

## اثر دو روش کشت کم‌خاک‌ورزی و مرسوم بر نیتروژن و آب مصرفی گندم

عبدالحسین ضیائی<sup>1</sup>، فرهاد مشیری و غلامرضا زارعیان

دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛  
ziaecian@yahoo.com

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ Fa.moshiri@yahoo.com

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛  
zareian48@yahoo.com

دریافت: 97/3/28 و پذیرش: 97/10/10

### چکیده

به منظور بررسی اثر سامانه‌های کشت مرسوم و کم‌خاک‌ورزی بر میزان نیتروژن و آب مصرفی گندم، با استفاده از طرح بلوک‌های نواری خرد شده و دو سیستم آبیاری بارانی تک شاخه، اثرهای چهار سطح صفر، 90، 135 و 180 کیلوگرم نیتروژن و چهار میزان 4610، 4240، 3850 و 3395 متر مکعب آب در هر هکتار در این دو سامانه کشت بررسی گردید. نتایج نشان داد که در هر دو سامانه، با کاهش آب مصرفی تعداد خوشه در واحد سطح، عملکرد دانه و جذب نیتروژن بطور معنی‌داری کاهش یافت. در کشت مرسوم، با کاربرد نیتروژن تا سطح 180 کیلوگرم در هکتار، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و جذب نیتروژن افزایش یافت. اما در کم‌خاک‌ورزی، مقادیر این پارامترها با افزایش نیتروژن تا 135 کیلوگرم در هکتار افزایش و در سطح 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که مقادیر پارامترهای مطالعه شده در خاک‌ورزی مرسوم بالاتر از سامانه کم‌خاک‌ورزی بود، اما بجز تعداد خوشه در واحد سطح و میزان پروتئین دانه، تفاوت معنی‌داری بین دو سامانه خاک‌ورزی وجود نداشت. بالاترین کارایی مصرف آب (1/85 کیلوگرم دانه بازاء هر متر مکعب آب) در هر دو سامانه کشت، از کاربرد توأم 135 کیلوگرم نیتروژن و 3850 متر مکعب آب در هر هکتار به دست آمد اما بیشترین عملکرد دانه در خاک‌ورزی مرسوم (8226 کیلوگرم در هکتار) از کاربرد 4610 متر مکعب آب و 180 کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار با کارایی مصرف آب 1/79 کیلوگرم دانه به‌ازاء هر متر مکعب آب و در سامانه کم‌خاک‌ورزی بیشترین عملکرد دانه (8378 کیلوگرم در هکتار) از مصرف توأم 3850 متر مکعب آب و 135 کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار با کارایی مصرف آب 1/85 کیلوگرم دانه به‌ازاء هر متر مکعب آب به دست آمد. به عبارت دیگر، در سامانه کشت کم‌خاک‌ورزی، با مصرف آب و نیتروژن کمتر، عملکردی معادل خاک‌ورزی مرسوم به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، سیستم آبیاری بارانی تک شاخه، کارایی مصرف آب

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

(2010) بر روی ذرت نیز نشان داد که افزایش نیتروژن مصرفی راهکار مناسبی برای جبران کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب نیست. یکی از روش‌های مناسب و متداول در جهت مطالعه کارایی مصرف آب، استفاده از روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای می‌باشد. در این زمینه هنکس و همکاران (1976) روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای برای ایجاد رژیم‌های مختلف رطوبتی در شرایط آزمایشات مزرعه‌ای را پیشنهاد داده که به دلیل دقت و سهولت مورد توجه قرار گرفته است. در ایران، در بیشتر موارد، توصیه‌های زراعی در شرایط مطلوب آب آبیاری و عملیات خاک‌ورزی مرسوم صورت گرفته است اما با توسعه سامانه‌های مختلف کشت و بخصوص خشکسالی‌های اخیر، لازم بود اطلاعات بیشتری در رابطه با مدیریت نیتروژن و آب، بخصوص در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی به دست آید.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های 93-1392، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان در استان فارس بر روی یک خاک Fine, carbonatic, termic, Typic Haploxerepts اجرا گردید. در این تحقیق با استفاده از طرح بلوک‌های نواری خرد شده و تعیبه دو سیستم آبیاری بارانی تک شاخه، اثرهای اصلی و برهمکنش چهار سطح صفر، 90، 135 و 180 کیلوگرم نیتروژن خالص (به ترتیب N180, N0, N90, N135)، از منبع اوره و چهار میزان 4610، 4240، 3850 و 3395 مترمکعب آب مصرفی در هر هکتار (به ترتیب I1, I2, I3, I4)، در دو سامانه کشت کم خاک‌ورزی و کشت مرسوم بر روی گندم رقم پیشتاز بررسی گردید. انتخاب تیمارها بر اساس نتایج آزمایشات قبلی، که در آن‌ها تیمارهای 135 کیلوگرم نیتروژن خالص و 7000 مترمکعب آب در هر هکتار مقادیر بهینه بودند، صورت گرفت. خاک مورد آزمایش بدون محدودیت شوری با کربن آلی کم بود اسیدیته آب مورد استفاده قلیایی و کیفیت آب برای استفاده در سیستم آبیاری بارانی مناسب بود (ملکوتی و غیبی، 1379). با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر FC و PWP در عمق 0-30 سانتیمتری خاک، به ترتیب 21 و 11 درصد بود. از آنجایی که میزان آب قابل استفاده خاک از اختلاف رطوبت خاک حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم (PWP - Fc) محاسبه می‌شود، مقدار آب قابل استفاده 10 درصد بود. از طرف دیگر، با توجه به دور ثابت آبیاری و میزان تبخیر متفاوت در دوره‌های مختلف رشد گندم، مقدار رطوبت خاک سطحی (عمق 0-30 سانتیمتری) در زمان آبیاری بین 14 تا 17 درصد متغیر بود (جداول یک و دو).

نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در تولیدات کشاورزی از جمله گندم است. کاربرد این عنصر موجب گسترش و حجیم شدن ریشه‌ها و جذب بیشتر رطوبت از خاک می‌شود. علاوه بر آن افزایش نیتروژن باعث تسریع رشد سبزینه‌ای، افزایش حجم بخش هوایی و افزایش تبخیر تعرق گیاه می‌شود (فینی و همکاران، 2015). نیتروژن از طریق افزایش تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه سبب افزایش عملکرد گندم می‌شود (هاتفیلد و پروجر، 2004). ماندیک و همکاران (2015) گزارش دادند که با مصرف بهینه نیتروژن ارتفاع بوته، اجزا عملکرد، کارایی مصرف باران، کارایی زراعی نیتروژن و کارایی مصرف نیتروژن افزایش یافت. کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع عملیات خاک‌ورزی و میزان آب مصرفی است (مالهی و همکاران، 2001). فنگ و همکاران (2014) ضمن بررسی اثرهای عملیات خاک‌ورزی و میزان نیتروژن بر عملکرد ذرت و گندم و میزان کربن آلی و نیتروژن خاک نشان دادند که کم‌خاک‌ورزی موجب تنظیم کربن خاک و بهبود وضعیت نیتروژن می‌گردد.

