



تأثیر شیوه کشت و میزان بذر بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گندم (*Triticum aestivum*)

داوود افیونی^۱، اردشیر اسدی^۲، لیلی صفایی^۳، سمانه متقی^۴، امید لطفی فر^۵
تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۵

چکیده

روش کشت مسطح علاوه بر کارایی کم مصرف آب باعث فرسایش شدید خاک می‌شود و روش‌های دیگر باید جایگزین گردد. به منظور مقایسه کشت مسطح گندم (مرسوم) و پشته‌ای در مقادیر گوناگون بذر از نظر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب، پژوهشی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار در اصفهان در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه میزان بذر (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) در کشت پشته‌ای و چهار میزان بذر (۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در کشت مسطح بودند. نتایج نشان داد که تأثیر تیمارها بر کلیه صفات به جز ارتفاع بوته و وزن هکتولتر معنی‌دار بود. با توجه به نتایج اگرچه کشت مسطح با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار (۹۹۴۸ کیلوگرم در هکتار) بالاترین میزان عملکرد را داشت، اما تفاوت معنی‌داری بین عملکرد این تیمار و تیمارهای کشت پشته‌ای با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار (۹۷۱۵ کیلوگرم در هکتار) و کشت پشته‌ای و مسطح با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار (به ترتیب با ۹۵۴۹ و ۹۲۳۵ کیلوگرم در هکتار) وجود نداشت. کشت مسطح با مصرف ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار به دلیل کاهش معنی‌دار تعداد سنبله و تعداد دانه در هر سنبله پایین‌ترین عملکرد (۸۰۴۶ کیلوگرم در هکتار) را داشت. کشت مسطح و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار (روش مرسوم) عملکردی معادل تیمار کشت پشته‌ای و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار داشت. کارایی مصرف آب و مقدار کل آب مصرفی در روش کشت پشته‌ای به ترتیب بیانگر ۱۱ درصد مصرف آب کمتر و ۱۴ درصد کارایی مصرف آب بیشتر نسبت به روش کشت مسطح بود. به طور خلاصه استفاده از روش کشت پشته‌ای با استفاده از حداکثر ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار در شرایط مشابه این پژوهش نسبت به روش مرسوم قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: درصد خوابیدگی، کارایی مصرف آب، کشت پشته‌ای، کشت مسطح.

افیونی، د. ا. اسیدی، ل. صفایی، س. متقی و ا. لطفی فر. ۱۳۹۸. تأثیر شیوه کشت و میزان بذر بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گندم (*Triticum aestivum*). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۶: ۲۱-۱۱.

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۳- مربی پژوهش بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۴- استادیار گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۵- استادیار گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: omidlotfifar@yahoo.com

مقدمه

استان اصفهان با سطح زیر کشتی معادل ۶۰ هزار هکتار گندم آبی و متوسط عملکرد ۳۱۰۰ کیلوگرم در هکتار یکی از استان‌های غله خیز کشور محسوب می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۴). شیوه کشت در اکثر نقاط استان اصفهان به شیوه کرتی و غرقاب کردن تمام کرت بوده و متأسفانه این روش کشت کارایی کمی در استفاده از آب دارد. در حالی که در برخی از نقاط جهان که از روش کشت پشته‌ای استفاده می‌کنند مانند فلسطین اشغالی ۲/۳۲ کیلوگرم ماده خشک به ازاء هر متر مکعب آب تولید می‌شود. در بسیاری از مناطق چین که شیوه کشت کرتی دارند این مقدار به کمتر از ۱ کیلوگرم می‌رسد (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴). کشت‌های مرسوم کرتی علاوه بر هدرروی منابع آبی، فرسایش شدید خاک را نیز به همراه دارند و در برخی مواقع ۲۸ درصد از افت عملکرد سالیانه گندم به دلیل فرسایش خاک ناشی از آبیاری غرقابی در کشت کرتی نسبت داده می‌شود (بوتلی و بل، ۱۹۷۶). هدرروی کودهای نیتروژن دار و افزایش مقدار نترات منابع آب زیرزمینی به بیش از ۱۰ میلی گرم در لیتر (حد مجاز) از نکات منفی دیگر شیوه‌های کشت کرتی محسوب می‌شود (المی و همکاران، ۲۰۰۲).

در مقابل روش کشت کرتی، کشت‌های پشته‌ای علاوه بر افزایش کارایی مصرف آب، مدیریت مناسب تری برای استفاده از کودهای نیتروژنی فراهم کرده و هزینه بذر مصرفی را نیز کاهش می‌دهند (لیمون ارتگا و همکاران، ۲۰۰۲؛ آسودار و راهدار، ۲۰۰۵). در پژوهشی که در چین صورت پذیرفت، استفاده از شیوه کشت پشته‌ای و آبیاری به شیوه نشت یعلاوه بر صرفه جویی ۱۷ درصدی در آب مصرفی، کارایی استفاده از آب را ۳۰-۲۱ درصد بهبود بخشید (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهشی دیگر مقدار افزایش عملکرد و کاهش آب مصرفی در روش کشت پشته‌ای نسبت به کشت کرتی به ترتیب برابر با ۵/۲ و ۱۲/۳ درصد بود (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۷). کشت سه ردیف گندم بر روی پشته نسبت به کشت کرتی در یک خاک شنی - لومی ۰/۲۲ تن در هکتار افزایش عملکرد و ۰/۰۳ تن در هکتار به ازاء هر سانتیمتر آب مصرفی، افزایش کارایی مصرف آب نشان داد (آگاوآل و گوسوامی، ۲۰۰۳). مقایسه روش کشت پشته ای با روش کشت مسطح گندم در کشورهای بنگلادش، پاکستان، ترکیه، چین و هند نشان داد میانگین عملکرد دانه در روش پشته ای و کشت کرتی به ترتیب ۵۵۳۱ و ۵۱۰۶ کیلوگرم در هکتار بود و بطور متوسط روش کشت پشته‌ای ۲۹ درصد صرفه جویی در مصرف آب داشت (تانور و همکاران، ۲۰۰۳). لی و همکاران

