seibutis *et al.*, 2009). همچنین بیشترین شمار دانه در سنبله نیز از تیمار گندم- کلزا به دست آمد. در نهایت این نتیجه با نتایج آزمایشی که عملکرد گندم زمستانه در کشت مداوم، ۳۰/۷ درصد کاهش یافت، همخوانی دارد (Sartori *et al.*, 2005).

کیفیت

تنش خشکی پایان فصل و توالی زراعی بر هیچ‌یک از صفات کیفی شاخص گلوتن، گلوتن مرطوب، شاخص سختی دانه، ارتفاع رسوب، ارتفاع رسوب زلنی، جذب آب، حجم نان، رطوبت دانه و میزان پروتئین دانه در طول دو سال زراعی ۹۲-۹۳ و ۹۳-۹۴ تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۷). از سوی دیگر نوع

جدول ۷. تجزیه واریانس برخی صفات کیفی گندم پرسی تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی، توالی زراعی و رژیم آبیاری (۹۳ و ۹۴)

Table 7. Analysis of variance of some qualitative characters in Parsi wheat under the influence type of tillage treatment, crop sequence and irrigation regimes (93)

Sources of variants	Degrees of freedom	Grain protein content	Wet gluten	SDS sedimentation volume	Hardness index	Gluten index	Zeleny sedimentation volume
Replication (Block)	3	0.41291 ^{**}	44.07 ^{ns}	14.988 ^{ns}	12.480 ^{ns}	1853 ^{ns}	5.8909 ^{**}
Tillage(A)	1	0.87522 ^{ns}	153.66 ^{**}	20.794 ^{ns}	2.136 ^{ns}	3202 [†]	7.4277 ^{ns}
Crop sequence(B)	5	0.37911 ^{ns}	43.625 ^{ns}	140.45 ^{ns}	4.521 ^{ns}	2541 ^{ns}	3.6737 ^{ns}
Irrigation regime(C)	1	0.00006 ^{ns}	2.88 ^{ns}	0.353 ^{ns}	0.007 ^{ns}	73.6 ^{ns}	0.1185 ^{ns}
AB	5	0.29213 ^{ns}	1.23 [†]	11.668 ^{ns}	9.880 ^{ns}	998 ^{ns}	5.9519 ^{ns}
AC	1	0.00050 ^{ns}	27.42 ^{ns}	2.424 ^{ns}	0.971 ^{ns}	1253 ^{ns}	0.0031 ^{ns}
BC	5	0.32422 ^{ns}	2.51 ^{ns}	22.914 ^{ns}	20.070 ^{ns}	2490 ^{ns}	3.3507 ^{ns}
ABC	5	0.31990 ^{ns}	18.30 ^{ns}	1.592 ^{ns}	2.749 ^{ns}	1570 ^{ns}	1.6675 ^{ns}
Error	65	5.10750	437.113	2379.38	189.811	24758	48.4674
Coefficient of variation	--	1.05	1.05	3.07	3.3	17.1	2.6

*, **, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels, and non significant, respectively.

نتیجه‌گیری کلی

جوانه‌زنی و رشد اولیه ریشه و در نتیجه گیاه با مشکل روبه‌رو شده و در نهایت سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. در پایان نیز توالی گندم- شبر- کلزا- گندم برای کشت مستقیم حفاظتی با اعمال تنش خشکی پایان فصل در اقلیم سرد معتدل نتایج خوبی را نشان داد. همچنین از اعمال تنش خشکی پایان فصل در مدیریت خاک‌ورزی مرسوم (گندم) منطقه معتدل سرد باید خودداری شود.

حفظ پسماند گیاهی و اعمال روش خاک‌ورزی مناسب در کنار استفاده از توالی زراعی مطلوب، کلید موفقیت مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی با کشت مستقیم در اقلیم معتدل سرد کشور است که می‌تواند تأثیر تنش خشکی پایان فصل را کاهش داده و از افت عملکرد جلوگیری کند و این تنش تأثیری بر کیفیت دانه گندم ندارد. با استمرار این نوع خاک‌ورزی (۳ تا ۶ سال)