زارعی و همکاران (1393) در بررسی اثرهای سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی و تنش آبی بر تولید گندم گزارش نمودند که در سامانه کم‌خاک‌ورزی نسبت به کشت مرسوم می‌توان با مصرف آب کمتر، عملکردی معادل خاک‌ورزی مرسوم تولید نمود. معلوم شده است که کارایی استفاده از آب برای محصولات زراعی با اعمال جنبه‌های خاک‌ورزی نظیر سامانه بدون خاک‌ورزی و روش خاک‌ورزی حداقل بیشتر می‌شود و این سامانه‌ها در کاهش فرسایش بالقوه خاک مفیدتر و مؤثرتر هستند (لیمون - اورتگا و همکاران، 2000 و محمدی، 2012). بر اساس مطالعات انجام شده توسط جین و همکاران (2009) معلوم شده است که سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی ضمن حصول عملکرد دانه مناسب موجب کاهش آب مصرفی گیاه تا 15/8 درصد می‌گردد.

تحقیقات انجام شده حاکی از همبستگی بالای مقدار نیتروژن مصرفی با میزان آب موجود است. تحقیقات نشان می‌دهد تنش آبی در مراحل اولیه رشد می‌تواند بر تعداد پنجه‌ها که به‌طور مستقیم مرتبط با تعداد سنبله در واحد سطح می‌باشد، تأثیر بگذارد (زارعی و همکاران، 1393). بر اساس گزارش کلیک و یاگ باسانلار (2010) شرایط خشکسالی بر عملکرد مورفولوژی گندم مانند ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته و وزن هزار دانه گندم تأثیر می‌گذارد. نتایج مطالعات قیصری و همکاران

جدول 1- میانگین نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

بافت	BD (g cm <sup>-3</sup> )	PWP %	FC %	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	K (%)	P (%)	O.C. (%)	T.N.V. (%)	pH	EC dS m <sup>-1</sup>
Si.C.L.L	1/5	11	21	0/66	5/0	7/7	224	8/5	0/60	32/0	8/1	1/31

جدول 2- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مزرعه مورد آزمایش

SAR	مجموع کاتیون‌ها (meq.l <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	مجموع آنیون‌ها (meq.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	pH
0/62	5/0	1/8	2/2	1/0	4/5	1/1	ناچیز	1/1	2/3	0/48	8/0

در این رابطه  $I = \text{ارتفاع (عمق) آب مصرفی (سانتی‌متر)}$ ،  
 $\theta_F = \text{رطوبت وزنی خاک در حالت ظرفیت زراعی (درصد)}$ ،  
 $\theta = \text{رطوبت وزنی موجود در خاک (سانتیمتر)}$ ،  
 $\rho_b = \text{وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)}$  و  $D = \text{عمق مؤثر ریشه (30 سانتیمتر)}$  بود. میزان آب مصرفی بوسیله کنتور کنترل گردید. دور آبیاری 8 روز یکبار بود. در هر نوبت آبیاری، میزان آب مصرفی هر تیمار توسط قوطی‌های جمع‌آوری آب (Catch Can) اندازه‌گیری و در نهایت کل میزان آب جمع‌آوری شده در قوطی‌ها در طول فصل رشد تعیین شد و با توجه به مشخص بودن ابعاد قوطی‌ها، میزان کل آب رسیده به هر کرت مشخص گردید. بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده، میانگین آب مصرفی در تیمارهای مختلف به ترتیب 4610، 4260، 3850 و 3395 متر مکعب بود. علاوه بر این طی ماه‌های رشد گندم (از اول آبان ماه تا پایان اردیبهشت ماه) 285 میلیمتر بارش باریده بود. قبل از برداشت اجزاء عملکرد شامل تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برداشت از دو پشته وسط در سطح 2 متر مربع و با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به صورت کف بر انجام شد و وزن کل و وزن دانه تعیین گردید. در نمونه‌های دانه و کاه و کلش مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری و در نهایت جذب کل این عنصر و میزان پروتئین دانه تعیین گردید (امامی، 1375). کارایی مصرف آب تیمارهای مختلف نیز از تقسیم عملکرد دانه بر میزان آب مصرفی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار SAS محاسبات آماری و با استفاده از آزمون دانکن و آزمون t مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. (در محاسبات آماری اثر سمت لحاظ گردید اما چون اثر آن بر روی بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی دار نبود در جداول آورده نشد).

در سامانه کم‌خاک‌ورزی، عملیات آماده‌سازی زمین با استفاده از دستگاه خاک‌ورز مرکب و در خاک‌ورزی مرسوم، با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک انجام شد. در هر دو سامانه، کشت بذور با استفاده از خطی‌کار انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک (علی‌احیایی و بهبهانی زاده، 1373)، کودهای سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات روی به ترتیب به میزان 200، 50 و 40 کیلوگرم در هکتار قبل از کشت بصورت خاکی مصرف شدند (ملکوتی و غیبی، 1379). در هر سیستم خاک‌ورزی، مقادیر نیتروژن مورد نیاز هر تیمار در سه نوبت 1/3 زمان کاشت، 1/3 مرحله پنجه‌زنی و 1/3 مرحله خوشه رفتن به صورت خاکی مصرف شد. تیمارهای آبیاری نیز با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه و بر مبنای تغییرات میزان آب رسیده به واحد سطح با فاصله گرفتن از آبیاش اعمال شد. برای این منظور عدد آبیاش از نوع مدل Nelson f33 با شعاع پاشش تقریباً 12 متر به فاصله 6 متر از یکدیگر با پایه آبیاش 150 سانتی‌متری بر روی یک خط لوله پلی‌اتیلن 75 میلی‌متری نصب شد. دو آبیاش اول و آخر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. چون شعاع پاشش 12 متر بود 4 تیمار I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub> در فواصل 0-3، 3-6، 6-9 و 9-12 متر از طرفین خط لوله اصلی و عمود بر آن قرار گرفتند. بدین ترتیب هر کرت به عرض 3 متر و طول 3 متر به عنوان یک تیمار در نظر گرفته شد. قبل از شروع آزمایش یکنواختی پاشش آبیاش‌ها امتحان گردید. در هر نوبت آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک در عمق 0-30 سانتیمتری سطح خاک، مقدار آب مورد نیاز در تیمار I<sub>1</sub> یک روز قبل از آبیاری و با استفاده از رابطه [1] محاسبه شد.