(۲۰۱۰) گزارش کردند کشت پشته‌ای با افزایش اجزاء تعداد دانه و تعداد سنبله در هکتار سبب بهبود معنی‌دار عملکرد گردید. در روش کشت پشته‌ای نسبت به کرتی، پتانسیل کاهش بذر مصرفی نیز وجود دارد. نتایج یک آزمایش در ترکیه، حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه در روش پشته‌ای با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و روش کرتی با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (کلپک، ۲۰۰۴). فریمن و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که سامانه کشت روی پشته به دلیل ایجاد زهکشی مناسب، عملکرد را بین ۱۳۳ تا ۴۶۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت مرسوم افزایش داد.

افزایش عملکرد محصول تابع انتخاب سطح مناسب عواملی از قبیل انتخاب و کشت بذر اصلاح شده، تهیه زمین و بستر بذر، استفاده از کودهای مختلف، آبیاری صحیح و به موقع و مبارزه با آفات و امراض می‌باشد (فرنیا و همکاران، ۱۳۹۳). تراکم‌های پایین دانه موجب کاهش تعداد گیاهان در واحد سطح و کاهش استفاده از منابع غذایی و انرژی و افزایش رقابت درون بوته‌ای می‌گردد (اصغر و همکاران، ۲۰۰۱). افزایش بیش از حد تراکم کاشت سبب کاهش مقدار نور، رطوبت و مواد غذایی دریافتی در بوته می‌شود که این عوامل سبب کاهش تعداد سنبله در بوته می‌شود (مختار و همکاران، ۱۳۷۹). با افزایش تراکم کاشت همچنین تعداد سنبله در مترمربع افزایش می‌یابد زیرا افزایش تراکم، تعداد گیاهان را در واحد سطح افزایش می‌دهد با این حال تعداد سنبله در سنبله و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (سالک زمانی و توکلی، ۱۳۸۳). در تراکم پایین به علت وجود فضا و شرایط محیطی و تغذیه‌ای مناسب تعداد پنجه‌ی بارور در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در بوته افزایش می‌یابد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰). با افزایش تراکم کاشت عملکرد تک بوته کاهش می‌یابد چرا که منابع موردنیاز گیاه (نور، آب، مواد غذایی و فضا) برای هر بوته کاهش یافته و موجب کاهش عملکرد تک بوته می‌گردد، ولی عملکرد دانه نسبت به شاهد افزایش می‌یابد (قربانی و هارتونیان، ۱۳۹۰). بهبود مدیریت کشت و بهره برداری از منابع آب، ضرورتی اجتناب ناپذیر در پایداری کشت محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. هدف از انجام این پژوهش بررسی شیوه‌های کشت کرتی (مسطح) و پشته‌ای و تاثیر آن بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی مصرف آب و میزان بذر مصرفی گندم بود.

مواد و روش ها

عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح دریا، که یکی از مناطق مستعد تولید گندم می باشد، بر روی خاکی با مشخصات جدول زیر اجرا شد.

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در ۱۵ کیلومتری شرق شهر اصفهان (طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی،

جدول ۱- مشخصات خاک محل انجام آزمایش

وزن مخصوص	ظاهری	(گرم بر سانتی متر مکعب)	نیترژن (درصد)	پتاسیم	(میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر	(میلی گرم بر کیلوگرم)	مواد آلی (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی	(دسی زیمنس بر متر)	رطوبت (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
	۱/۷۵		۰/۰۷	۳۲۹		۱۴/۰		۰/۹۸	۷/۵	۱/۸	۳۹	۴۶	۱۴	

شیار بازکن ها بوسیله طناب به شاسی متصل و درجه بذر آنها بسته شد). کشت گندم در سه تیمار از روش کشت سطحی نیز با این ماشین انجام شد. به منظور توزیع بذر به روش پخشی در تیمارهای مذکور، لوله های سقوط ماشین خارج گردید تا بذر از بالا بر روی زمین پخش گردد. تیمار شاهد به روش دست پاش کشت شد. ابعاد هر کرت ۲/۸×۲۰ متر و فاصله بین تکرارها ۷ متر بود.

پیش از دیسک زدن زمین، بر اساس جدول آزمون خاک معادل ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هر هکتار به عنوان کود پایه در سطح مزرعه توزیع و بوسیله دیسک با خاک مخلوط شدند. در هر یک از مراحل پنجه زنی و ساقه رفتن نیز ۱۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک مصرف گردید. تاریخ کاشت ۲۵ آبان بود. مقدار آب آبیاری وارد شده به هر کرت توسط فلوم تیپ ۴ اندازه گیری شد. آبیاری بر اساس تخلیه ۵۰ درصد رطوبت از عمق نفوذ ریشه انجام و علف های هرز باریک برگ و پهن برگ به ترتیب با علف کش های گرانستار و پوما سوپر (۲۰ گرم در یک لیتر در هکتار) در مرحله ۳ تا ۵ برگی گندم مهار شدند. برای اندازه گیری عملکرد، در هر کرت پس از حذف حاشیه ۰/۵ متری از اطراف ۳ متر مربع جهت اندازه گیری عملکرد دانه در رطوبت ۱۳ رص، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک و نیم متر مربع برای اندازه گیری اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و وزن دانه در سنبله در نظر گرفته شد. میزان خوابیدگی ساقه در مرحله پر شدن دانه ها و با استفاده از رابطه زیر و در پنج نقطه از هر کرت محاسبه شد (فیشر و استاپر، ۱۹۸۷):

محل اجرای آزمایش طبق تقسیم بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان های گرم و خشک و زمستان های نیمه سرد می باشد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالانه به ترتیب ۱۲۱ میلی متر و ۱۶/۱ درجه سانتی گراد است.

