نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره پنجم، ۱۳۹٦
http://jwsc.gau.ac.ir

عملکرد دانه گندم و محتوای رطوبتی خاک تحت‌تأثیر فاصله ردیف و جهت شخم در کشتزار دیم

*مجید باقری[۱] و علی‌رضا واعظی[۲]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان
تاریخ دریافت: ۹۵/٦/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٦/۱۰/۹

چکیده

سابقه و هدف: نگهداری آب در خاک و افزایش محتوای رطوبتی خاک در پیرامون ریشه اولین راه برای افزایش عملکرد محصول به‌ویژه در زمین‌های دیم است. روش‌های کشاورزی همراه با ویژگی‌های ذاتی خاک (بافت خاک، ساختمان خاک و ...) می‌توانند بر نگهداری آب در خاک و در نتیجه تولید محصول مؤثر باشند. بسیاری از دیمزارهای ایران در منطقه نیمه‌خشک واقع شده و معمولاً در جهت شیب شخم‌خورده که رواناب را تسریع کرده و از این‌رو فرسایش خاک افزایش می‌یابد. تغییر جهت شخم از موازی شیب به روی خطوط تراز اولین راهکار برای حفظ آب در خاک است. با این‌حال تغییر جهت شخم با توجه به برخی از محدودیت‌های مزرعه و مشکلات رفت و آمد ماشین‌ها کم‌تر امکان‌پذیر است. انتخاب فاصله ردیف مناسب در کشتزار دیم شخم‌خورده در جهت موازی شیب برای حفاظت آب و خاک و تولید محصول دارای اهمیت است. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی دو فاصله ردیف رایج و دو جهت شخم بر نگهداری آب و عملکرد محصول در کشتزارهای دیم در منطقه نیمه‌خشک انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در کشتزاری دیم با شیب حدود ۱۰ درصد در استان زنجان طی دوره رشد گندم پاییزه از مهر ۱۳۹٤ تا تیر ۱۳۹۵ انجام شد. در مجموع ۱۲ کرت آزمایشی (۱/۵ متر × ۵ متر) به‌منظور بررسی اثرات دو فاصله ردیف (۲۵ سانتی‌متر و ۲۰ سانتی‌متر) و دو جهت کشت (موازی شیب و روی خطوط تراز) بر محتوای آب خاک و عملکرد دانه گندم انجام شد. خصوصیات خاک با استفاده از روش‌های رایج در آزمایشگاه تعیین شد. محتوای رطوبتی خاک با استفاده از دستگاه انعکاس‌سنجی حوزه زمانی (TDR) طی دوره رشد، در بازه زمانی ۵ روزه اندازه‌گیری شد. تغییرات فصلی محتوای رطوبتی خاک برای تیمارهای مختلف طی دوره رشد تعیین شد. رابطه بین عملکرد دانه گندم و محتوای رطوبتی خاک برای فواصل ردیف و جهت‌های مختلف شخم تعیین شد. برای تعیین عملکرد دانه گندم، بوته‌های گندم از سطح کرت در اوایل تیر با دست برداشت شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که محتوای رطوبتی خاک و عملکرد دانه گندم تحت‌تأثیر جهت شخم (به‌ترتیب $P<۰/۰۰۱$ و $P<۰/۰۱$) و فاصله ردیف کشت (به‌ترتیب $P<۰/۰۰۱$ و $P<۰/۰۵$) قرار گرفتند. میانگین محتوای رطوبتی خاک در روش شخم روی خطوط تراز نزدیک به ۱٦ درصد بیش‌تر از مقدار آن در روش شخم در جهت شیب بود. میانگین محتوای رطوبت خاک در شرایط تیمار کشت با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر ۱٤/٤ درصد بود که حدود ۱۱ درصد

* مسئول مکاتبه: majid.bagheri67@yahoo.com

بیش‌تر از مقدار آن در شرایط کشت با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. در تمام فصول محتوای رطوبت حجمی خاک در تیمارهای شخم‌خورده روی خطوط تراز و فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر بیش‌تر از مقدار آن در روش شخم موازی شیب و فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. در فصل بهار بیش‌ترین اختلاف رطوبتی خاک بین دو جهت شخم (۲/۵۷ درصد) و دو فاصله ردیف کشت (۱/٦ درصد) مشاهده شد. عملکرد دانه گندم در روش شخم روی خطوط تراز (۱۳۳۰ کیلوگرم در هکتار) و فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود که حدود ٤۰ و ۱۱ درصد بیش‌تر از مقدار آن در روش شخم موازی شیب و فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. روابط معنی‌داری بین عملکرد دانه و محتوای رطوبتی خاک در دو جهت شخم و دو فاصله ردیف کشت مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که جهت شخم در مرتبه اول و فاصله ردیف کشت در مرتبه دوم به عنوان عوامل مؤثر بر محتوای رطوبتی خاک و عملکرد دانه گندم هستند. بکارگیری فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر همراه با روش شخم روی خطوط تراز بهترین اقدام برای افزایش نگهداری آب در خاک و افزایش عملکرد دانه گندم است. اهمیت این دو روش کشت در فصل بهار با بارش‌های شدید و پیاپی، آشکار است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات فصلی، روش‌های کشت، منطقه نیمه‌خشک، نگهداشت آب

مقدمه

آب یک عامل اصلی محدودکننده عملکرد محصول در کشتزارهای دیم است (۲۸). محتوای کم آب خاک به‌عنوان مهم‌ترین خطر زیست‌محیطی برای تولید گندم در شرایط دیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان می‌باشد (۱۲). تولید محصول در مناطق نیمه‌خشک نیازمند ذخیره‌سازی آب کافی در خاک برای اطمینان از آب در دسترس گیاه، به‌ویژه در مناطقی است که اکثریت بارش سالانه در فصل غیررشد رخ می‌دهد. تولیدکنندگان می‌توانند ذخیره‌سازی آب خاک را از طریق اتخاذ بهترین شیوه‌های مدیریت (مدیریت خاک‌ورزی و باقی‌مانده گیاهی) افزایش دهند (۳۳). بهره‌مندی بیش‌تر از آب باران برای دستیابی به عملکرد مناسب در کشتزارهای دیم دارای اهمیت است. تخریب اراضی ناشی از فرسایش خاک و مدیریت ضعیف حاصلخیزی خاک به بهره‌وری پایین و استفاده کم از آب باران منجر می‌گردد (۲۲). ۷۰ تا ۸۰ درصد از بارش، ممکن است قبل از جذب توسط محصولات کشاورزی در مناطق خشک دچار هدررفت شود (۱۹).

