

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم دیم و مقدار رطوبت و چگالی ظاهری خاک در تناوب آیش-گندم در مراغه

جلیل اصغری میدانی^۱، اسماعیل کریمی^{۲*} و سید بهمن موسوی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۷)

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی و مقایسه آثار روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد محصول گندم در تناوب آیش-گندم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار در ۴ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم-مراغه، به مدت ۳ سال زراعی اجرا شد. براساس نتایج تجزیه مرکب، میانگین عملکرد گندم دیم در تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۱/۴۵۲ تن در هکتار) مربوط به تیمار مخلوط کردن کاه و کلش با خاک و شخم با گاواهن قلمی در پاییز + پنجه‌غازی در بهار و کاشت با خطی کار بوده و کمترین عملکرد مربوط به تیمار حذف کاه و کلش در پاییز + شخم با گاواهن بدون صفحه برگردان در بهار + دستپاشی کود و بذر و مخلوط کردن با هرس بشقابی با ۱/۰۷۷ تن در هکتار بود. نتایج بررسی‌ها بر اجزای عملکرد نشان داد که تعداد پنجه در بوته و طول سنبله به عنوان یک عامل اصلی در افزایش عملکرد نسبت به سایر اجزا می‌باشد. از نظر میزان رطوبت و چگالی ظاهری خاک، اختلاف بین میانگین تیمارها معنی‌دار و در مرحله گل‌دهی گندم، درصد رطوبت خاک در تیمار خردکردن کاه و کلش با خاک همزن و شخم با گاواهن قلمی در پاییز، پنجه‌غازی در بهار، کاشت با خطی کار بیش از سایر تیمارهای مورد آزمون بود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی، رطوبت خاک، تناوب گندم-آیش، شرایط دیم

۱. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

۲. مربی و استادیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sm_ka80@yahoo.com

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک بوده (۵) و خودکفایی پایدار در امر تولید آن مستلزم انجام تحقیقات به‌زراعی و به‌نژادی می‌باشد. در کشور ما این محصول به طور دیم و آبی کشت می‌شود که تولید دیم آن با توجه به وسعت کشت چندین برابر تولید آبی می‌باشد (۲). بدیهی است هرگونه تلاش در راستای افزایش تولید گندم در واحد سطح نقش مهمی در اقتصاد کشور ایفا خواهد نمود. بنابراین شناخت موانع و محدودیت‌های تولید گندم از جمله مواردی است که باید مورد توجه ویژه‌ای قرار گیرند. در زراعت آبی حاصل‌خیزی خاک و در زراعت دیم آب به عنوان شاخص‌ترین موانع تولید مطرح هستند. بنابراین با توجه به وابستگی زراعت دیم به نزولات جوی در مناطق گرم و خشک از یک سو و کمبود بیلان رطوبتی در این مناطق از سوی دیگر، تمامی عملیات کشاورزی بایستی طوری طراحی شوند که امکان استفاده بهینه از بارش‌های آسمانی را فراهم نمایند (۱۸). اجرای شیوه‌های مناسب خاک‌ورزی و روش صحیح کاشت جزو این دسته از عملیات‌ها است که تأثیر زیادی در روند بهره‌وری از آب بارش‌ها و افزایش عملکرد دارد (۱).

گزارش‌های علمی در رابطه با آثار بلندمدت تناوب‌های زراعی و روش‌های متفاوت خاک‌ورزی وجود دارند که، بیانگر افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم به میزان ۷۸ درصد می‌باشند (۱۱). خورشید و همکاران نیز توانستند با انجام عملیات خاک‌ورزی توانستند بالغ بر ۲۰ درصد عملکرد ذرت را افزایش دهند (۱۶). بنابراین عملیات خاک‌ورزی علاوه بر تأمین بستری مناسب برای رشد بذر در مناطق خشک باید تأمین‌کننده موارد زیر نیز باشد:

۱. نفوذ بیشترین مقدار از بارش‌ها در خاک (کاهش روان آب) (۸)
۲. افزایش و حفظ مواد آلی در خاک (۲۳)
۳. کاهش تبخیر رطوبت از سطح خاک و کنترل علف‌های هرز که به نوعی مصرف‌کننده آب خاک هستند (۶)

در اجرای عملیات کشاورزی باید دقت کافی داشت چرا که مطالعات نشان داده‌اند انجام عملیات خاک‌ورزی نامناسب در شرایط دیم می‌تواند، در قسمت زیرین خاک لایه سفیدی ایجاد کند که علاوه بر نامساعدکردن زمینه نفوذ نزولات جوی، باعث عدم تهویه مطلوب خاک، کاهش فعالیت ریزجانداران، محدودیت توسعه ریشه گیاه، ایجاد روان‌آب و نهایتاً فرسایش خاک شود (۱۴ و ۱۷). از آنجایی که انجام عملیات خاک‌ورزی، بر تخلخل و چگالی ظاهری خاک تأثیر گذاشته و پیامد آن نفوذ، نگهداری و حرکت آب در خاک را متأثر می‌سازد، بنابراین عملیات شخم باید به گونه‌ای طراحی شود که موجبات کاهش چگالی ظاهری خاک و افزایش تخلخل مؤثر در نگهداری آب را فراهم نموده و قابلیت خاک را در حفظ نزولات جوی افزایش دهد (۲۴ و ۱۹، ۴). برای دستیابی به اهداف فوق از طریق انجام عملیات خاک‌ورزی، نوع وسیله خاک‌ورز بسیار مهم بوده و در شرایط دیم به عواملی نظیر نوع و مقدار علف‌های هرز، ساختمان و بافت خاک، نوع تناوب زراعی، پتانسیل فرسایش اراضی، شرایط رطوبتی و زمان انجام آن بستگی دارد (۹). این پژوهش با هدف دستیابی به روش خاک‌ورزی مناسب توأم با حفظ بقایای گیاهی در راستای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد گندم در تناوب آیش- گندم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم- مراغه (منطقه سردسیر نیمه‌خشک) واقع در ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۷۳۰ متر از سطح دریا اجرا شد. برخی از ویژگی‌های خاک مورد بررسی با بافت رسی در جدول ۱ و عوامل اقلیمی سال‌های اجرای طرح در جدول ۲ درج شده است. این بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار در ۴ تکرار به مدت ۳ سال زراعی (۱۳۸۲-۱۳۷۸) اجرا شد. تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در دو قطعه زمین با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تقریباً مشابه که هر سال یکی از قطعات در حال آیش و قطعه دیگر زیر

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک منطقه مورد بررسی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

Clay	Silt	Sand	N	OC	P	K	pH	EC
%	%	%	%	%	میلی‌گرم بر کیلوگرم	میلی‌گرم بر کیلوگرم		(dS/m)
۴۸	۳۱	۲۱	۰/۰۶۳	۰/۵۲	۸/۱	۵۴۵	۷/۳	۰/۴۵۶

جدول ۲. عوامل اقلیمی سال‌های زراعی ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۲ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم - مراغه

سال زراعی	زمان و مقدار اولین بارندگی مؤثر پاییزه	زمان و مقدار آخرین بارندگی مؤثر بهاره	متوسط درجه حرارت (سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	تبخیر در آبان، اردیبهشت خرداد و تیر (میلی‌متر)	کل میزان بارندگی (میلی‌متر)
۱۳۷۸-۷۹	۹ و ۱۰ آبان ماه ۱۳/۵ میلی‌متر	۲۰ اردیبهشت ۹/۵ میلی‌متر	۹/۹	۴۹/۹	۱۸۰۳	۲۶۴
۱۳۷۹-۸۰	۳ آبان ماه ۸/۴ میلی‌متر	۱۲ اردیبهشت ۱۵ میلی‌متر	۶/۱۵	۵۶/۸	۱۱۱۶	۲۳۵
۱۳۸۱-۸۲*	۳ آذر ماه ۲۰/۵ میلی‌متر	۲۵ خرداد ۱۳/۳ میلی‌متر	۴/۲۵	۶۸/۳	۸۹۱/۵	۳۶۷/۳
بلند مدت	-	-	۵/۳	۴۸/۳۳	۸۴۲/۶	۳۵۰

*: در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ به دلایلی محصول برداشت نشد و اجرای طرح به مدت یک سال زراعی تمدید گردید.