$$I = [(\theta_F - \theta) \rho_b \cdot D] / 100$$

جدول 3- تجزیه واریانس مرکب دو ساله کاربرد تیمارهای مختلف بر عملکرد و اجزا عملکرد

بهره‌وری مصرف آب	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در واحد سطح	عملکرد دانه	عملکرد کل	درجات آزادی	منابع تغییر
0/25 <sup>ns</sup>	40 <sup>ns</sup>	198 <sup>ns</sup>	987900 <sup>**</sup>	4221848 <sup>ns</sup>	276115 <sup>ns</sup>	1	خاک‌ورزی
9/33 <sup>**</sup>	3163 <sup>**</sup>	15403 <sup>**</sup>	5380617 <sup>**</sup>	1/3 E +08 <sup>**</sup>	2E +08 <sup>**</sup>	1	سال
0/39 <sup>ns</sup>	925 <sup>**</sup>	100 <sup>ns</sup>	559752 <sup>**</sup>	4740148 <sup>ns</sup>	27744720 <sup>ns</sup>	1	سال × خاک‌ورزی
0/74 <sup>ns</sup>	33 <sup>ns</sup>	70 <sup>ns</sup>	9953 <sup>ns</sup>	12021182 <sup>ns</sup>	43065379 <sup>ns</sup>	8	خطای (سال × خاک‌ورزی)
0/33 <sup>ns</sup>	77 <sup>**</sup>	75 <sup>*</sup>	819657 <sup>**</sup>	70431410 <sup>**</sup>	2/8E +08 <sup>**</sup>	3	تیمارهای آبیاری
0/04 <sup>ns</sup>	11 <sup>ns</sup>	0/9 <sup>ns</sup>	11993 <sup>**</sup>	837105 <sup>ns</sup>	786309 <sup>ns</sup>	3	آبیاری × خاک‌ورزی
1/42 <sup>**</sup>	9 <sup>ns</sup>	16 <sup>ns</sup>	373625 <sup>**</sup>	13470665 <sup>**</sup>	87681147 <sup>**</sup>	3	آبیاری × سال
0/25 <sup>ns</sup>	21 <sup>ns</sup>	9 <sup>ns</sup>	16305 <sup>**</sup>	3007541 <sup>ns</sup>	21887939 <sup>*</sup>	3	آبیاری × خاک‌ورزی × سال
7/65 <sup>**</sup>	22 <sup>ns</sup>	304 <sup>**</sup>	148596 <sup>**</sup>	1/3E +08 <sup>**</sup>	7/1E +08 <sup>**</sup>	3	سطوح نیتروژن
0/22 <sup>ns</sup>	9 <sup>ns</sup>	71 <sup>ns</sup>	22768 <sup>ns</sup>	3550750 <sup>ns</sup>	15222222 <sup>ns</sup>	3	نیتروژن × خاک‌ورزی
0/43 <sup>*</sup>	21 <sup>ns</sup>	2 <sup>ns</sup>	18523 <sup>ns</sup>	8010092 <sup>**</sup>	1/0E +08 <sup>**</sup>	3	نیتروژن × سال
0/15 <sup>ns</sup>	33 <sup>ns</sup>	5 <sup>ns</sup>	26867 <sup>ns</sup>	2525144 <sup>ns</sup>	7171716 <sup>ns</sup>	3	نیتروژن × خاک‌ورزی × سال
0/11 <sup>ns</sup>	6 <sup>ns</sup>	40 <sup>ns</sup>	16219 <sup>**</sup>	3565276 <sup>**</sup>	18809141 <sup>**</sup>	9	سطوح آبیاری × سطوح نیتروژن
0/06 <sup>ns</sup>	7 <sup>ns</sup>	17 <sup>ns</sup>	8800 <sup>ns</sup>	1163128 <sup>ns</sup>	5349320 <sup>ns</sup>	9	آبیاری × نیتروژن × خاک‌ورزی
0/10 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	41 <sup>ns</sup>	182152 <sup>**</sup>	2002285 <sup>ns</sup>	10659032 <sup>**</sup>	9	آبیاری × نیتروژن × سال
0/06 <sup>ns</sup>	5 <sup>ns</sup>	17 <sup>ns</sup>	12944 <sup>*</sup>	1120265 <sup>ns</sup>	4155141 <sup>ns</sup>	9	آبیاری × نیتروژن × خاک‌ورزی × سال
0/07 <sup>ns</sup>	8 <sup>ns</sup>	21 <sup>ns</sup>	5919 <sup>ns</sup>	1070021 <sup>ns</sup>	4295891 <sup>ns</sup>	144	اشتباه
17/0	7/5	14/5	10/1	16/6	13/3		ضریب تغییرات

\* (ns) و \*\* و \* به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌دار بودن در سطح 1% و معنی‌دار بودن در سطح 5% اختلاف بین متغیرهای مربوطه می‌باشد.