REFERENCES

1. Afzaliniya, S., Hoseyni, M., Mollae, K. & Shajari, Sh. (2016). Effect of using different tillage methods on soil properties and wheat yield in cold climate. *Journal of Plant Ecophysiology*, 24, 112-122. (in Farsi)
2. Ahmadi, A., Joudi, M. & Janmohammadi, M. (2009). Late defoliation and wheat yield: Little evidence of post anthesis source limitation. *Field Crops Research*, 113, 90-93. (in Farsi)
3. Akbari Moghaddam, H., Etesam, Gh., Koohkan, R., Rostami, Sh. A. & Keikha, Gh. A. (2002). Effect of moisture stress in different growth stages on grain yield in wheat cultivars. In: *Proceedings of the 7th Iranian Crop Science Congress*, Karaj, Iran. (in Farsi)
4. Ankeny, M. D., Kaspar, T. C. & Prieksat, M. A. (1995). Traffic effect on water infiltration in chisel plow and no-tillage system. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 200-204.
5. Anonymous. (2015). *Agricultural Meteorology*. Administration of meteorology of Karaj. <http://agro.irimo.ir/far/wd/1311>
6. Anonymous. (2014). *Annual agricultural statistics*. Ministry of Agriculture Jihad of Iran. www.maj.ir
7. Anonymous. (2015). Food and Agriculture Organization. *The main principles of conservation agriculture*. From <http://www.fao.org/ag/ca/1b.html>.
8. Asefa, T., Tanner, D. G. & Alan, T. P. B. (2004). Effects of stubble management, tillage and cropping sequence on wheat production in the south-eastern highlands of Ethiopia. *Soil and Tillage Research*, 76, 69-82.
9. Azimzade, M., Kochaki, A. & Bala, M. (2002). Effect of different tillage methods on bulk density, porosity, soil moisture content and yield of wheat under dryland conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 3, 209-225. (in Farsi)
10. Benegas, C. P. (1998). *Effect of no-tillage systems on chemical and physical characteristics of soil in Paraguay*. In: Kokubun, M. (Ed.), *No-Tillage Cultivation of Soybean and Future Research Needs in South America*. (Working Report, vol. 13 JIRCAS). Ministry of Agriculture, Forest and Fishery, Ibaraki, pp, 19-28.
11. Dabney, S. M., Wilson, G. V., Mcgregor, K. C. & Foster, G. R. (2004). History, residue and tillage effects on erosion of loessial soil. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, 47, 767-775.
12. Deng, S. P. & Tabatabai, M. A. (1997). Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. III. Phosphatases and arylsulfatase Biology and Fertility of Soils. *Biology and Fertility of Soils*, 24, 141-146.
13. Domuta, C., Scheau, V., Ciobanu, Gh., Maria Sandor, Violeta Scheau, Cornelia Ciobanu, Alina Samuel, M. Carbutar, Maria Colibas, Ioana Borza, Cr. Domuta, N.C. Sabau, A. Domuta, Camelia Bara, L. Bara, R. Brejea, A. Bunea, Ileana Ardelean, A. & Vuscan, Anuta J. (2009). Irigatiile in Campia Crisurilor 1967-2008. *Editura Universității din Oradea*, ISBN, 978-973-759-878-3, 392.
14. Domuța, C., Bandici, Gh., Ciobanu, Gh., Ciobanu Cornelia, Samuel Alina, N. Csep, Bucurean Elena, Borza Ioana, Sandor Maria, Bunta Gh., Ileana Ardelean, & Domuta, Cr. (2008). Asola mentele in sistemele de agricultur. *Editura Universității din Oradea*. ISBN, 297.
15. Domuța C., Bandici Gh., Ciobanu Gh., N. Csep, Ciobanu Cornelia, Samuel Alina, Bucurean Elena, Sandor Maria, Borza Ioana, Bunta Gh., Ileana Ardelean, & Domuta, Cr. (2007). Asolamentele în Câmpia Crișurilor. *Editura Universității din Oradea*, ISBN, 978-973-759-350-4, 254.
16. Domuța C. (2005). Irrigation of cultures, Ed. *University din Oradea*, Oradea, 330.
17. Chauhan, B. S., Yadav, A. & Malik, R. K. (2002). Zero tillage and its impact on soil properties: a brief review. In: Malik, R.K., Balyan, R.S., Yadav, A., Pahwa, S.K. (Eds.), *Herbicide Resistance Management and Zero Tillage in Rice-Wheat System*, March 4-6, (2002). CCSHAU, Hisar, India, pp. 109-114.