طرح آماری مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و شامل ۷ تیمار بود که عبارت بودند از کشت گندم بصورت مسطح یا الگوی کشت دستپاش همراه چهار میزان بذر گندم (۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) که تیمار آخر به عنوان روش مرسوم کشاورز (شاهد) در نظر گرفته شد. سایر تیمارها شامل کشت گندم در ۳ خط با فواصل خطوط ۱۲ سانتی متر بر روی پشته هایی به فواصل ۷۰ سانتی متر با عرض و ارتفاع ۳۶ و ۱۵ سانتی متر با سه میزان بذر (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. رقم گندم استفاده شده رقم بهار بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شد. رقم بهار که در سال ۱۳۸۶ توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج معرفی شده رقمی پر پتانسیل و مناسب کشت در مناطق معتدل کشور است. تیپ رشد آن بهاره و نسبت به ریزش دانه و بیماری های زنگ زرد و زنگ قهوه ای مقاوم است.

زمین آزمایشی، قبلاً به کشت محصول کلم اختصاص داشت. عملیات تهیه بستر شامل شخم و دیسک در اوایل آبان ماه بود. برای کشت تیمارهای پشته ای، ابتدا بوسیله پشته ساز (شیار بازکن ویژه سیب زمینی)، در هر کرت ۴ پشته به فواصل عرض و ارتفاع ۷۰، ۳۵ و ۱۵ سانتی متر ایجاد شد، سپس توسط خطی کار (دارای ۲۱ شیار بازکن از نوع بشقابی با فواصل ۱۱/۹ سانتی متر که بر روی دو ردیف استقرار یافته اند، عرض کار ماشین ۲/۵ متر، خطی کار از نوع چرخ انتهایی و سوار)، با قرار دادن سه واحد کارنده بر روی هر پشته، کشت انجام گردید (بقیه

$100 \times [\text{سطح خوابیدگی ساقه (متر مربع)} \times \text{زاویه خوابیدگی نسبت به حالت عمود}] = \text{درصد خوابیدگی ساقه}$

۹۰

بود (جدول ۲). تاثیر تیمارها بر ارتفاع بوته و وزن هکتولتر معنی دار نبود. تقسیم اثرات تیمار به اثرات جزئی جهت مقایسه گروهی بین تیمارها نشان داد که تفاوت معنی داری بین روش های کشت پشته ای و مسطح از نظر عملکرد دانه وجود نداشت، اما بین مقادیر گوناگون بکارگیری بذر در دو شیوه کشت مسطح (در سطح ۱ درصد) و همچنین پشته ای (در سطح ۱ درصد) اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۳). از نظر کارایی مصرف آب، بین تیمارهای کشت پشته ای و مسطح و همچنین بین تیمارهای مختلف کاربرد بذر در کشت مسطح در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۳).

همچنین برای محاسبه کارایی مصرف آب، میزان عملکرد دانه به مقدار آب مصرفی تقسیم شد (صفریان و همکاران، ۱۳۹۳). تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS (SAS Institute, 2007) انجام و میانگین ها با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تاثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و درصد خوابیدگی بوته در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار

جدول ۲- تجزیه صفات گندم تحت تاثیر شیوه کشت و میزان بذر کشت شده.

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی برداشت	شاخص ارتفاع بوته	وزن هکتولتر	درصد خوابیدگی بوته
تکرار	۲	۱۰۰۰۸۷۰/۱	۲۹۳۲	۱/۱۰۳	۶/۰۶۵	۲۹۶۵۳۴۸	۹/۱۵۲	۳/۶۸۹	۱۰/۰۴۸
تیمار	۶	۱۱۹۸۸۰۱/۲**	۲۱۰۰۲**	۱۸/۵۹۲*	۶/۰۴۲*	۱۰۹۸۸۴۳۸**	۹/۸۵۲**	۱۰/۸۲۵	۳۴۱/۷۱۴**
خطا	۱۲	۱۸۷۹۵۵/۹	۲۲۶۷	۶/۳۴۸	۱/۸۹۷	۸۴۶۵۸۱	۱/۲۰۰	۵/۰۷۶	۱۰/۰۴۸
ضریب تغییرات (%)		۱۶/۶	۱۷/۵	۱۸/۹	۵/۹	۱۵/۸	۱۵/۵	۱۴/۳	۱۱/۸

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

جدول ۳- تقسیم اثر تیمار و مقایسات گروهی بین تیمارها برای صفات عملکرد دانه و کارایی مصرف آب

میانگین مربعات		
کارایی مصرف آب	عملکرد دانه	درجه آزادی
۰/۰۲۳	۱۰۰۰۸۷۰	۲
۰/۰۵۱**	۱۱۹۸۸۰۱**	۶
۰/۱۶۸**	۳۴۴۶۱۸	
کشت پشته ای نسبت به کشت مسطح		
۰/۰۱۵	۷۵۸۵۴۷*	۱
۰/۰۳۷**	۱۸۷۹۵۶**	۳
۰/۰۰۴	۱۸۷۹۵۶	۱۲

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

درهکتار) به کشت مسطح با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم بذر درهکتار تعلق داشت، اما تفاوت معنی داری شرایط کشت پشته ای و میزان بذر ۱۲۰ و یا ۱۸۰ کیلوگرم و همچنین کشت مسطح با ۱۲۰ و

عملکرد دانه

مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزاء آن در جدول ۴ نشان داده شده است. بالاترین عملکرد دانه (۹۹۴۸) کیلوگرم