جدول 4- تجزیه واریانس کاربرد تیمارهای مختلف بر برخی خصوصیات کیفی

پروتئین دانه	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	درجات آزادی	منابع تغییر
98/8 <sup>**</sup>	12537 <sup>ns</sup>	100 <sup>ns</sup>	14896 <sup>ns</sup>	1	خاک‌ورزی
0/8 <sup>ns</sup>	21901 <sup>ns</sup>	1385 <sup>**</sup>	16117 <sup>ns</sup>	1	سال
1/2 <sup>ns</sup>	2683 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	1953 <sup>ns</sup>	1	خاک‌ورزی × سال
1/8 <sup>ns</sup>	4764 <sup>ns</sup>	124 <sup>ns</sup>	3826 <sup>ns</sup>	8	خطای (خاک‌ورزی × سال)
2/0 <sup>ns</sup>	52936 <sup>**</sup>	762 <sup>**</sup>	25037 <sup>**</sup>	3	تیمارهای آبیاری
2/8 <sup>*</sup>	2032 <sup>ns</sup>	32 <sup>ns</sup>	44 <sup>ns</sup>	3	آبیاری × خاک‌ورزی
0/4 <sup>ns</sup>	2140 <sup>ns</sup>	144 <sup>**</sup>	5396 <sup>**</sup>	3	آبیاری × سال
1/4 <sup>ns</sup>	12179 <sup>*</sup>	14 <sup>ns</sup>	1585 <sup>ns</sup>	3	آبیاری × خاک‌ورزی × سال
0/9 <sup>ns</sup>	3577 <sup>ns</sup>	33 <sup>ns</sup>	1265 <sup>ns</sup>	24	خطای (آبیاری × خاک‌ورزی × سال)
1/9 <sup>ns</sup>	106595 <sup>**</sup>	1111 <sup>**</sup>	55736 <sup>**</sup>	3	سطوح نیتروژن
4/3 <sup>**</sup>	8873 <sup>ns</sup>	9 <sup>ns</sup>	1738 <sup>ns</sup>	3	نیتروژن × خاک‌ورزی
2/1 <sup>*</sup>	12647 <sup>ns</sup>	121 <sup>**</sup>	5923 <sup>**</sup>	3	نیتروژن × سال
1/6 <sup>ns</sup>	1189 <sup>ns</sup>	23 <sup>ns</sup>	750 <sup>ns</sup>	3	نیتروژن × خاک‌ورزی × سال
0/7 <sup>ns</sup>	4948 <sup>ns</sup>	15 <sup>ns</sup>	787 <sup>ns</sup>	24	خطای (نیتروژن × خاک‌ورزی × سال)
1/1 <sup>ns</sup>	6073 <sup>**</sup>	78 <sup>**</sup>	3022 <sup>**</sup>	9	سطوح آبیاری × سطوح نیتروژن
1/6 <sup>ns</sup>	229 <sup>ns</sup>	5 <sup>ns</sup>	555 <sup>ns</sup>	9	آبیاری × نیتروژن × خاک‌ورزی
1/3 <sup>ns</sup>	3007 <sup>ns</sup>	44 <sup>**</sup>	1647 <sup>*</sup>	9	آبیاری × نیتروژن × سال
0/8 <sup>ns</sup>	1640 <sup>ns</sup>	11 <sup>ns</sup>	579 <sup>ns</sup>	9	آبیاری × نیتروژن × خاک‌ورزی × سال
1/0 <sup>ns</sup>	2397 <sup>ns</sup>	18 <sup>ns</sup>	812 <sup>ns</sup>	72	اشتباه
8/9	21/0	15/5	17/0		ضریب تغییرات

\* (ns) و \*\* و \* به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌دار بودن در سطح 1% و معنی‌دار بودن در سطح 5% اختلاف بین متغیرهای مربوطه می‌باشد.

## نتایج و بحث

## نتایج تجزیه واریانس داده‌ها

نتایج نشان داد که دو سامانه کشت تنها تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بر تعداد خوشه در متر مربع و میزان پروتئین دانه داشتند. سطوح مختلف آبیاری نیز تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بر عملکرد کل، عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، وزن هزار دانه و جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم داشتند. سطوح مختلف نیتروژن نیز تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بر عملکرد کل، عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، بهره‌وری مصرف آب و جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم داشتند. کاربرد توام مقادیر مختلف نیتروژن و آب نیز تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بر عملکرد کل، عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع و جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم داشتند.

## اثرات اصلی سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی و مرسوم بر برخی پارامترهای اندازه‌گیری شده

نتایج دو ساله نشان داد که گرچه مقادیر پارامترهای مورد مطالعه در خاک‌ورزی مرسوم بیشتر از کم‌خاک‌ورزی بود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین دو سامانه خاک‌ورزی از لحاظ تعداد دانه در خوشه، عملکرد کل و عملکرد دانه، بهره‌وری مصرف آب و

جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم وجود نداشت و تنها تعداد خوشه در متر مربع و میزان پروتئین دانه در خاک‌ورزی مرسوم با اختلاف معنی‌داری بیشتر از این پارامترها در سامانه کم‌خاک‌ورزی بود. بر اساس گزارش‌های انجام شده توسط صفری و همکاران (1392) کاهش وزن هزار دانه در تیمار خاک‌ورزی را احتمالاً می‌توان به کاهش عملکرد زیستی و در نتیجه کم بودن سطوح فتوسنتز کننده در زمان پر شدن دانه‌ها نسبت داد. همچنین به نظر می‌رسد که کاهش مراحل مختلف نمو گندم در اثر کاهش دمای خاک می‌تواند دلیلی برای کاهش وزن هزار دانه در سامانه بدون خاک‌ورزی باشد. ناکافی بودن ویژگی‌های فیزیکی مؤثر بر انتقال آب در خاک، هوادهی نامناسب برای سامانه ریشه و افزایش علف‌های هرز می‌تواند از علل کاهش عملکرد دانه سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی باشد. کاهش استقرار و رشد اولیه گیاهچه، تأخیر در استقرار و برخورد با گرمای آخر فصل، افزایش تراکم علف‌های هرز و تغییر خصوصیات فیزیکی خاک نیز از عوامل کاهش عملکرد در سامانه خاک‌ورزی گزارش شده است (سپیده‌دم و مرودی، 1394). افزایش میزان پروتئین دانه گندم بهاره تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی متداول توسط ملاح و همکاران (2013) گزارش شده است.

جدول 5- اثرات اصلی دو سامانه مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزا عملکرد دانه

تیمارهای خاک‌ورزی	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد		جذب کل نیتروژن	بهره‌وری مصرف آب	درصد پروتئین دانه
				کل	دانه			
کم‌خاک‌ورزی	688b	31/2 a	37/2 a	15587 a	6132 a	159 a	1/575 a	10/5 b
مرسوم	790a	32/6 a	37/9 a	15640 a	6342 a	176 a	1/524 a	11/9 a

حروف مشابه در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مربوطه در آن پارامتر می‌باشد.