هزینه ارتقاء کشاورزی دیم از طریق مدیریت آب باران، مناسب‌تر و کم‌تر از احداث طرح‌های آبیاری در کشتزارهای دیم است (۹). برای مدیریت آب راهکارهای مختلفی مثل، کاهش هدررفت آب در محل، بهبود نفوذ مستقیم آب و کاهش تبخیر، حفاظت از آب و خاک، جلوگیری از ایجاد رواناب سطحی و حفظ آب باران در محل با روش‌هایی مانند خاک‌ورزی حفاظتی، مالچ، برداشت شبنم برای شرایط نیمه‌مرطوب و خشک مناسب است. در حال حاضر حفاظت از آب باران رسیده به خاک و محتوای آب خاک به‌خصوص در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک از اقدامات مهم کشاورزی است (۱۲). یکی از اهداف مدیریت آب و خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک افزایش نفوذ آب و کاهش رواناب سطحی است. از آن‌جایی‌که سیستم کشت دیم در مناطق نیمه‌خشک در درجه اول به کمبود آب محدود است، هر نوع مدیریتی که آب قابل دسترس خاک را افزایش دهد، می‌تواند بر بسیاری از سیستم‌های کشت ترجیح داده شود (۱۷).

خاک‌ورزی به‌عنوان یکی از شیوه‌های مهم مؤثر در تولید محصولات کشاورزی در نظر گرفته شده است، این روش‌های مدیریتی خاک با تأثیر بر جوانه‌زنی بذر، کنترل علف‌های هرز و فرسایش خاک، باعث کاهش تبخیر، بهبود نفوذ آب، هوادهی خاک و بهبود شرایط تولید می‌گردد (۲٤). ما و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که رطوبت خاک، عملکرد دانه گندم زمستانی و کارایی مصرف آب را روش‌های خاکورزی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۲۰). کشت روی خطوط تراز می‌تواند هدررفت آب را به‌طور چشم‌گیری کاهش دهد، همچنین می‌تواند فرسایش خاک را کاهش داده و نفوذ آب را بهبود ببخشد (۱۳). انجام عملیات کشت عمود بر جهت شیب، به‌طور قابل‌توجهی هدررفت آب را کاهش می‌دهد. از آن‌جا که دامنه‌های شیب‌دار به‌ندرت دارای شیب یکنواخت می‌باشند و خطوط تراز معمولاً غیرموازی هستند از این‌رو به ناچار کشت در جهت موازی شیب انجام می‌گیرد، در صورتی که انجام عملیات میدانی عمود بر جهت شیب، به‌طور قابل‌توجهی هدررفت آب را کاهش می‌دهد (۳۲).

طراحی الگوی مناسب کاشت یک پارامتر کلیدی در افزایش عملکرد دانه محصولات زراعی ردیفی است. فاصله ردیف کشت در میزان حفظ آب در خاک و در نتیجه تولید محصول می‌تواند مؤثر باشد. منظور از فاصله ردیف کاشت، فاصله یک شیار کشت تا شیار کشت بعدی می‌باشد. فاصله ردیف کشت به نوع دستگاه خطی‌کار وابسته است. فاصله لازم ردیف گندم در سبک و الگوی رشد به نوع واریته بستگی دارد. اگر فاصله ردیف بیش از حد گسترده باشد، تابش خورشیدی بین ردیف محصول، بدون استفاده باقی می‌ماند (٦). از سوی دیگر، اگر فاصله ردیف بیش از اندازه کم باشد، گیاهان از سایه‌اندازی متقابل رنج می‌برند. علاوه بر این، عملکرد محصول ممکن است در ردیف‌های باریک به‌دلیل افزایش رقابت گیاهان در مواد مغذی و آب خاک کاهش یابد (۸). در مورد اثر فاصله ردیف کشت در عملکرد دانه نتایج متعددی گزارش شده است. کاشت گیاهان زراعی در فاصله ردیف‌های گسترده‌تر در یک تراکم مشخص به‌دلیل فاصله کم بذرها نسبت به هم بر روی هر ردیف منجر به افزایش رقابت در خوشه گیاه زراعی شده و در نتیجه رشد محصول کاهش‌یافته و عملکرد در مقایسه با فاصله ردیف‌های کم‌عرض کاهش یافت (۳۱). بررسی‌های ژو و همکاران (۲۰۱۱) در مورد تأثیر فاصله ردیف بر عملکرد گندم زمستانی تحت شرایط دیم و آبیاری نشان داد که کاهش فاصله ردیف در یک تراکم مشخص عملکرد گندم زمستان افزایش یافت (۳۹). مطالعات بیششور و همکاران (۲۰۱۳) در مورد اثر فاصله ردیف کشت و جهت کشت بر عملکرد نشان داد که با افزایش فاصله ردیف کشت از ۱۵ به ۲۵ سانتی‌متر از ۳/۲۷ به ۳/۳ تن در هکتار افزایش یافت و در سطح ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود (۱).

بررسی‌های اولیه در مورد دستگاه‌های خطی‌کار رایج در کشور نشان می‌دهد که فاصله ردیف‌های کشت در خطی‌کار ۹ ردیفی ۲۵ سانتی‌متر و در خطی‌کار ۱۱ ردیفی ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. فاصله ردیف در مرکز اروپا از ۰/۱۲ تا ۰/۱۸ متر برای بسیاری از محصولات کوچک‌دانه مانند غلات متفاوت است (۱٤). با توجه به شیب‌دار بودن زمین‌های کشت دیم و وجود مشکلات متعدد در روش شخم‌روی خطوط تراز (شخم غیریکنواخت زمین، خطر واژگونی تراکتور، عرض کم زمین و خرده‌مالکی و ...) هنوز در بسیاری مناطق کشور کشت دیم در جهت موازی شیب انجام می‌گردد. تعیین فاصله ردیف کشت و جهت کشت مناسب برای حفظ آب و خاک و

دستیابی به عملکرد زیاد در راستای کشاورزی پایدار ضروری است. بنابراین این پژوهش با هدف دستیابی به بهترین فاصله ردیف کشت و جهت کشت در حفظ محتوای رطوبتی خاک و عملکرد محصول بالا، در کشتزارهای دیم در منطقه نیمه‌خشک استان زنجان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات عمومی کشتزار دیم: این پژوهش در کشتزاری دیم در محدوده دانشگاه زنجان با مختصات جغرافیایی ″۱۲ ′۱ °۴۷ تا ″۳۱ ′۵۲ °۴۹ طول شرقی و ″۴۵ ′۲۵ °۳۵ تا ″۲۴ ′۱۵ °۳۷ عرض شمالی طی فصل زراعی ۹۵-۱۳۹٤ انجام شد. مساحت زمین مورد استفاده حدود ۱۰۰۰ متر بود (شکل ۱). مشاهدات میدانی نشان داد که بیش‌تر کشتزارهای دیم منطقه دارای شیبی حدود ۳ تا ۱۰ درصد می‌باشند. از این‌رو کشتزاری با شیب یکنواخت ۱۰ درصد برای اجرای پژوهش انتخاب شد. میانگین دمای سالیانه و بارندگی در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب، ۱۱ درجه سانتی‌گراد و ۲۷۱ میلی‌متر بود. منطقه دارای اقلیمی سرد و خشک بود و رژیم حرارتی و رطوبتی خاک بر اساس اطلاعات نقشه رژیم حرارتی و رطوبتی خاک به‌ترتیب، مزیک و زریک بود (۳۷). خاک منطقه بر اساس رده‌بندی آمریکایی در رده انتی‌سول و اینسپتی‌سول قرار دارد (۳۰).

شکل ۱- کرت‌های آزمایشی ایجاد شده در کشتزار دیم گندم.