تفاوت معنی‌دار نبود. افزایش تعداد دانه در سنبله در کشت‌های پشته‌ای نسبت به مسطح در سایر پژوهش‌ها نیز مورد تأکید بوده (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۷) و بهبود کارایی دریافت نور (۱۳/۸-۱۰ درصد) (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴) و تولید گیاهچه‌های قوی‌تر از دلایل افزایش تعداد دانه در سنبله عنوان شده است (سایری و راموس، ۱۹۹۷). در شرایط کشت مرسوم با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار دو جزء اصلی عملکرد، یعنی تعداد دانه در سنبله و وزن دانه‌ها به صورت معنی‌دار نسبت به سایر شرایط کاهش یافت و عملکرد مشابه این حالت نسبت به سایر شرایط (به جز دو حالت کشت‌های مسطح و پشته‌ای با مصرف ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار) فقط به واسطه داشتن تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح بود. با توجه به اینکه اجزای عملکرد در گندم حالت جبرانی دارند، در صورتی که تعداد سنبله در واحد سطح به دلیلی کاهش یابد (مثلاً کاهش مصرف بذر)، دیگر اجزای عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌توانند تا حدی این کاهش را جبران نمایند.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیکی نیز با افزایش میزان بذر افزایش یافت. در روش پشته‌ای عملکرد بیولوژیکی در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار نسبت به تیمار ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار حدود ۸/۳ درصد افزایش یافت که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود. افزایش عملکرد دانه بین دو تیمار مذکور نیز حدود ۷/۹ درصد بود بنابراین مشخص می‌گردد که عمده افزایش در عملکرد بیولوژیکی به خاطر افزایش در عملکرد دانه رخ داده است و به عبارت دیگر تغییری در عملکرد کاه و کلش به وقوع نپیوسته است. عدم تغییر شاخص برداشت بین دو تیمار مذکور نیز مؤید همین مطلب است. با مقایسه تیمارهای ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار در روش پشته‌ای، ملاحظه می‌گردد که گرچه عملکرد بیولوژیکی در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم بذر نسبت به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم بذر حدود ۵/۷ درصد افزایش داشت، اما عملکرد دانه بین این دو تیمار تنها ۱/۷ درصد تفاوت نشان داد. علت این مسئله را می‌توان با مقایسه شاخص برداشت بین دو تیمار مورد اشاره دریافت. به طوری که در جدول مشاهده می‌شود، شاخص برداشت در تیمار کشت پشته‌ای با ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار، نسبت به تیمار کشت پشته‌ای با ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار کاهش محسوسی داشت، به بیان دیگر گرچه عملکرد بیولوژیکی در تیمار کشت پشته‌ای با ۱۸۰ کیلوگرم بذر نسبت به تیمار کشت پشته‌ای با ۱۲۰ کیلوگرم بذر افزایش یافت اما به علت

۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار وجود نداشت. به این ترتیب مقدار صرفه جویی بذر در تیمار کشت پشته‌ای و یا کشت مسطح با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار معادل ۶۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که قابل توجهی است. روش کشت پشته‌ای با مصرف ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با تولید ۸۸۵۳ کیلوگرم عملکرد در هر هکتار نسبت به سایر تیمارها (بجز کشت مسطح با همین میزان بذر مصرفی) کمترین عملکرد را داشت، با این وجود این تیمار نسبت به تیمار کشت مسطح و مصرف ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار به صورت معنی‌داری عملکرد بیشتری داشت (۱۰ درصد عملکرد بیشتر). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در مقادیر پایین‌تر بذر (کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، روش کشت پشته‌ای بر مسطح از نظر عملکرد برتری بیشتری داشت. وانگ و تیان (۲۰۰۴) نیز افزایش ۲۰-۱۰ درصدی عملکرد دانه گندم در کشت پشته‌ای نسبت به مسطح را گزارش کردند. بطور مشابه سایری و راموس (۱۹۹۷) با استفاده از روش کشت ۲ ردیف بر روی پشته و مصرف ۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار عملکردی مشابه با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار به روش کشت مسطح بدست آوردند. در پژوهش کلیک (۲۰۰۴) نیز عملکرد کشت پشته‌ای با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار معادل با عملکرد کشت مسطح با مصرف دو برابر بذر بود. عملکرد در تیمار کشت مرسوم با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار اگرچه تفاوت معنی‌داری با عملکرد در کشت پشته‌ای و کشت مسطح (هر کدام مصرف ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) نداشت، اما مصرف بیشتر بذر در این تیمار (به عنوان مثال ۲/۵ برابر بیشتر از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار) یکی از نکات منفی آن محسوب می‌گردد.

در پژوهشی انجام شده در پاکستان مشاهده گردید که کاشت گندم روی بستر پشته‌ای، منجر به حدود ۱۵ درصد عملکرد دانه بیشتر در مقایسه با روش مرسوم کشت مسطح شد (مجید و همکاران، ۲۰۱۵).

اجزاء عملکرد

صفت تعداد دانه در سنبله در روش کشت پشته‌ای با مصرف ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار در مقایسه با شرایط مشابه بذری در روش کشت مسطح، تفاوت معنی‌داری نداشت، اما تعداد دانه در سنبله در آن به صورت معنی‌دار افزایش یافت (معادل ۱۶ درصد) (جدول ۴). با وجود کاهش ۲/۴ درصدی وزن هزار دانه در حالت کشت مسطح و مصرف ۶۰ کیلوگرم بذر نسبت به شرایط مشابه بذری در روش کشت پشته‌ای، این

بیش مشابه آنچه در مورد تیمارهای کشت پشته‌ای ذکر گردید را نشان می‌دهد. با این تفاوت که در روش مسطح، تغییر محسوس در شاخص برداشت، در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار رخ داد.