تیمارهای مشابه در دو سامانه کشت وجود نداشت اما آزمون t نشان داد که از لحاظ تعداد خوشه در متر مربع تمامی تیمارهای مشابه آبی در سامانه کشت مرسوم برتر از سامانه کشت کم‌خاک‌ورزی بودند. داده‌ها همچنین نشان دادند که در هر دو سامانه خاک‌ورزی حداکثر جذب نیتروژن و فسفر از کاربرد 9500 متر مکعب آب و کمترین میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کمترین وزن هزار دانه از کاربرد کمترین میزان آب آبیاری (6245 متر مکعب) به دست آمد که از لحاظ آماری با تیمارهای دیگر هر سامانه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول 6). در هر دو سامانه کشت بالاترین تعداد سنبله در متر مربع از

## اثرات اصلی تیمارهای آبیاری بر صفات مورد مطالعه در دو سامانه مختلف کشت

نتایج دو ساله نشان داد که بالاترین عملکرد کل، عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع و تعداد دانه در خوشه در هر دو سامانه کشت مرسوم و کم‌خاک‌ورزی از کاربرد 9500 متر مکعب آب به دست آمد. با انجام آزمون t (در جدول نشان داده نشده است) مشخص شد که از لحاظ عملکرد کل و عملکرد دانه تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای مشابه در دو سامانه کشت وجود نداشت (جدول 6). با انجام آزمون t مشخص شد که از لحاظ تعداد دانه در خوشه تفاوت آماری معنی‌داری بین

### اثرات کاربرد توأم سطوح مختلف آب و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه در دو سامانه مختلف کشت

نتایج دو ساله نشان داد که در خاک‌ورزی مرسوم بیشترین تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و میزان پروتئین دانه (به ترتیب به میزان‌های 947 و 38/3 و 39/3 گرم) به ترتیب از کاربردهای تیمارهای I1N180، I3N180 و I3N90 به دست آمد. در حالی که در کم‌خاک‌ورزی بیشترین این صفات (به ترتیب به میزان‌های 877 و 35 و 40/8 گرم) به ترتیب از کاربرد تیمارهای I1N90، I2N90 و I2N90 به دست آمد (جدول 8). بالاترین میزان کارایی آب در سامانه کشت مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در حالی که به ترتیب از کاربرد تیمارهای I1N180 و I1N135 به دست آمد که با تیمارهای دیگر از جمله I3N135 در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول 8).

در هر دو سامانه کشت اثربخشی نیتروژن در شرایط تنش بشدت کاهش یافت به طوری که در تیمارهای بدون تنش با افزایش نیتروژن تا 180 کیلوگرم در هکتار عملکرد افزایش نشان داد در اما در تیمار تنش کاربرد نیتروژن نتوانست کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب را جبران نماید. بر اساس نتایج به دست آمده، در خاک‌ورزی مرسوم بیشترین جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط دانه به ترتیب از کاربردهای تیمارهای I1N180، I1N180 و I2N180 به دست آمد در حالی که در کم‌خاک‌ورزی بیشترین جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط دانه از کاربردهای تیمارهای I1N135 به دست آمد (جدول 8). عنایت‌قلبی‌زاده و همکاران (1390) گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط تنش خشکی و عدم تنش، تعداد سنبله افزایش یافت ولی این افزایش در شرایط عدم تنش خشکی قابل ملاحظه‌تر بود.

به عقیده آن‌ها نیتروژن از طریق بهبود رشد گره‌های انشعاب و تقویت آن‌ها باعث افزایش تعداد سنبله بیشتری می‌شود. گزارش شده است که در شرایط کمبود آب، عامل محدود کننده رشد گندم، جذب نیتروژن است (امام و همکاران، 2009). نشان داده شده است که با توجه به اینکه بین تنش آبی و نیتروژن اثر متقابل منفی وجود دارد، مصرف نیتروژن در شرایط تنش، باعث تأثیر منفی بر عملکرد دانه می‌شود (امام و نیک نژاد، 1390). مولودی و همکاران (1393) گزارش کردند که مصرف بالای نیتروژن موجب کاهش عملکرد دانه جو بهاره در شرایط تنش شدید آبی می‌گردد.

کاربرد 90 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف نیتروژن از لحاظ تعداد دانه در سنبله در سامانه کشت بی‌خاک‌ورزی مشاهده نشد اما در هر دو سامانه کشت، مصرف و عدم مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشت. بیشترین تعداد دانه در سنبله در سامانه کشت مرسوم از کاربرد 180 و در کم‌خاک‌ورزی از کاربرد 135 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در هر هکتار حاصل شد. از لحاظ وزن هزار دانه، سه تیمار کاربرد نیتروژن در دو سامانه کشت مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در یک گروه آماری قرار داشتند. بالاترین وزن هزار دانه از کاربرد 90 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد (جدول 7). نتایج دو ساله همچنین نشان داد که حداکثر جذب نیتروژن و فسفر، پتاسیم و روی در خاک ورزی مرسوم از کاربرد 180 کیلوگرم در هکتار و در کم‌خاک‌ورزی از کاربرد 270 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. در هر دو سامانه کمترین میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عدم کاربرد نیتروژن به دست آمد که از لحاظ آماری با تیمارهای دیگر هر سامانه اختلاف معنی‌داری داشتند. در هر سطحی از نیتروژن مقدار جذب نیتروژن، فسفر و روی بیش از مقدار جذب این عناصر در سامانه کم‌خاک‌ورزی بود (جدول 7). تأثیر مثبت کود نیتروژن بر تعداد سنبلک‌های بارور در سنبله اصلی ممکن است به دلیل افزایش طول دوره آغازش سنبلک از طریق طولانی‌تر کردن مرحله پنجه‌زنی و بهبود باروری گلچه‌ها باشد زیرا احتمالاً نیتروژن و شرایط نامساعد محیطی در طول نمو گلچه (تا ظهور برگ پرچم) می‌توانند موجب مرگ و میر تعدادی از سنبلک‌ها شود (مودهیج و همکاران، 2008).

شهسواری و صفاری (1384) در آزمایش مزرعه‌ای مشاهده نمودند که با افزایش کود نیتروژن تعداد پنجه گیاه گندم افزایش پیدا کرد. افزایش مصرف کود نیتروژن تا یک حد معینی باعث افزایش تعداد پنجه‌های بارور و غیربارور گردید و پس از آن افزایش مصرف نیتروژن، افزایش معنی‌داری را در تعداد پنجه‌های بارور و غیربارور نداشت. نشان داده شده است که مصرف نیتروژن در مراحل مختلف رشد گندم از طریق افزایش تعداد پنجه در هر بوته تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در هر سنبله، وزن هزار دانه و تجمع بیشتر مواد خشک موجب افزایش عملکرد دانه گندم می‌شود (مودهیج و همکاران، 2008 و امام و نیک نژاد، 1390). بر اساس گزارش عزیزیان و سپاسخواه (2014) نیتروژن با تأثیر بر تقسیم سلولی و همچنین کمک به جذب سایر عناصر غذایی باعث افزایش رشد می‌گردد.