Figure 1. The experiment plots installed on the wheat rainfed land.

طرح آزمایش: این آزمایش در دو فاصله ردیف کشت (۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر) و دو جهت کشت (موازی شیب و روی خطوط تراز) با سه تکرار با مجموع ۱۲ کرت به‌صورت طرح اسپلیت بلوک در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. کرت‌های آزمایشی در محدوده ۱ تا ۵۰ متر مربع برای بررسی فرسایش در خاک‌های مختلف، پوشش‌های متفاوت گیاهی (۳) و کاربری‌های مختلف (۲۳) مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به محدودیت‌هایی که در مسیر عبور و مرور تراکتور برای کاهش تراکم خاک در هنگام کشت وجود داشت اندازه کرت‌ها ۱/۵ متر × ۵ متر مشابه با پژوهش‌ها (۱۰) در نظر گرفته شد.

کشت گندم و ایجاد کرت‌های آزمایشی: زمین مورد مطالعه در اوایل مهر ۱۳۹٤ توسط گاوآهن برگردان به‌طور کامل شخم خورد. سپس در اواسط مهرماه عملیات کشت گندم توسط دو دستگاه خطی‌کار رایج در منطقه (خطی‌کار همدان و کشت گستر) و با دو فاصله ردیف به‌ترتیب ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر و دو جهت کشت موازی شیب و کشت بر روی خطوط تراز انجام شد. گندم رقم سرداری به‌عنوان رقم رایج کشت دیم در منطقه با فواصل ۱/۵۹ و ۱/۲۸ سانتی‌متر به‌ترتیب در (فاصله ردیف ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر) روی ردیف کشت و سپس کرت‌های آزمایشی طراحی شد.

اندازه‌گیری محتوای رطوبتی خاک: محتوای رطوبتی خاک به فاصله زمانی ۵ روز طی دوره رشد (از اواسط مهر ۱۳۹٤ تا اواسط تیر ۱۳۹۵) با استفاده از دستگاه انعکاس‌سنجی حوزه زمانی یا TDR (Time-Domain Reflectometry) در عمق توسعه ریشه گیاه صفر تا ۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (۱۵).

اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد: در اواسط تیرماه ۱۳۹۵ عملیات برداشت از سطح کل کرت آزمایشی با دست انجام شد. ابتدا تعداد کل بوته‌های سطح کرت شمارش شد، سپس تعداد ۳۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری عملکرد به آزمایشگاه منتقل شد (۱۱). در آزمایشگاه دانه‌های گندم با دست جدا و میزان عملکرد دانه در ۳۰ بوته تعیین شد. سپس مقادیر محاسبه شده به عملکرد کل بوته‌ها در هر کرت نسبت داده شد.

شکل ۲- کرت‌های آزمایش در زمان رسیدن محصول.

Figure 2. Wheat plants at harvesting time from experimental plots.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزار: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در نمونه مرکب خاک که از بخش‌های مختلف کشتزار به روش تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر برداشته شده بود، اندازه‌گیری شدند. در این راستا توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری (۷) ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (۱٦)، ماده آلی خاک به روش اکسیداسیون مرطوب و تر (۳۵)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی به‌وسیله اسیدکلریدریک نرمال (۲۷)، واکنش (اسیدیته) به‌وسیله pHسنج و درجه

شوری خاک بر مبنای رسانایی الکتریکی عصاره گل اشباع به‌وسیله دستگاه EC سنج اندازه‌گیری شد. همچنین جرم مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر فلزی (۲٦) تعیین شد. پایداری خاکدانه‌ها در آب به روش الک تر (۳٦)، در خاکدانه‌های با قطر ۲ تا ٤ میلی‌متر به‌مدت یک دقیقه اندازه‌گیری و بر مبنای شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار (MWD) تعیین شد. نفوذپذیری خاک بر مبنای سرعت نفوذ نهایی آب خاک به روش استوانه مضاعف (۵) در سه تکرار در شرایط طبیعی مزرعه که رطوبت خاک کم بود (۳٤)، اندازه‌گیری شد. رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم (۱۵۰۰- کیلوپاسکال) و ظرفیت مزرعه (۳۰- کیلوپاسکال) به‌ترتیب به‌وسیله دستگاه صفحه فشاری و غشای فشار اندازه‌گیری شدند (۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های حاصل از آزمایش‌ها قبل از تجزیه و تحلیل، از نظر توزیع نرمال بودن بر مبنای شاخص چولگی و کشیدگی مورد بررسی قرار گرفتند و در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند، با روش‌های رایج (لگاریتم‌گیری و ...)، توزیع آماری آن‌ها به توزیع نرمال تبدیل شد. تفاوت بین فاصله ردیف کشت (فاصله ردیف کشت ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر) و دو جهت کشت (موازی شیب و کشت بر روی خطوط تراز) از نظر رطوبت خاک، عملکرد دانه گندم با استفاده از آزمون دانکن مورد تحلیل قرار گرفت. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و جهت رسم نمودار از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱٦ استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزار: برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزار دیم مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه ذارت خاک نشان داد که خاک کشتزار دارای ٦۰/۱٦ درصد شن، ۲۰/۵۹ درصد سیلت و ۱۹/۲۵ درصد رس و دارای بافتی لوم شنی می‌باشد. درصد سدیم تبادلی خاک (۵/۵۹ درصد) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (۱۱/۷٤ میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم) کم بود. خاک دارای میانگین هدایت الکتریکی dS/m ۲/۵۷ بود و از نظر شوری در گروه خاک‌های کم‌شور (۲۱) قرار گرفت. خاک کشت‌زار به لحاظ داشتن مقادیر اندک مواد پیوند دهنده خاک مانند ماده آلی (کم‌تر از ۱/۵ درصد) و رس دارای خاکدانه‌های کوچک‌تر و به نوبه خود دارای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار کم‌تری (MWD=۱/۱ mm) بود (٤) که احتمال فروپاشی خاکدانه‌های این خاک تحت‌تأثیر باران را افزایش داد. میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک به‌دلیل وجود ذرات درشت زیاد (شن و سنگریزه)، ۱/۵۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. محتوای آب خاک در نقطه ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم نیز بسیار پایین (به‌ترتیب ۱۸/۸۹ و ۷/۰٦ گرم بر گرم) بود. به‌دلیل وجود بافت درشت و تا اندازه‌ای سنگریزه‌ای (۷/۵۲ درصد)، نفوذپذیری خاک (۱۰/۲ سانتی‌متر بر ساعت) زیاد بود. به‌دلیل سبک بودن بافت خاک و مقدار کم رس و محتوای ماده آلی خاک ظرفیت نگهداری آب خاک (۱۸/۸۹ گرم در گرم) کم بود. این نتایج بیانگر محدود بودن میزان آب قابل‌دسترس خاک (۵/۳۹ سانتی‌متر) برای گیاه است.