کاهش شاخص برداشت در تیمار کشت پشته‌ای با ۱۸۰ کیلوگرم بذر تغییر چندانی در عملکرد دانه ایجاد نشد و ماده خشک تولیدی، بیشتر در اندام‌های رویشی تجمع یافت (جدول ۳). توجه به میزان‌های مختلف بذر در روش مسطح نیز روندی کم و

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد، و اجزای عملکرد تحت تاثیر شیوه های مختلف کشت و مقادیر مختلف بذر.

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(گرم)
کشت پشته ای با ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار	b۸۸۵۳/۰۰	۲۰۴۵۰/۰ cd	bcde۵۷۵/۰۰	a۳۷/۷۰	a۴۳/۰۰
کشت پشته ای با ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار	ab۹۵۴۹/۰۰	۲۲۱۵۷/۰ bc	bc۶۶۹/۰۰	a۳۹/۲۰	a۴۱/۸۰
کشت پشته ای با ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار	a۹۷۱۵/۰۰	۲۳۴۱۳/۰ ab	b۷۰۲/۰۰	ab۳۶/۴۰	ab۴۰/۹۰
کشت مسطح با ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار	c۸۰۴۶/۰۰	۱۹۲۵۰/۰ d	bcd۵۹۵/۰۰	b۳۴/۵۰	a۴۲/۰۰
کشت مسطح با ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار	ab۹۲۳۵/۰۰	۲۱۹۸۷/۰ bc	bc۶۷۷/۰۰	ab۳۵/۸۰	a۴۲/۶۰
کشت مسطح با ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار	a۹۹۴۸/۰۰	۲۴۱۴۷/۰ a	ab۷۶۴/۰۰	ab۳۵/۷۰	a۴۱/۳۰
کشت مسطح مرسوم با ۳۰۰ کیلوگرم بذر در	ab۹۲۲۵/۰۰	۲۴۴۲۰/۰ a	a۸۰۷/۰۰	bc۳۱/۳۰	b۳۸/۷۰
LSD (p=5%)	۷۷۱/۰۰	۱۶۳۷/۰	۸۴/۷۰	۴/۴۸	۲/۴۵

میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون هستند اختلاف معنی داری ندارند.

درصد خوابیدگی

در کشت‌های مسطح با تراکم بالای تعداد ساقه، علاوه بر کاهش کارایی نور دریافتی، خوابیدگی بوته ساقه ها نیز زیاد شده و کاهش طول دوره پر شدن دانه ها و افزایش درصد پوکی، باعث کاهش تعداد دانه در هر سنبله نسبت به کشت‌های پشته‌ای می‌گردد (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهش حاضر نیز درصد خوابیدگی بوته کشت مسطح مرسوم با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بذر، کشت مسطح با مصرف ۱۸۰، ۱۲۰ و ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار به ترتیب برابر بود با ۳۰، ۱۵ و ۰/۴ درصد (شکل ۱). در روش کشت پشته‌ای مصرف ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار دارای خوابیدگی بوته بسیار ناچیز و قابل صرفه نظر کردن بود (۰/۴ درصد)، اما مصرف ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با ۵ درصد خوابیدگی بوته همراه بود. در پژوهشی برای مقایسه دو روش کشت مسطح و پشته ای، درصد خوابیدگی بوته با استفاده از روش کشت مسطح برای دورقم گندم به ترتیب برابر بود با ۱۰ و ۷۰ درصد، در حالی که در کشت پشته‌ای یکی از این دو رقم خوابیدگی بوته نداشت و رقم دیگر فقط ۵ درصد خوابیدگی بوته داشت (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین معجد و همکاران (۲۰۱۵) نیز خوابیدگی بیشتر در بوته‌ها را از

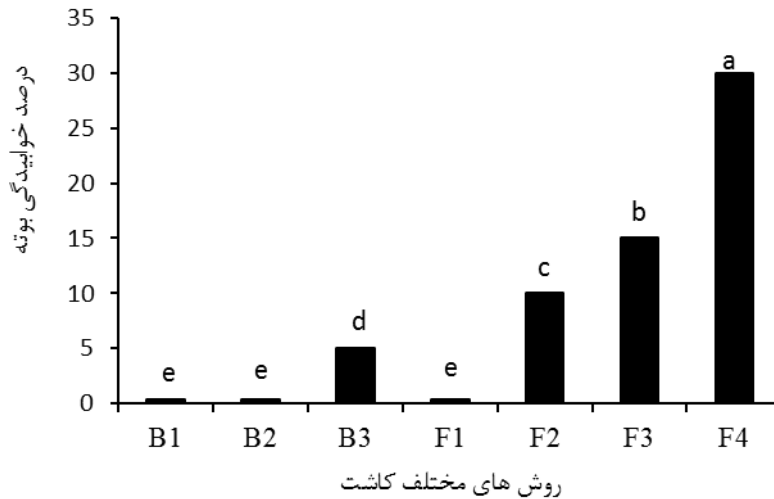
نکات منفی کشت مسطح و آبیاری غرقابی گندم در پاکستان می‌دانند.