جدول 6- اثرات اصلی تیمارهای آبیاری بر برخی پارامترهای مورد مطالعه در دو سامانه مختلف کشت

تیمارهای آب	عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		تعداد خوشه در متر مربع		تعداد دانه در خوشه		وزن هزار دانه (گرم)		جذب کل نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	
	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی		
11	17330 a	16849 a	7237 a	6792 a	898 a	795 a	33/4 a	31/8 a	38/6 a	37/3 a	200 a	171 b	1/57 a	1/47 ab
12	16442 ab	16508 a	6652 b	6658 ab	826 b	731 b	32/4 a	30/8 a	38/6 a	37/7 a	191 a	167 a	1/60 a	1/57 ab
13	15443 b	15916 a	6318 b	6154 b	734 c	657 c	33/1 a	31/9 a	38/2 a	37/6 a	176 a	166 a	1/64 a	1/60 a
14	13131 c	13289 b	5162 c	4927 c	701 d	571 d	31/4 a	30/0 a	36/1 b	36/4 a	135 b	134 a	1/52 a	1/45 b

• حروف مشابه در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مربوطه در آن پارامتر می‌باشد.

جدول 7- اثرات اصلی تیمارهای نیتروژن بر برخی پارامترهای مورد مطالعه در دو سامانه مختلف کشت

تیمارهای نیتروژن	عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		تعداد خوشه در متر مربع		تعداد دانه در خوشه		وزن هزار دانه (گرم)		جذب کل نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	
	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی	موسوم	کم خاک‌ورزی		
N0	11314 b	11904 c	4687 b	4432 c	718 b	680 a	29/1 b	29/5 b	38/3 a	37/4 b	121 b	118 b	1/17 b	1/09 b
N90	16480 a	17458 b	6680 a	7104 b	847 a	766 a	33/0 a	32/8 a	40/0 a	38/3 a	189 a	195 a	1/65 a	1/67 a
N135	16952 a	19365 a	6844 a	7935 a	810 a	720 a	33/1 a	33/0 a	39/4 ab	37/7 ab	208 a	195 a	1/70 a	1/74 a
N180	17601 a	17995 ab	7158 a	7104 b	783 a	694 a	35/1 a	31/7 a	38/9 a	38/1 a	185 a	201 a	1/78 a	1/60 a

• حروف مشابه در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مربوطه در آن پارامتر می‌باشد.

جدول 8- اثرات متقابل تیمارهای نیتروژن و آبیاری بر برخی پارامترهای مورد مطالعه در دو سامانه مختلف کشت

بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	جذب کل نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد دانه در خوشه		تعداد خوشه در متر مربع		عملکرد دانه		عملکرد کل		تیمارها	
	کم‌خاک‌ورزی	مرسوم	کم‌خاک‌ورزی	مرسوم	کم‌خاک‌ورزی	مرسوم	کم‌خاک‌ورزی	مرسوم	کم‌خاک‌ورزی	مرسوم	کم‌خاک‌ورزی	مرسوم		
0/94 e	1/12 d	114 d	119 ef	39/4 a	38/5 ab	28/8 def	29/2 ef	811 bc	852 bcd	4344f	5179 fg	11883 f	12256 fgh	N0I1
1/22 d	1/14 d	126 c	129 ef	39/9 a	38/4 ab	28/4 ef	27/6 f	710 de	778 def	4910f	4810 gh	12681 f	11614 gh	N0I2
1/11 de	1/20 d	120 d	123 ef	39/1 a	37/0 bcd	31/0 bf	29/5 def	634 fg	642 ij	4286f	4604 gh	11267 f	10842 h	N0I3
1/60 abc	1/22 d	122 d	100 f	35/1 a	35/9 d	29/9 cf	30/1 cf	564 h	602 j	4189f	4156 h	11783 f	10543 h	N0I4
1/56 bc	1/71 abc	194 ab	232 ab	40/8 a	38/7 ab	33/7 abc	834 abc	877 a	899 ab	7612abc	7884 ab	19200 cd	18551 ab	N90I1
1/73 abc	1/65 abc	199 ab	211 bc	39/8 a	38/6 ab	35/0 a	34/ abc	786 bc	852 bcd	7785ab	6976 cd	18608 ad	17439 ab	N90I2
1/72 abc	1/71 abc	189 acb	192 c	39/9 a	39/3 a	32/4 ad	31/4 bf	723 de	837 bcd	6766cde	6571 de	17470 d	16129 cd	N90I3
1/75 abc	1/56 ab	175bc	144 de	39/3 a	36/7 bcd	30/1 cf	31/6 bf	679 ef	803 cde	6251de	5288 fg	18311 e	13803 ef	N90I4
1/56 bc	1/65 abc	221 a	211 bc	39/1 a	38/1 abc	34/4 ab	34/7 ad	840 ab	896 ab	8293a	7628 abc	19956 ab	18560 ab	N135I1
1/80 ab	1/71 abc	204 ab	208 bc	39/7 a	38/6 ab	31/5 ae	32/4 bf	755 cd	856 bc	8313a	7250 bcd	19750 abc	18281 ab	N135I2
1/85 a	1/85 a	214 ab	207 bc	39/5 a	38/5 ab	34/3 ab	33/2 ae	675 ef	759 efg	8378a	7114 bcd	20053 a	17478 bc	N135I3
1/52 c	1/59 bc	192 ab	153 de	39/2 a	35/4 d	31/8ae	32/2 bf	609 gh	721 fgh	6757cde	5385 fg	17703 d	13489 ef	N135I4
1/56 bc	1/79 ab	203 ab	252 a	38/8 a	39/2 a	33/7 abc	834 abc	804 cd	947 a	7755abc	8226 a	19031 ad	19954 a	N180I1
1/59 abc	1/79 ab	197 ab	216 bc	139 a	38/8 ab	32/6 ad	35/4 ab	753 cd	808 cde	7674abc	7572 abc	19767 ad	18436 ab	N180I2
1/57 bc	1/81 ab	188 abc	179 cd	39/1 a	38/2 abc	32/9 abc	38/3 a	631 fg	697 ghi	7128bcd	6985 cd	19311 bcd	17324 bc	N180I3
1/75 abc	1/71abc	152 bc	147 de	38/7 a	36/3 cd	27/6 f	31/8 bf	588 gh	679 hi	5990e	5821 ef	15872 e	14689 de	N180I4

حروف مشابه در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مربوطه در آن پارامتر می‌باشد.



## نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که هر چند مقادیر پارامترهای مطالعه شده در خاک‌ورزی مرسوم بالاتر از سامانه کم‌خاک‌ورزی بود اما بجز تعداد خوشه در واحد سطح و میزان پروتئین دانه، تفاوت معنی‌داری بین دو سامانه خاک‌ورزی وجود نداشت. باید ب خاطر داشت که در شرایط فعلی افزایش کمی تولید (افزایش عملکرد دانه) اولویت بیشتری نسبت به افزایش کیفی (افزایش میزان پروتئین دانه) دارد و با توجه به مزایای خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی) از جمله افزایش میزان مواد آلی خاک، کم شدن تردد ماشین آلات در مزرعه و در نتیجه کاهش تراکم خاک، کاهش سوخت و انرژی مصرفی و ... می‌توان در شرایط مشابه سامانه کشت کم‌خاک‌ورزی را جایگزین روش مرسوم نمود. از طرف دیگر هرچند از لحاظ بهره‌وری مصرف آب، کاربرد توأم 135 کیلوگرم نیتروژن و 3850 متر مکعب آب در هر هکتار در هر دو سامانه با بهره‌وری مصرف آب 1/85 کیلوگرم دانه بازا هر متر مکعب آب تیمار برتر بود اما از لحاظ عملکرد دانه، بیشترین عملکرد دانه در خاک‌ورزی مرسوم (8226 کیلوگرم در هکتار) از کاربرد 4610 متر مکعب آب و 180 کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار با بهره‌وری مصرف آب 1/79 کیلوگرم دانه بازا هر متر مکعب آب به دست آمد در حالی که در سامانه کم‌خاک‌ورزی، حداکثر عملکرد دانه (8378 کیلوگرم در هکتار) از مصرف توأم 3850 متر مکعب آب و 135 کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار با بهره‌وری مصرف آب 1/85 کیلوگرم دانه بازا هر متر مکعب آب به دست آمد به عبارت دیگر برای دستیابی به تولید حداکثری در سامانه کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با کشت مرسوم به آب و نیتروژن کمتری نیاز است.

جدایت و همکاران (2009) گزارش دادند که جذب نیتروژن به طور مؤثر تحت تأثیر میزان آب قابل استفاده در خاک است و افزایش رطوبت خاک موجب افزایش تأثیر نیتروژن و در نتیجه افزایش کارایی مصرف کود می‌گردد. بر اساس تحقیقات انجام شده خاک‌های بی‌خاک‌ورزی معمولاً سردتر، مرطوب‌تر و دارای تهویه کمتری نسبت به کشت مرسوم هستند. حاکمیت چنین شرایطی در خاک بر جذب عناصر غذایی توسط ریشه‌های ضعیف اولیه گیاهان تأثیر گذاشته، میزان و سرعت انتشار عناصر در خاک را کاهش داده و آزاد شدن عناصر در اثر معدنی شدن مواد آلی خاک را کاهش می‌دهند. نشان داده شده است که با افزایش رطوبت خاک جذب عناصر توسط گیاهان افزایش می‌یابد. محققین فوق علت امر را عمدتاً به دلیل سرعت رشد ریشه بیشتر در این شرایط ذکر می‌کنند. از طرف دیگر دمای خاک بر جذب عناصر تأثیر می‌گذارد. به طوری که با افزایش دما رشد ریشه بیشتر و در نتیجه جذب عناصر بیشتر می‌گردد (کورت نی همکاران، 2008). نتایج نشان داد که در کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم با میزان آب کمتر، بهره‌وری مصرف آب بیشتر شده است دلیل این امر می‌تواند احتمالاً ناشی از ذخیره آب بیشتر در کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم باشد. در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، بقایای گیاهی باقی مانده در سطح خاک مزرعه موجب کاهش تبخیر و تعرق از خاک و در نتیجه حفظ رطوبت در خاک شده که این امر عامل ارزشمندی در حفظ آب به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک است (پاتیل و شلاوانتا، 2006 و کورت نی همکاران، 2008).

## فهرست منابع:

1. امام، ی. و م. نیک نژاد. 1390. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). جلد دوم. انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. 594 صفحه.
2. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره 982. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، 128 صفحه.
3. زارعی، م.، کاظمینی، ع.، ر. و م. ج. بحرانی، 1393. تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی و تنش آبی بر رشد و عملکرد گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 12، شماره 9، صفحه‌های 793-804.
4. سپیده دم س. و م. رمودی. 1394. تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزا عملکرد و پروتئین دانه گندم. تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، دوره دوم، شماره دوم. صفحه‌های 793-804.
5. شهبواری، ن. و م. صفاری. 1384. اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره 66. صفحه‌های 82-87.

6. صفری، ا. م. ا. آسودار، م. قاسمی نژاد و ع. ر. ابدالی مشهدی. 1392. تأثیر حفظ بقایا، روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 23 شماره 2 صفحه‌های 49-59.
7. علی‌احیایی، م. و ع. ا. بهبهانی‌زاده. 1373. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، جلد 1، نشریه شماره 893. موسسه تحقیقات خاک و آب تهران، ایران، 128 صفحه.
8. عنایت‌قلی‌زاده، م. ر. ق. ا. فتحی و م. رزاز. 1390. واکنش ارقام گندم به تنش خشکی و سطوح مختلف نیتروژن در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علمی - پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. شماره 17، 1-14.
9. ملکوتی، م. ج. و م. ن. غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و آب (چا دوم با بازنگری کامل) در کشور. نشر آموزش کشاورزی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
10. مولودی، آ. ع. عبادی و م. داوری. 1393. تأثیر مصرف نیتروژن بر انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در جو بهاره تحت تنش کم آبی. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد 7، شماره 4، صفحه‌های 132-142.
11. Albrizio, R., Todorovic, M., Matic, T. and Stellacci, A. M. 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 115: 179–190.
12. Azizian, A., and Sepaskhah, A.R. 2014. Maize response to different water, salinity and nitrogen levels: agronomic behavior. *International Journal of Plant Production* 8 (1):107-130.
13. Barbieri, P.A., Echeverría, E.H., Rozas, H.R.S., and Andrade, F.H. 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agronomy Journal*. 100:1094–1100.
14. Courtney, P. D., Clain, J., and McVay, K. 2008. Nutrient Management in no-till and minimum till system. Montana State University, Extension Publications. Available from <http://www.montana.edu/publications>
15. Daba, N.A. 2017. Influence of Nitrogen Fertilizer Application on Grain Yield, Nitrogen Uptake Efficiency, and Nitrogen Use Efficiency of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Eastern Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*. 9(7): 202-216.
16. Farshadfar, E., Farshadfar, M. and Moradi, F. 2011. Screening Agronomic, Physiological and Metabolite Indicators of Drought Tolerance in Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *American Journal of Scientific Research* 38: 88–96.
17. Feng, Y., Ning, T., Li, Z., Han, B., Han Li, Y., Sun, T., and Zhang, X. 2014. Effects of tillage practices and rate of nitrogen fertilization on crop yield and soil carbon and nitrogen. *Plant Soil Environment* 60(3): 100–104.
18. Finney, D.M., Eckert, S.E., and Kaye, J.P. 2015. Drivers of nitrogen dynamics in ecologically based agriculture revealed by long-term, high-frequency field measurements. *Ecological Applications*. 25 (8): 2210–2227.
19. Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homae, M., and Hoogenboom G. 2009. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. *Agricultural Water Management* 96(5): 809-821.
20. Hanks, R.J., Keller, J., Rasmussen, V.P., and Wilson, Q.P. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation – crop production studies. *Soil Science Society American Journal*. 40: 426 - 429.
21. Hatfield, J.L., and J.H. Prueger. 2004. Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress, Brisbane, Australia. 26 September-1 October 2004. The Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia.