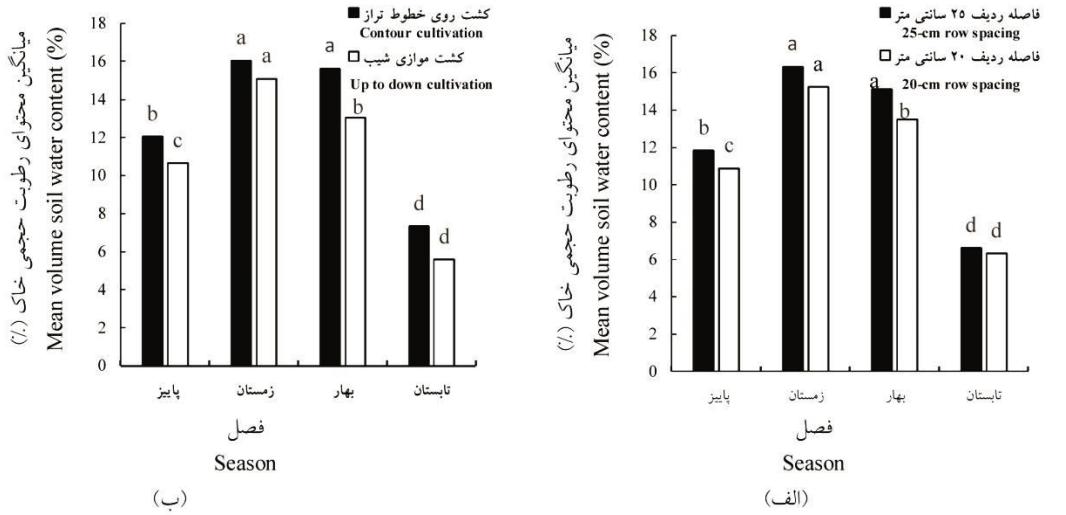
جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه.

Table 1. Some physical and chemical soil properties.

میانگین Mean	ویژگی‌های شیمیایی Chemical characteristics	میانگین Mean	ویژگی‌های فیزیکی Physical characteristics
7.52	واکنش pH	60.16	شن (٪) Sand
2.57	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m) EC	20.59	سیلت (٪) Silt
11.74	ظرفیت تبادل کاتیونی (meq/100g) CEC	19.25	رس (٪) Clay
5.59	سدیم تبادلی (٪) Exchangeable sodium	18.87	سنگریزه (٪) Gravel
1.43	ماده آلی (٪) Organic matter	1.09	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (mm) MWD
14.61	کربنات‌کلسیم معادل (٪) Calcium carbonate equivalent	1.52	جرم مخصوص ظاهری(g/cm^3) Bulk density
		7.06	رطوبت نقطه پژمردگی دائم (g/g) Permanent wilting point
		18.89	رطوبت ظرفیت مزرعه (g/g) Field capacity
		10.20	سرعت نفوذ نهایی (cm/h) Final infiltration rate

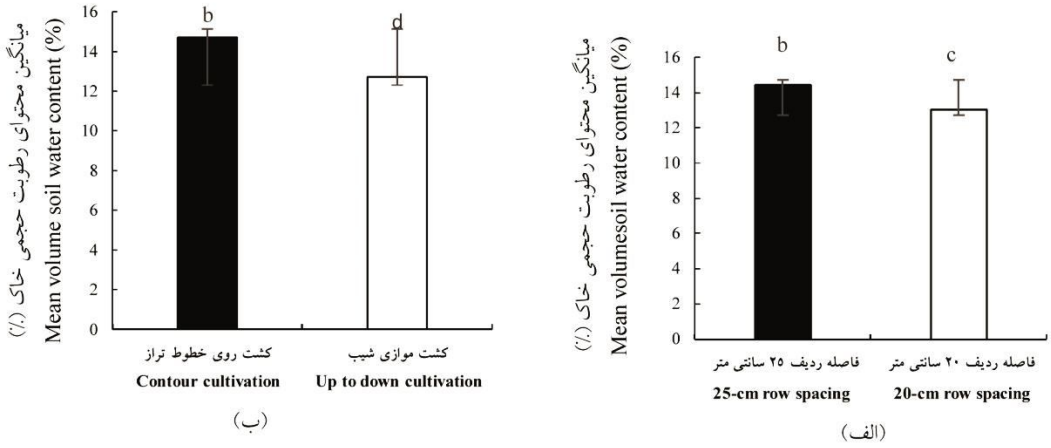
تغییرات زمانی رطوبت خاک تحت‌تأثیر فاصله ردیف و جهت کشت: بررسی میانگین محتوای رطوبتی خاک طی فصول مختلف سال (شکل ۳) نیز نشان می‌دهد که بیش‌ترین تفاوت محتوای رطوبتی خاک در دو جهت شخم (موازی شیب و روی خطوط تراز) در فصل تابستان (۳۱/۱۵ درصد) و کم‌ترین تفاوت در فصل زمستان (۹/۰۸ درصد) بود. همچنین بررسی محتوای رطوبتی خاک در دو فاصله ردیف کشت در فطول مختلف طی دوره رشد نشان داد که بیش‌ترین تفاوت محتوای رطوبتی خاک بین دو فاصله ردیف کشت (۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر) در فصل بهار (۱۱/۹ درصد) و کم‌ترین آن در فصل زمستان (٦/٩٦ درصد) بود. از آن‌جا که ۲۱/۳ درصد از بارش در فصل زمستان از نوع برف (۲۱ میلی‌متر) بود، تأثیر جهت کشت و فاصله ردیف کشت بر تولید رواناب و در نتیجه ذخیره رطوبتی خاک کم‌ترین بود. در فصل بهار به‌دلیل افزایش رخدادهای بارندگی و کاهش فاصله رخدادها اهمیت روش‌های مدیریتی (جهت کشت و فاصله ردیف) در حفظ آب و خاک بیش‌ترین بود. گوزی‌بایاک و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی بیان کردند که بیش‌ترین محتوای رطوبت حجمی خاک در ماه فوریه (۱۸/۸ درصد)، کم‌ترین محتوای رطوبت حجمی خاک در فصل برداشت (۱۲ درصد) و میانگین رطوبت حجمی خاک

۱٤/۲ درصد در روش بدون خاک‌ورزی مشاهده شد (۱۲). به‌طورکلی این نتایج نشان می‌دهد که به‌کارگیری روش شخم روی خطوط تراز و فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر به‌ترتیب نسبت به روش موازی شیب و نیز فاصله ردیف کشت ۲۰ سانتی‌متر موجب افزایش ذخیره رطوبتی خاک ۱۱ درصد و ۱۵/۷ درصد می‌شود (شکل ٤).



شکل ۳- میانگین محتوای رطوبتی خاک در کرت‌های آزمایشی در فصول مختلف طی دوره رشد گندم دیم (از مهر ۱۳۹٤ تا تیر ۱۳۹۵)، فاصله ردیف کشت (الف) و جهت کشت (ب).

Figure 3. Mean of soil water content in the experimental plots in different season during the wheat growing period (from October 2015 to Jun 2016) as effected by cultivation row spacing (a) and cultivation direction (b).



شکل ٤- محتوای رطوبتی خاک تحت‌تأثیر فاصله ردیف کشت (الف)، جهت کشت (ب).

Figure 4. Soil water content under the influence of cultivation row spacing (a), cultivation direction (b).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات فاصله ردیف و جهت کشت بر محتوای رطوبتی خاک و عملکرد دانه گندم.