شاخص برداشت

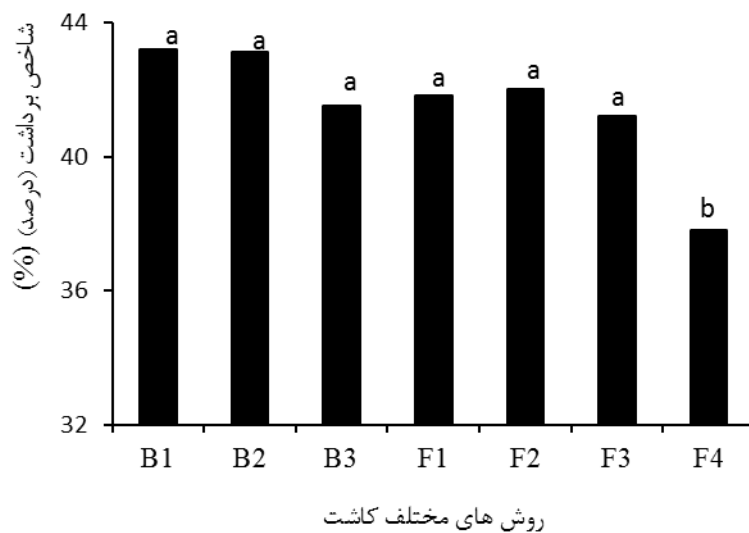
روش کشت پشته‌ای و مصرف ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم بذر با داشتن شاخص برداشت‌های ۴۳/۲ و ۴۳/۱ درصد دارای بالاترین شاخص برداشت نسبت به سایر تیمارها بودند (شکل ۲) و برخی پژوهشگران این افزایش شاخص برداشت را از یک سو به درصد تخلخل بیشتر خاک و در نتیجه رطوبت بیشتر این تیمارها نسبت به کشت‌های مسطح (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴) و از سوی دیگر به رابطه مثبت رطوبت ذخیره شده در خاک و شاخص برداشت (آنکوویچ و همکاران، ۲۰۱۰) نسبت می‌دهند، اما شاخص برداشت در روش‌های مختلف کشت مسطح و پشته‌ای (بجز کشت مسطح مرسوم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در پژوهش‌های مشابه نتایج متفاوتی مبنی بر افزایش شاخص برداشت در روش کشت پشته‌ای نسبت به کشت مسطح (تانور و همکاران، ۲۰۰۳) و یا عدم تفاوت معنی‌دار بین این دو روش (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴) گزارش شده است. روش کشت مسطح مرسوم با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار با شاخص

(جدول ۳) از دلایل اصلی افت شاخص برداشت در این تیمار بود.

برداشت ۳۷/۸ درصد، کمترین شاخص برداشت را در بین شیوه‌های مختلف کاشت به خود اختصاص داد که این کاهش معنی‌دار بود. خوابیدگی بوته شدید و کاهش تعداد دانه در سنبله



شکل ۱- مقایسه درصد خوابیدگی بوته در روش‌های کشت پشته‌ای و کشت مسطح در مقادیر گوناگون بذر مصرفی. B1، B2 و B3 به ترتیب کشت پشته‌ای با مصرف ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار، F1، F2، F3 و F4 به ترتیب کشت مسطح با مصرف ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- مقایسه شاخص برداشت در روش‌های کشت پشته‌ای و کشت مسطح در مقادیر مختلف بذر مصرفی. B1، B2 و B3 به ترتیب کشت پشته‌ای با مصرف ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار، F1، F2، F3 و F4 به ترتیب کشت مسطح با مصرف ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

صرفه جویی ۱۱ درصدی آب در روش کشت پشته‌ای است (جدول ۴). در سایر پژوهش‌ها نیز صرفه جویی در آب مصرفی به دلیل استفاده از روش کشت پشته‌ای نسبت به کشت مسطح

میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب

مقایسه مقدار آب مصرفی در دو روش کشت پشته‌ای و کشت مسطح بدون در نظر گرفتن میزان بذر مصرفی بیانگر

در نظر گرفته می‌شود (ژانگ و اويس، ۱۹۹۹) در مطالعه‌ای که به منظور برآورد کارایی مصرف آب محصولات زراعی کشور در ۱۳ استان انجام گرفت کارایی مصرف آب ۱/۶۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب تشخیص داده شد (منتظر و کوثری، ۱۳۸۷) در حالی که در پژوهشی دیگر این عدد برای ۵ ناحیه کشور (کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان) فقط ۰/۷۳ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب بود (حیدری، ۱۳۹۰). وجود چنین تفاوت‌هایی این نکته را خاطر نشان می‌سازد که مقدار مطلق عدد کارایی مصرف آب می‌تواند گمراه کننده باشد و همواره باید به شرایط منطقه‌ای و مدیریت تولید در این رابطه توجه داشت. کارایی مصرف آب در هر دو روش کشت پشته‌ای و مسطح با کاربرد ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار نسبت به سایر تیمارها کاهش معنی‌داری داشت. به هر صورت کاهش میزان بذر مصرفی از یک حد مشخص می‌تواند ریسک تولید را افزایش داده و توانایی گیاه در بهره برداری از منابع محیطی مثل نور را کاهش دهد. به همین دلیل برخی پژوهشگران کارایی مصرف آب را رابطه کمی میان نهاده‌ها و ستاده‌های سامانه تولید می‌دانند که از دیدگاه متخصصان آبیاری، زراعت، فیزیولوژی و اقتصاد دارای کاربرد و مفاهیم مختلف است (انتظاری و همکاران، ۱۳۸۷).

۱۲/۳ (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۷)، ۱۷ (فاهونگ و همکاران، ۲۰۰۴) و ۲۹ (تانور و همکاران، ۲۰۰۳) درصد گزارش شده است. همان‌طور که تقسیم اثرات تیمارها در جدول ۲ نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین کارایی مصرف آب در دو روش کشت پشته‌ای و کشت مسطح در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. میانگین‌های این دو روش کشت نشان می‌دهد روش کشت پشته‌ای با کارایی مصرف آب ۱/۴۶ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب، ۱۴ درصد کارایی بیشتر نسبت به کشت مسطح با ۱/۲۸ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب داشت (جدول ۴). مصرف ۵ هزار متر مکعب آب (به صورت آب آبیاری و بارندگی) برای گندم در منطقه لرستان کارایی مصرف آب ۱/۶۸ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب (سپهوند، ۱۳۸۸) و مصرف ۶۴۳۰ متر مکعب آب در منطقه گلپایگان، کارایی مصرف آبی معادل ۱/۲۲ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب به همراه داشت (منتجی، ۱۳۸۸). ارتباط مثبت و معنی‌داری بین تامین رطوبت کافی در مرحله رشد زایشی، به ویژه در مرحله تشکیل و پر شدن دانه‌ها و عملکرد یافت شده است (پاسیورا و آنگوس، ۲۰۱۰) و به نظر می‌رسد روش کشت پشته‌ای از این نظر بر کشت مسطح برتری دارد. معمولاً کارایی مصرف آب برای عملکردهای بیش از ۳ تن در هکتار، ۱۰/۸ کیلوگرم در هکتار به ازاء هر میلی‌متر آب مصرفی