22. Hemmat, A., and I. Eskandari. 2006. Dry land winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil Tillage Research*. 86: 99-109.
23. Jin, H., Qingjie, W., Hongwen, L., Lijin, L., and Huanwen, G. 2009. Effect of alternative tillage and residue cover on yield and water use efficiency in annual double cropping system in North China Plain. *Soil and Tillage Research* 104:198-205.
24. Judith, N., Chantigny, M., Dayegamiye, A., and Laverdiere, M. 2009. Dairy cattle manure improves soil productivity in low residue rotation systems. *Agronomy Journal* 101:207-214.
25. Kilic, H., and Yağbasanlar, T. 2010. The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum*) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 38: 164–170.
26. Kirigwi, F. M., Ginkel Van, M., Trethowan, R., Sears, R.G., Rajaram, S., and Aulsen, G.M. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. *Euphytica*. 135: 361–371.
27. Limon-Ortega, A., Sayer, K. D., and Francis, C. A. 2000. Wheat nitrogen use efficiency in a bed planting system in northwest Mexico. *Agronomy Journal*, 92: 303-308.
28. Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P., and Sohrabi, E. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 4: 580–585.
29. Malhi, S., and M. Nyborg. 1992. Placement of urea fertilizer under zero and conventional tillage for barley. *Soil & Tillage Research*. 23: 193-197.
30. Mandic, V., Krnjaja, V., Tomic, Z., Bijelic, Z., Simic, A., Muslic, D.R., and Gogic, M. 2015. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean Journal Agriculture Research*, 75(1):92-97.
31. Melaj, M.A., Echeverria, H.E., Lopez, S.C., Studdert, G., Andrade, F., and Barbaro, N.O. 2003. Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agronomy Journal*, 95:1525-1531.
32. Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A., and Normohamadi, Gh. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. *International Journal of Plant Production* 2:257-268.
33. Mohammadi, Kh. 2012. Effects of Fertilization and Tillage on Soil Biological Parameters. *International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences (ICEEBS'2012)* Jan. 7-8, 2012 Dubai.
34. Parzivand, A., Ghooshchi, F., Momayezi, M., and Tohidimoghadam, M.H. 2011. Effects of zinc spraying and nitrogen fertilizer on yield and some seed qualitative traits of wheat under drought stress conditions. *Journal Crop Production Research*. 3: 56-69.
35. Patil, S.L., and Sheelavantar, M.N. 2006. Soil water conservation and yield of winter sorghum as influenced by tillage, organic materials and nitrogen fertilizer in semi-arid tropical India. *Soil and Tillage Research*, 89: 246-257.
36. Rajjala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen, S., and Peltonen-Sainio, P. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. *Field Crops Research*. 114: 263–271.
37. Subedi, K. D., Ma, B. L., and Xue, A. G. 2007. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science*. 47: 36-44.

## Effects of Minimum and Conventional Tillage Systems on Nitrogen and Water Consumption of Wheat

A. Ziaeyan<sup>1</sup>, F. Moshiri, and G. Zareian

Associate Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shiraz, Iran; E-mail: ziaeyan@yahoo.com  
Associate Professor, Soil and Water Research Institute, AREEO, Karaj, Iran;  
E-mail: Fa.moshiri@yahoo.com

Assistant Professors., Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shiraz, Iran; E-mail: Zareian48@yahoo.com

Received: June, 2018 and Accepted: December, 2018

### Abstract

This research aimed to investigate the effects of minimum and conventional tillage systems on nitrogen and water consumption of wheat. By using a split-block design and implementing two single line-source sprinkler systems, effects of four levels of 0, 90, 135, and 180 kgN.ha<sup>-1</sup> from urea source and four levels of irrigation water (4610, 4240, 3850 and 3395 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) was studied under conventional and minimum tillage systems. The results showed that, in both tillage systems, by reducing water consumption, the number of spikes.m<sup>-1</sup>, grain yield, and wheat nitrogen uptake decreased significantly. In conventional tillage system, grain yield, grain yield components, and nitrogen uptake increased by nitrogen application until 180 kgN.ha<sup>-1</sup> levels; but in minimum tillage system, these parameters increased until 135 kgN.ha<sup>-1</sup> and decreased at 180 kg N.ha<sup>-1</sup> level. The results showed that values of the studied parameters in conventional system were higher than the minimum tillage system, but, except the number of spiklet.m<sup>2</sup> and amounts of grain protein, there were no differences between the two tillage systems. The results also showed that, in both tillage systems, the highest water use efficiency (WUE, 1.85 kg.m<sup>-3</sup>) was obtained from combined application of 135 kgN.ha<sup>-1</sup> and 6700 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> irrigation water. However, the highest grain yield in conventional tillage system (8226 kg.ha<sup>-1</sup>) was obtained from combined application of 4610 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> of water and 180 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen, with WUE of 1.85 kg.m<sup>-3</sup>. In minimum tillage system, the highest grain yield (8378 kg.ha<sup>-1</sup>) was obtained from combined application of 3850 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> of irrigation water and 135 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen, with WUE of 1.79 kg.m<sup>-3</sup>. In other words, in the minimum tillage system, by using less water and nitrogen, a yield similar to the conventional tillage was obtained.

**Keywords:** Single line-source irrigation system, Water stress, Water use efficiency.

<sup>1</sup> Corresponding authors: Associate Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shiraz, Iran.