Table 2. Analysis of variance for the effect of row spacing and cultivation method on soil water content and grain yield wheat at the plots.

متغیر Variable	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات (Mean square)	
		محتوای رطوبتی خاک Soil water content	عملکرد دانه گندم Grain yield wheat
فاصله ردیف کشت (Row spacing)	1	144.368***	0.293*
جهت کشت (Cultivation direction)	1	277.094***	0.47**
جهت کشت × فاصله ردیف کشت (Row spacing × Cultivation direction)	1	9.866^{ns}	0.070^{ns}
خطا (Error)	284	12.61	0.02

* معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد، *** معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹/۹ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

* Difference is significant at P<0.05, ** Difference is significant at P<0.01, *** Difference is significant at P<0.001, ns non-significant.

تغییرات رطوبت خاک تحت‌تأثیر فاصله ردیف و جهت کشت: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری محتوای رطوبت حجمی خاک طی دوره رشد (از اواسط مهرماه ۱۳۹٤ تا اواسط تیر ۱۳۹۵) نشان داد که محتوای رطوبتی خاک به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر فاصله ردیف کشت (P<۰/۰۰۱) و جهت کشت (P<۰/۰۰۱) قرار گرفت (جدول ۲). محتوای رطوبتی خاک در فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر (۱٤/٤٤ درصد) ۱۱ درصد بیش‌تر از محتوای رطوبتی خاک در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر (۱۳/۰۲ درصد) بود (شکل ٤). در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر میزان رطوبت خاک به‌دلیل فاصله بیش‌تر بین ردیف‌های کشت، شیب پشته‌های کشت (۳٤/۱۲ درصد) کم‌تر بوده و میزان نفوذ آب باران افزایش یافت و منجر به افزایش رطوبت نسبت به فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر شد. بررسی‌های هو و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد که افزایش فاصله ردیف کشت از ۳۰ به ٦۰ سانتی‌متر اثری معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) داشت که به‌دلیل حجم بیش‌تر ریشه در لایه سطحی خاک و جذب بیش‌تر محتوای رطوبتی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک در فاصله ردیف کشت ۳۰ سانتی‌متر بود، در صورتی که در فاصله ردیف ٦۰ سانتی‌متر حجم ریشه در لایه سطحی کم‌تر و بیش‌تر رطوبت از راه تبخیر از خاک خارج می‌شد (۱۵).

میانگین محتوای رطوبت حجمی خاک در روش شخم روی خطوط تراز (۱٤/۷ درصد) بود که حدود ۱۵/۷ درصد بیش‌تر از آن در روش شخم موازی شیب (۱۲/۷ درصد) بود (شکل ٤). در روش کشت روی خطوط تراز پشته‌های کشت به‌عنوان مانعی در برابر جریان سطحی عمل کرده و فرصت نفوذ آب باران به خاک را افزایش می‌دهد و در نهایت محتوای آب خاک افزایش می‌یابد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که کشت روی خطوط تراز می‌تواند هدررفت آب را به‌طور قابل‌ملاحظه کاهش دهد، همچنین فرسایش خاک کاهش داده و نفوذ آب را بهبود ببخشد (۱۳). زرین‌آبادی و واعظی (۱۳۹۵) در دامنه‌هایی با شیب‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که در شخم موازی شیب میزان هدررفت آب ۵/۵ برابر نسبت به شخم عمود بیش‌تر بود (۳۸). لوفر و همکاران (۲۰۱٦) در پژوهشی نشان دادند که روش کشت نواری و کاهش

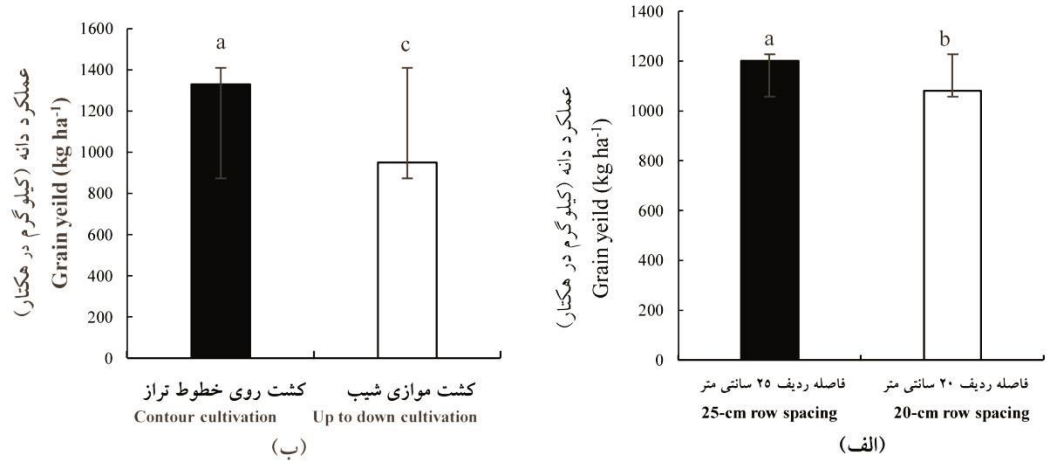
عرض‌های خاک‌ورزی میزان رواناب سطحی را به‌ترتیب ۵۵ و ۹۲ درصد نسبت به روش کشت فشرده کاهش داد (۱۸). اثر متقابل فاصله ردیف کشت و جهت کشت بر محتوای رطوبتی خاک معنی‌دار نشد. این نتایج نشان می‌دهد که نقش فاصله ردیف کشت در محتوای رطوبتی خاک و عملکرد دانه در تناقض با نقش جهت کشت در محتوای رطوبتی خاک و عملکرد دانه نیست (شکل ۷ الف). محتوای رطوبت حجمی خاک در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر ۱۱ درصد بیش‌تر از آن در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود.

عملکرد دانه گندم تحت‌تأثیر فاصله ردیف و جهت کشت: نتایج نشان داد که عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر فاصله ردیف کشت ($P<۰/۰۵$) و جهت کشت ($P<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۲). میانگین عملکرد دانه در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود که حدود ۱۱/۱ درصد بیش‌تر از عملکرد دانه گندم در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر (۱۰۸۰ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۵). در فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر به‌دلیل مقدار بیش‌تر آب در دسترس گیاه، در مراحل مختلف رشد کم‌تر با کمبود آب مواجه بوده و عملکرد بیش‌تری داشت. بیششور و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند عملکرد دانه با افزایش فاصله ردیف کشت از ۱۵ به ۲۵ سانتی‌متر از ۳/۲۷ به ۳/۳ تن در هکتار به طور معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت (۱). هو و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که فاصله ردیف کشت اثری معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بر عملکرد گندم زمستانی داشت (۱۵).