جدول ۴- مقایسه میانگین آب مصرفی و کارایی مصرف آب در شیوه‌های مختلف کاشت و مقادیر بذر

شیوه کشت	بذر مصرفی (کیلوگرم بذر در هکتار)	آب مصرف شده (متر مکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
	۶۰		b1/۳۸
پشته ای	۱۲۰	b۶۴۳۳	a1/۴۸
	۱۸۰		a1/۵۱
میانگین			A1/۴۶
	۶۰		b1/۱۳
سطح	۱۲۰	a۷۱۴۰	a1/۲۹
	۱۸۰		a1/۳۹
	۳۰۰		a1/۲۹
میانگین			B1/۲۸
LSD (p=5%)			
۰/۱۱۳			

در هر روش کشت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه گیری

مرسوم با توجه به مصرف کمتر آب و همچنین بذر کمتر می‌تواند باعث بهبود مدیریت این دو نهاده‌ی با ارزش گردد. شاید در نگاه نخست صرفه جویی ۱۱ درصدی در میزان آب

به طور خلاصه نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از روش کشت پشته‌ای نسبت به مسطح و به ویژه کشت مسطح

کشت قابلیت تغییر الگوی کشت را داشته باشد، صرفه جویی قابل توجهی در میزان بذر و آب مصرفی خواهد شد. به هر حال توصیه تغییر روش کشت نیاز به آزمایش‌های منطقه‌ای با توجه به شرایط آب و خاک و اقلیم هر ناحیه دارد.

مصرفی و یا افزایش ۱۴ درصدی در کارایی مصرف آب اعداد نسبتاً کوچکی محسوب شوند، اما اگر به سطح زیر کشت گندم در تناوب‌های زراعی توجه کنیم (مثلاً ۸۸ هزار هکتار کشت گندم آبی در استان اصفهان)، حتی اگر درصدی از این سطح

منابع

- افیونی، د. ۱۳۸۴. بررسی مناسب‌ترین میزان بذر در ارقام گندم تحت تنش شوری. مجله کشاورزی. ۷: ۱۶-۷.
- انتظاری، م. ر. ن. حیدری، ج. خیرابی، م. علایی، ا. فرشی، ج. وزیری، ح. دهقانی، م. ح. صادات میری، پ. کاظمی، و م. میر لطیفی. ۱۳۸۷. کارایی مصرف آب کشت‌ها گلخانه‌ای. گروه انتشاراتی استفاده پایدار از منابع آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی گزارش شماره ۱۱۱.
- بی‌نام. ۱۳۹۴. آمار نامه کشاورزی. جلد اول. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، معاونت برنامه ریزی، اقتصادی و بین‌المللی، وزارت جهاد کشاورزی. جلد ۱. ۱۳۶ صفحه.
- حسینی، ر.ا. س. گالشی، ا. سلطانی، م. کلاته. ۱۳۹۰. اثر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام قدیم و جدید گندم. فصلنامه مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴: ۱۸۷-۱۹۹.
- حیدری، ن. ۱۳۹۰. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در کشور. مجله مدیریت آب و آبیاری. ۱: ۴۳-۵۷.
- سپهوند، م. ۱۳۸۸. مقایسه نیاز آبی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آن در گندم و کلزا در غرب ایران در سال‌های پرباران. پژوهش آب ایران. ۳: ۶۳-۶۸.
- صفریان، ع. ر. و. ا. عبدالشاهی. ۱۳۹۳. مطالعه توارث کارایی مصرف آب گندم نان در شرایط تنش خشکی. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۷ (۱): ۱۹۹-۱۸۱.
- فرنیا، ا. ش. نخجوان، ف. خدایی و م. شاهوردی. ۱۳۹۳. تأثیر تراکم کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیکی رشد و عملکرد گندم دیم در بروجرد. یافته‌های نوین کشاورزی. ۴: ۲۹۱-۳۰۲.
- قربانی، م. ح. و ه. هارتونیان. ۱۳۹۰. واکنش رشد و عملکرد گندم به تراکم و فاصله ردیف در شرایط دیم. فصلنامه مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴: ۱۳۹-۱۵۴.
- سالک زمانی، ع. و ر. توکلی. ۱۳۸۳. اثر مقادیر مختلف بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های جدید گندم دیم. مجله علوم زراعی ایران. ۶: ۲۱۴-۲۲۲.
- مختار، ق. ع. کاشانی. و ر. مامقانی. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در منطقه اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۲: ۴۸-۵۷.
- منتجبی، ن. ۱۳۸۸. مدیریت مصرف آب آبیاری برای افزایش عملکرد و کارایی آب مصرفی گندم در گلپایگان. چهارمین همایش منطقه‌ای ایده‌های نو در کشاورزی. ۲۹-۳۰ مهر ماه. دانشگاه آزاد اسلامی خوراسکان، اصفهان. ۱۱۲-۱۰۷.
- منتظر، ا. و ح. کوثری. ۱۳۸۷. بررسی کارایی مصرف آب در برخی از محصولات زراعی ایران. کنفرانس ملی حفاظت منابع آب کشاورزی در منطقه مدیترانه. والنزانو (ایتالیا): ۱۲۰-۱۰۹.