18. Fischer, R. A. (2007). Understanding the physiological basis for yield potential in wheat. *Journal Agricultural Science*, 145, 99-113.
19. Fuentes, J. P., Flury, M. & Bezdicek, D. F. (2004). Hydraulic properties in a silt loam soil under natural prairie, conventional till, and no-till. *Soil Science Society American Journal*, 68, 1679-1688.
20. Gomez-Becerra, H. F., Erdem, H., Yazici, A., Tutus, Y., Torun, B., Ozturk, L. & Cakmak, I. (2010). Grain concentrations of protein and mineral nutrients in a large collection of spelt wheat grown under different environments. *Journal of Cereal Science*, 52, 342-349.
21. Gorgi, M. (2014). Erosion crisis Iran devours. Science news agency(SINA), 7, 1 .(in Farsi)
22. Hajabbasi, M. A. & Hemmat, A. (2000). Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clayloam soil in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 56, 205-212. (in Farsi)
23. Karimzade, H., Emam, Y. & Moori, S. (2014). Terminal drought stress on yield, yield components and canopy temperature of wheat bread. *Journal of Plant Process and Function*, 1(1), 38-56.
24. Janzen, H. H., Beauchemin, K. A., Bruinsma, Y., Campbell, C. A., Desjardins, R. L., Ellert, B. H. & Smith, E. G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 67, 85-102.
25. Lance, G. & Garren, B. (2002). Origin, History, and Uses of Oat (*Avena sativa*) and Wheat (*Triticum aestivum*). From: http://agron-www.agron.iastate.edu/Courses/agron212/Readings/Oat_wheat_history.htm.
26. Mehrvar, M. (2015). *Comparison of wheat-based sequential cropping systems under conventional and conservation agricultural managements*. (Final Research Report 2-03-03-88021). Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research, Education & Extension Organization. 65-71.
27. Morris, C. F., Li, S., King, G. E., Engle, D. A., Burns, J. W. & Ross, A. S. (2009). A comprehensive genotype and environment assessment of wheat grain ash content in Oregon and Washington: analysis of variation. *Cereal Chemistry*, 86, 307-312.
28. Morris, N. L., Miller, P. C. H., Orson, J. H. & Froud-Williams, R. J. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. *Soil and Tillage Research*, 108, 1-15.
29. Ossible, M., Crooks, R. K. & Larson, W. E. (1992). Sub surface compaction reduces the root and shoot growth grain yield of wheat. *Agronomy Journal*, 84, 34-38.
30. Paris, P. & Gavazzi, C. (1972). The ash content of durum wheat in Northern Italy. *Food Science Technology Abstracts Tecnica Molitoria*, 23, 709-728.
31. Peltonen, J. & Virtanen, A. (1994). Effect of nitrogen fertilization on the physicochemical and unctional properties of bread wheat. *Cereal Chemistry*, 62, 427-430.
32. Pierce, F. J., Fortin, M. C. & Staton, M. J. (1994). Periodic plowing effects on soil properties in a no-till farming system. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 1782-1787.
33. Safari, A., Asouadar, M., Ghaseminegad, M. & Abdali, A. (2013). Effect of Residue Management, Different Conservation Tillage and Seeding on Soil Physical Properties and Wheat Grain Yield. *Journal of sustainable agricultural and production*, 4(3), 49-59. (in Farsi)
34. Sandor, F. (2015). *Complex analysis of the conventional and reduced tillage systems of maize*. Ph.D. Thesis. University of debrecen kalman Kerpely Doctoral School, Hungary.
35. Sanford, J., Eddleman, B. & Hariston, Y. (1986). Evaluating ten cropping alternative for the mid-south. *Agronomy Journal*, 78, 875-880.
36. Sarah, R. (2011). Property of SFU Soil Science Lab. Direct Estimation of Organic Matter by Loss on Ignition: Methods, 1-5.
37. Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M. & Oliviero, G. (2005). Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. *Biosystem Engineering*, 91, 245-256.
38. Seed and Plant Improvement Institute. (2016). <http://www.spii.ir/spSPII/default.aspx?page=Document & app =Documents & docId =11702& docParId=11470>
39. Shahbazian, N. & Allahdadi, A. (2007). Winter wheat yield response to pre-planting and manure application in Qazvin. *Journal of Agricultural Sciences*, 1(30), 125-1350. (in Farsi)
40. Singh, Y., Singh, V. P., Singh, G., Yadav, D. S., Sinha, R. K. P., Johnson, D. E. & Mortime, A. M. (2011). The implications of land preparation, crop establishment method and weed management on rice yield variation in the rice-wheat system in the Indo-Gangetic plains. *Field Crops Research*, 121, 64-74.
41. Seibutis, W., Deveikytė, I. & Feiza, V. (2009). Effects of short crop rotation and soil tillage on winter wheat development in central Lithuania. *Agronomy Research*, 7, 471-476.
42. Stevenson, F. C. & Kessel, C. V. (1996). The nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea to succeeding crops. *Canadian Journal of Plant Science*, 76, 735-745.
43. Tabatabae, S. A., Gasemi, A. & Shakeri, A. (2011). Effects of water stress on yield, yield components and oil content of canola cultivars. *Journal of Crop Physiology*, 3(12), 41-53.

44. Tullberg, J. (2010). Tillage, traffic and sustainability-a challenge for ISTRO. *Soil and Tillage Research*, 111(1), 26-32.
45. Zahan, P. & Zahan, R. (1989). Cercetari privind acumularea biomasei vegetale radiculare și calitatea recoltei obținute, subinfluența plantei premergătoare și a fertilizării la graul cultivat pe soluri podzolice cu exces temporar de umiditate din Campia de Vest a țării (II). *Probleme de Agrofitehnie Teoretică și Aplicată*, 1(5), 237-240, 300.