میانگین عمکرد دانه در روش شخم روی خطوط تراز (۱۳۳۰ کیلوگرم در هکتار) حدود ٤۰ درصد بیش‌تر از مقدار آن در روش شخم موازی شیب (۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۵). در روش شخم روی خطوط تراز با افزایش مدت زمان نفوذ آب باران به خاک، محتوای رطوبتی خاک افزایش می‌یابد. در پژوهشی زرین‌آبادی و واعظی (۲۰۱٤) نشان دادند که میانگین عملکرد گندم دیم در شخم عمود بر شیب در مقایسه با شخم موازی با شیب، ۱/۲٤ برابر افزایش یافت (۳۸). بیششور و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی نشان دادن که در کشت در جهت شمال به جنوب میزان عملکرد گندم ۱۱ درصد با سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بیش‌تر از عملکرد نسبت به کشت در جهت شرق به غرب بود (۱). برهمکنش معنی‌دار بین فاصله ردیف کشت و جهت کشت ار نظر عملکرد دانه گندم مشاهده نشد (شکل ۷ ب). در واقع نقش بهبوددهنده کشت روی خطوط تراز با نقش بهتر فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر در عملکرد دانه گندم هم‌راستا می‌باشد. عملکرد دانه گندم در روش شخم روی خطوط تراز ٤۰ درصد بیش‌تر از آن در روش شخم موازی شیب بود. بنابراین با توجه به اثرات هر دو عامل (فاصله ردیف کشت و جهت کشت) بر عملکرد دانه می‌توان نتیجه گرفت که کشت با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و روی خطوط تراز بهترین روش مدیریتی در کشتزارهای دیم در راستای دستیابی به عملکرد مناسب در مناطق نیمه‌خشک می‌باشد.

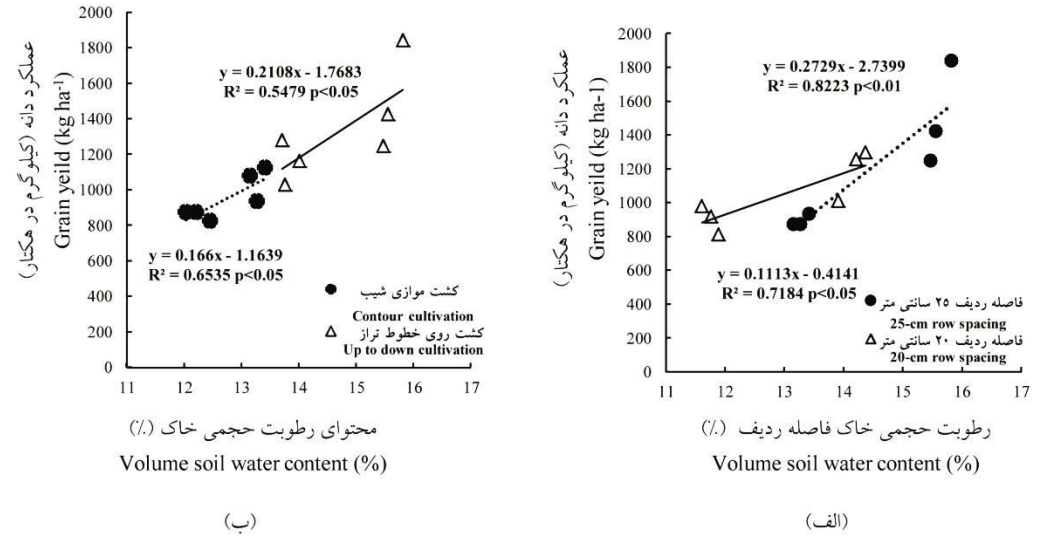
وابستگی عملکرد دانه گندم به محتوای رطوبتی خاک: رابطه‌ای معنی‌دار بین محتوای رطوبتی خاک و عملکرد دانه گندم در دو فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر ($P<۰/۰۱$، $R^2=۰/۸۲$) و ۲۰ سانتی‌متر ($P<۰/۰۵$، $R^2=۰/۷۱$) مشاهده شد (شکل ٦). در فاصله ردیف ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۸۲ و ۷۱ درصد از تغییرات عملکرد گندم دیم با میزان ذخیره رطوبتی خاک در کرت‌های آزمایشی قابل تبیین بود. در جهت شخم روی خطوط تراز و شخم موازی شیب به‌ترتیب ۵۷ و ٦۵ درصد از تغییرات عملکرد گندم دیم با میزان محتوای رطوبتی خاک در کرت‌های آزمایشی قابل تبیین است. این نتایج نشان داد که وجود آب در خاک در کنار تأمین نیاز تعرقی گیاه با افزایش سهولت انتقال عناصر غذایی موجود در خاک، باعث باروری تعداد بیش‌تری دانه در سنبله و پر شدن

بهتر آن‌ها پس از گلدهی شد و عملکرد دانه افزایش یافت. ماهانتی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که عملکرد محصول در شخم عمود بر شیب به‌طور چشم‌گیری به‌دلیل ذخیره بیش‌تر آب در خاک بیش‌تر از شخم متداول است (۲۵). سانگ و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی نشان دادند که در روش شخم برگردان و شخم چیزل با عمق ۳۰ سانتی‌متر به‌دلیل افزایش محتوای رطوبتی میزان عملکرد به‌ترتیب ۶ و ۷/۳ درصد بیش‌تر از روش شخم با برگردان با عمق ۱۵ سانتی‌متر داشت (۲۹). ژو و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر فاصله ردیف بر آب خاک و مصرف آب گندم زمستانه بیان کردند که رابطه معنی‌داری بین عملکرد دانه و تبخیر و تعرق (R^2=۰/۹۶ ،P<۰/۰۵) وجود دارد (۳۹).



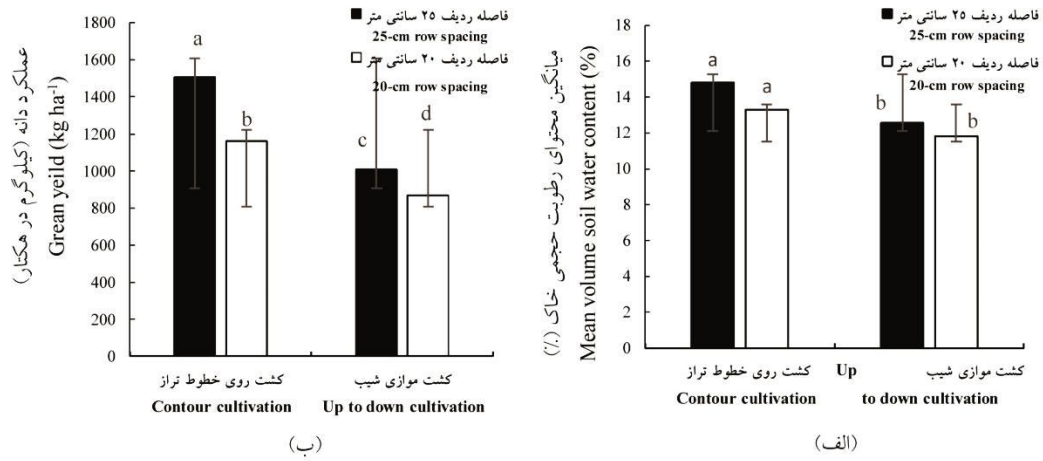
شکل ۵- عملکرد دانه گندم تحت‌تأثیر فاصله ردیف کشت (الف) و جهت کشت (ب).

Figure 5. Grain yield wheat under the influence cultivation row spacing (a) and cultivation direction (b).