Aggarwal, P., and B. Goswami. 2003. Bed planting system for increasing water use efficiency of wheat grown on Inceptisol (Typic Ustochrept). *Indian J Agri Sci.* 73:422-425.

Asghar, A., Tanveer, A. Adil Choudhry, M. Sohail, R. and Akram, M. M. 2001. Growth and yield Response of rice bean (*Vigna unbellata*) to different seeding rates and planting patterns. *Pakistan J. Biol Sci.* 4(4): 460 – 461.

Buntley, G.J., and F.F. Bell. 1976. Yield estimates for the major crops grown on soils of west Tennessee. *Agric. Exp. Stat. Bull.* 561. P.?

Elmi, A.A., C. Madramootoo., M. Egeh., A. Liu., and C. Hamel. 2002. Environmental and agronomic implications of water table and nitrogen fertilization management. *J Environ Quality* 31:1858-1867.

Fahong, W., W. Xuqing., and K. Sayre. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. *Field Crop Res.* 87:35-42.

- Fischer, R.A., and A. Stapper. 1987. Lodging effects on high yielding crops of irrigated semi-dwarf wheat. *Field Crops Res.* 17: 245- 258.
- Freeman, K. W., K. Desta., and W.R. Raun. 2002. Winter wheat grain yield and grain nitrogen as influenced by bed and conventional planting system. Department of Plant and Soil Science, Oklahoma University, Stillwater, OK. 74078.
- Kilic, H. 2004. Bed planting in Diyarbakir. Southeastern Anatolia Agricultural Research Institute. Diyarbakir (Turkey). Research Report. 25 p.
- Li, Q.Q., X.B. Zhou, Y.H. Chen, S.L. Yu. **2010**. Grain yield and quality of winter wheat in different planting patterns under deficit irrigation regimes. *Plant Soil Environ.* 56, 2010: 482-487
- Limon-Ortega, A., K.D. Sayre., and C.A. Francis. 2000. Wheat nitrogen use efficiency in a bed-planting system in northwest Mexico. *Agron J.* 92:303-308.
- Majeed, A., A. Muhmood, A. Niaz, Sh. Javid, Z. Ashfaq Ahmad, S. S. Hussain Shah, and A. Hussain Shah. 2015. Bed planting of wheat (*Triticum aestivum* L.) improves nitrogen use efficiency and grain yield compared to flat planting. *The Crop Journal*, 3: 118- 124.
- Passioura, J.B., and F. Angus. 2010. Improving productivity of crops in water limited environments. *Adv.Agron.* 106:38-75.
- Sayre, K.D., and O.H. Moreno Ramos. 1997. Applications of raised-bed planting systems to wheat. CIMMYT-MEXICO.WPSR No. 31 (Wheat Program Special Report No. 31).
- Tanveer, S.K., I. Hussain., M. Sohail., N. Kissana., and S.G. Abbas. 2003. Effects of different planting methods on yield and yield components of wheat. *Asian J. Plant Sci.*2: 811-813.
- Unkovich, M., J. Baldock.,and M. Forbes. 2010. Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: examples from Australian agriculture. *Adv.Agron.* 105:173-219.
- Wang, C.R., and X.H. Tian. 2004. Effects of plastic sheet-mulching on ridge for rainwater harvesting cultivation on WUE and yield of winter wheat. *Sci.Agric. Sinica* 37:208-214.
- Zhang, H. and T. Oweis. 1999. Water yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agric. Water Manag.* 38:195-211.
- Zhang, J., J. Sun., A. Duan., J. Wang., X. Shen., and X. Liu. 2007. Effects of different planting patterns on water use and yield performance of winter wheat in the Huang-Huai-Hai plain of China. *Agric. Water Manag.* 92:41-47.

Effect of planting methods and seed ingrates on yield, yield components and water use efficiency of wheat (*Triticum aestivum*)

D. Afiuni¹, A. Asadi², L. Safae³, S. Mottaghi⁴, O. Lotfifar⁴

Received: 2016-9-20 Accepted: 2016-12-15

Abstract

Flat planting in addition to low water use efficiency, caused to intense erosion and it had to replace this method of planting by other methods. In order to compare bed planting (3 rows on 75 cm beds) and flat planting (random broadcast pattern or conventional planting), and different seeding rates on yield, yield components and water use efficiency of wheat, an experiment was conducted as randomized complete blocks design with seven treatments and 3 replications during 2008-2009 at Isfahan, Iran. Treatments included bed planting with four seeding rates (60, 120 and 180 kg ha⁻¹), and flat planting with four seeding rates (60, 120, 180 and 300 kg ha⁻¹). Although flat planting with seeding rate of 180 kg of seeds ha⁻¹ (9948 kg seed yield ha⁻¹) had highest grain yield, but it had no significant differences with bed planting with 180 kg seed ha⁻¹ (9715 kg seed yield ha⁻¹) and bed and flat planting methods with 120 kg seeds ha⁻¹ (9549 and 9235 kg seed yield ha⁻¹). Flat planting with 60 kg of seeds ha⁻¹ had the lowest grain yield (8046 kg seed yield ha⁻¹), because significant reduction in grains per spike and spikes per m² Flat planting and 300 kg of seeds ha⁻¹ (conventional method) had yield of equivalent with bed planted and 120 kg of seeds ha⁻¹. Water use efficiency was 11% more and used water was 14% less on a bed culture than flat method. In summary, using a bed planting of 120 kg of seeds ha⁻¹ is recommended, compared to conventional method at similar conditions.

Keyword: Bed planting, flat planting, lodging percent, water use efficiency

1- Assistant Professor, Horticulture Crop Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

3- Instructor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

4- Professor Assistant, Payam Noor University, Tehran, Iran