شکل ٦- رابطه بین رطوبت خاک طی دوره رشد و عملکرد دانه تحت‌تأثیر فاصله ردیف کشت (الف) و جهت کشت (ب).

Figure 6. The relationship between wheat grain yield and sowing period soil water content under of influence cultivation row spacing (a) and cultivation direction (b).



شکل ۷- برهمکنش فاصله ردیف کشت و جهت کشت بر محتوای رطوبتی خاک (الف) و عملکرد دانه گندم (ب).

Figure 7. The interaction cultivation row spacing and cultivation direction of soil water content (a) and Wheat grain yield(b).

نتیجه‌گیری کلی

محتوای رطوبتی خاک طی دوره رشد دچار تغییرات زمانی می‌باشد. بیش‌ترین میزان محتوای رطوبتی خاک در اسفندماه و کم‌ترین آن در تیرماه مشاهده شد. در فصل زمستان به‌دلیل آن که بیش‌تر بارش‌های آسمانی از نوع برف بود، کم‌ترین تفاوت در محتوای رطوبتی خاک بین دو فاصله ردیف کشت (۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر) و دو جهت کشت (موازی شیب و روی خطوط تراز) وجود داشت. این پژوهش نشان داد که فاصله ردیف کشت اثری معنی‌داری بر محتوای رطوبتی خاک داشت. در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر به‌دلیل کم‌تر بودن شیب پشته‌های کشت، میزان نفوذ آب باران بیش‌تر از فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود و در نتیجه میزان رطوبت خاک به‌طور چشم‌گیری بیش‌تر از محتوای رطوبتی خاک در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. جهت کشت نیز دارای اثری معنی‌داری بر محتوای رطوبتی خاک بود. در روش کشت روی خطوط تراز، پشته‌ها به‌عنوان مانعی در برابر جریان سطحی عمل کرده و مدت زمان نفوذ افزایش یافته و محتوای رطوبتی خاک بیش‌تر از روش کشت موازی شیب بود. میزان عملکرد دانه در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و روش کشت روی خطوط تراز به‌دلیل زیاد بودن محتوای رطوبتی و کاهش رقابت برای جذب آب و مواد غذایی به‌ترتیب ۱۱/۱ و ۴۰ درصد بیش‌تر از آن فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر و جهت کشت موازی شیب بود. با توجه با نتایج این پژوهش فاصله ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر و جهت کشت روی خطوط تراز برای دستیابی به بهترین عملکرد دانه گندم در کشتزار دیم در مناطق مشابه با منطقه مورد بررسی پیشنهاد می‌شود.

منابع

1.Bisheshwor, P.P., Komal, B.B., Madan, R.B., Shrawan, K.S., Resham, B.T., and Tanka, P.K. 2013. Effect of row spacing and direction of sowing on yield and yield attributing characters of wheat cultivated in Western Chitwan, Nepal. Agricultural Sciences. 4: 309-316.

2.Black, C.A. 1965. Method of soil analysis. Part I and II. Amer. Soc. Agron. Inc. Madison, Wiscosin, USA, 770p.

3.Bochet, E., Poesen, J., and Rubio, J.L. 2006. Runoff and soil loss under individual plants of a semi-arid Mediterranean shrubland: Influence of plant morphology and rainfall intensity. Earth Surface Processes and Landforms. 31: 536-549.

4.Boujila, A., and Gallai, T. 2008. Soil organic carbon fraction and aggregate stability in carbonated and non- carbonated soils in Tunisia. J. Agron. 7: 127-137.

5.Bouwer, H. 1986. Intake rate: Cylinder infiltrometer. P 825-844, In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical methods. 2nd Ed. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of American, Inc., Madison.

6.Brant, V., Neckar, K., Pivec, J., Duchoslav, M., Holec, J., Fuksa, P., and Venclová, V. 2009. Competition of some summer catch crops and volunteer cereals in the areas with limited precipitation. Plant, Soil and Environment. 55: 17-24.

7.Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling, (methods of soilana), Pp: 545-567.

8.Das, T.K., and Yaduraju, N.T. 2011. Effects of missing-row sowing supplemented with row spacing and nitrogen on weed competition and growth and yield of wheat. Crop and Pasture Science. 62: 48-57.

9.De-Fraiture, C., Wichelns, D., Rockstrom, J. Kemp-Benedicat, E., Eriyagama, N., Gordon, L.J., Hanjra, M.A., Hoogeveen, J., Huber-Lee, A., and Karlberg, L. 2007. Looking ahead to 2050: Scenarios of alternative investment approaches.

10.El Kateb, H., Zhang, H., Zhang, P., and Mosandl, R. 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: a field experiment in Southern Shaanxi Province, China. Catena. 105: 1-10.

11.Ghorbani, M.H., and Harutyunyan, H. 2011. Response growth and yield to plant density and row space under rainfed conditions in wheat. Elec. J. Crop Prod. 4: 2. 139-154. (In Persian with English abstract)

12.Gozubuyuk, Z., Sahin, U., Adiguzel, M.C., Ozturk, I., and Celik, A. 2015. The influence of different tillage practices on water content of soil and crop yield in vetch–winter wheat rotation compared to fallow–winter wheat rotation in a high altitude and cool climate. Agricultural Water Management. 160: 84-97.

13.Heege, H.J., 2013. Precision in guidance of farm machinery. P 35-50, In: J.H. Heege, (Ed.), Precision in Crop Farming: Site Specific Concepts and Sensing Methods: Applications and Results. Dordrecht, Springer, Netherlands,

14.Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Stamp, P., and Streit, B. 2005. Effects of row spacing and liquid manure on directly drilled winter wheat in organic farming. Europ. J. Agron. 22: 441-447.

15.Hu, W., Schoenau, J.J., Cutforth, H.W., and Si, B.C. 2015. Effects of row-spacing and stubble height on soil water content and water use by canola and wheat in the dry prairie region of Canada. Agricultural Water Management. 153: 77-85.

16.Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1 (Physical and Mineralogical Methods). Am. Soc. Agron. Madison. WI.

17.Kurothe, R.S., Kumar, G., Singh, R., Singh, H.B., Tiwari, S.P., Vishwakarma, A.K., Sena, D.R., and Pande, V.C. 2014. Effect of tillage and cropping systems on runoff, soil loss and crop yields under semiarid rainfed agriculture in India. Soil and Tillage Research. 140: 126-134.

18.Laufer, D., Loibl, B., Marlander, B., and Koch, H.J. 2016. Soil erosion and surface runoff under strip tillage for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Central Europe. Soil and Tillage Research. 162: 1-7.

19.Liniger, H.P., Mekdaschi, R.S., Hauert, C., and Gurtner, M. 2011. Sustainable land management in practice-Guidelinees and best practice for sub-saharan Africa. Terrafrica, World overview of conservation approaches and technology (WOCAT) and food and agriculture organization of the United Nations (FAO).
20.Ma, S., Yu, Z., Shi, Y., Gao, Z., Luo, L., Chu, P., and Guo, Z. 2015. Soil water use, grain yield and water use efficiency of winter wheat in a long-term study of tillage practices and supplemental irrigation on the north China plain. Agricultural Water Management. 150: 9-17.
21.Malekuti, M.J., Keshavarz, P., Saadat, S., and Khaladbarin, B. 2002. Plants nutrition under saline conditions. Sana Press, 233p. (In Persian)
22.Mekdaschi, S.R., and Liniger, H. 2013. Water Harvesting: Guidelines to good practice. Centre for development and environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network(RAIN), MetaMeta, The International Fund for Agricultural Development (IFAD), 45p.
23.Mohammad, A.G., and Adam, M.A. 2010. The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. Catena. 81: 2. 97-103.
24.Mohammed, S. 2013. Contribution of Weed Control and Tillage Systems on Soil Moisture Content, Growth and Forage Quality of (Clitoria and Siratro) Mixture under-rainfed conditions at Zalingei-western Darfur state–Sudan. J. Sci. Technol. Kumasi, 3: 1. 80-92.
25.Mohanty, M., Bandyopadhyay, D., Painuli, P., Ghosh, A., Misra, K., and Hati, M. 2007. Water transmission characteristics of a Vertisol and water use efficiency of rain fed soybean (Glycine max (L.) Merr.) Under subsoiling and manuring. Soil and Tillage Research. 93: 420-428.
26.Nelson, D.W., and Kladivko, E.J. 1979. Surface runoff from sludge- amended soils. J. Water Poll. Con. Fed. 51: 100-110.
27.Page, M.C., Sprrks, D.L., and Noll, M.R. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal. Plain Soils. Soil Sci. Soc. Amer. J. 51: 1460-1465.
28.Prijono, S., and Bana, S. 2015. Study of Soil Moisture on Coffee Plantation in Dry Land Using Neutron Probe in Malang, East Java. Bull. Environment Pharmacology, Life Science. 4: 2. 135-143.
29.Sang, X., Wang, D., and Lin, X. 2016. Effects of tillage practices on water consumption characteristics and grain yield of winter wheat under different soil moisture conditions. Soil and Tillage Research. 163: 185-194.
30.Shabani, H., and Delavar, M.A. 2015. Assessment of macronutrients spatial variation in the University of Zanjan, Iran. J. Res. Cons. (In Persian)
31.Shapiro, C.A., and Wortmann, C.S. 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing and plant density in eastern Nebraska. Agron. J. 98: 3. 529-535.
32.Spekken, M., de Bruin, S., Molin, J.P., and Sparovek, G. 2016. Planning machine paths and row crop patterns on steep surfaces to minimize soil erosion. Computers and Electronics in Agriculture. 124: 194-210.
33.Van Herwaarden, A.F., MacPherson, H.G., Rawson, H.M., Kirkegaard, G.J.A., Bligh, K.J., and Anderson, W.K. 2003. Explore On-farm. On-farm Trials for Adapting and Adopting Good Agricultural Practices, FAO, Rome, 94p.
34.Vaezi, A.R., Sadeghi, S.H.R., Bahrami, H.A., and Mahdian, M.H. 2008. Modeling the USLE K-factor for calcareous soils in northwestern Iran. Geomorphology. 97: 3. 414-423.
35.Walkly, A., and Black, I.A. 1934. An examination of digestion methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic and titration. Soil Sci. Soc. Amer. J. 37: 29-38.
36.Yoder, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis and a study of a physical nature of erosion losses. J. Amer. Agron. 28: 337-351.
37.Zanjan Water Organization. 2011. Study reports of Zanjan plain. Zanjan Water Organization, Press, Pp: 27-54. (In Persian)
38.Zarinabadi, A., and Vaezi, A.R. 2016. runoff and soil loss in pastures with poor coverage and the effect of land use and soil. Iran. J. Soil Water Res. 47: 1. 87-98.
39.Zhou, X.B., and Chen, Y.H. 2011. Yield response of winter wheat to row spacing under irrigated and rainfed conditions. Bulgar. J. Agric. Sci. 17: 2. 158-166.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(5), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir

Wheat grain yield and soil water content as affected by row spacing and plough directions in a dry-farming land

***M. Bagheri[1] and A.R. Vaezi[2]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Zanjan,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, University of Zanjan
Received: 09/14/2016; Accepted: 12/30/2017

Abstract

Background and Objectives: Water retention in the soil and increasing soil water content in the rhizosphere is the first way to enhance crop yield particularly in the dry-farming lands. Agricultural practices along with intrinsic land characteristics (topography, soil, etc.) can affect the water retention in the soil and in consequence crop production. Most of these lands in Iran are located in semi-arid regions and are usually ploughed along the slope which accelerates the water runoff, hence increasing soil erosion. The change of plough direction from slope direction to contour line is the first strategy for water retention in the soil. However, there is no possible for the changing plough direction due some limitations in the farm and restriction on the movement of cultivation machines. The choice of proper row spacing is important in the dry-farming lands ploughed in the slope direction for water conservation as well as crop production. Therefore this study was carried out to investigate the effect of two common row spacing in two plough directions on the water retention and wheat grain yield in a dry-farming land in semi-arid region.

Materials and Methods: The study was conducted in a dry-farming land with 10% slope steepness in Zanjan during winter wheat growth period from October 2015 to June 2016. A total of 12 plots (1.5 m × 5 m) were installed to study the effect of two row spacing (20 cm and 25cm) in two plough directions (up to down slope and on the contour line) on the soil water content (SWC) and wheat grain yield (WGY). Soil properties were determined using the common methods in the lab. SWC was determined by a Time- Domain Reflectometry (TDR) interval during the growth period. Seasonal variation of SWC for different treatments were determined during the growth period. WGY for different row spacing and plough directions was related to SWC. Wheat plants were harvested from all plot surfaces to determine WGY early June.

Results: Results indicated that both SWC and WGY were significantly affected by plough direction ($P<0.001$, $P<0.01$, respectively) and row spacing ($P<0.001$, $P<0.05$, respectively). About 16% increase in SWC was observed for the contour ploughed plots as compared with the up-down ploughed plots, on average. Mean SWC during the growth period for the plots cultivated in 25 cm row spacing (14.4%) was about 11% bigger than the plots with 20 cm row spacing. In all seasons, SWC in the plots ploughed on the contour line and cultivated with 25 cm row spacing was bigger than the plots ploughed up to down slope and cultivated with 20 cm row spacing. Spring showed the highest difference in SWC between both two plough directions (2.57%) and two row spacing cultivations (1.6%). WGY values for the contour line ploughed plots (1330 Kg ha^{-1}) and 25 cm row spacing cultivated plots (1200Kg ha^{-1}) increased

* Corresponding Author; Email: majid.bagheri67@yahoo.com

about 40% and 11% as compared with the plots ploughed up to down slope and cultivated with 20 cm row spacing. Significant relationships were found between WGY and SWC for the two plough directions and the two row spacing cultivations.
Conclusion: The study revealed the plough direction in the first order and the row spacing in the second order are the major factor controlling SWC as well as WGY in the dry-farming lands. Application 25 cm row spacing with contour line plough is the best cultivation method for increasing water retention and achieving higher WGY. The importance of these two cultivation methods is obvious in spring when rainfalls are intensive and frequent.

Keywords: Seasonal variation, Cultivation methods, Semi-arid region, Water retention