عرض کار، گاوآهن بدون صفحه برگردان، گاوآهن قلمی، پنجه‌غازی، خاک همزن و هرس بشقابی به ترتیب برابر ۱۱۰، ۲۲۵، ۲۳۰، ۱۵۰ و ۲۲۵ سانتی‌متر و عمق کار آنها به ترتیب برابر با ۲۰، ۲۵، ۱۰، ۱۲، ۱۰ سانتی‌متر بود. برای کاشت گندم از رقم آذر ۲ به میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار (۳۵۰ دانه در مترمربع) استفاده شده و میزان کود براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کارشناسی (N40P25 ازت از منبع اوره و فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل) استفاده گردید. به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر رطوبت خاک، هر سال در مرحله گل‌دهی گندم از اعماق صفر تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری شده و با روش وزنی رطوبت آن اندازه‌گیری شد. چگالی ظاهری خاک نیز پس از خاتمه اجرای مطالعه در اعماق صفر تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. هر ساله نیز پس از برداشت محصول، عملکرد

کشت گندم قرار می‌گرفت، در کرت‌هایی به ابعاد ۱۵×۵ متر به صورت زیر اعمال گردید. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:
 $T_1 =$ خردکردن کاه و کلش و شخم با گاوآهن قلمی در پاییز + پنجه‌غازی در بهار + کاشت با خطی کار
 $T_2 =$ خردکردن کاه و کلش و شخم با گاوآهن بدون صفحه برگردان در پاییز + پنجه‌غازی در بهار + کاشت با خطی کار
 $T_3 =$ شاهد (جمع کردن کاه و کلش در پاییز + شخم با گاوآهن بدون صفحه برگردان در بهار + هرس بشقابی قبل از کاشت + دستپاشی کود و بذر و مخلوط کردن با هرس بشقابی)
 $T_4 =$ شخم با گاوآهن بدون صفحه برگردان در بهار + هرس بشقابی قبل از کاشت + کاشت با خطی کار
 $T_5 =$ پنجه‌غازی در بهار + هرس دندان میخی قبل از کاشت + کاشت با خطی کار

استفاده از گاوآهن قلمی در این تیمار که باعث ذخیره نزولات آسمانی در طی فصل پاییز و زمستان و استفاده از پنجه‌غازی در بهار نسبت داد که می‌تواند علاوه بر کنترل علف‌های هرز با ایجاد مالچ خاکی رطوبت ذخیره شده در خاک را حفظ نموده و بستر مناسبی را برای بذر آماده نماید.

بررسی مقادیر چگالی ظاهری خاک نیز نشان داد که اولاً اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بوده (جدول ۵) و ثانیاً بیشترین مقدار در تیمار T_۳ و کمترین مقدار آن در تیمار T_۱ مشاهده گردید. در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری چگالی ظاهری خاک در بین تیمارها معنی‌دار نبود اما در اعماق ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج ۱۱ ساله تحقیقات عظیم‌زاده و همکاران (۴) در ارتباط با شخم بر گرداندار، گاوآهن قلمی، پنجه‌غازی و سیستم بدون شخم نشان داد که در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری کمترین و بیشترین چگالی ظاهری به ترتیب مربوط به شخم برگرداندار و سیستم بدون شخم بود. الیس و همکاران (۱۰) گزارش کردند که چگالی ظاهری در سیستم‌های خاک‌ورزی در مقایسه با بی‌خاک‌ورزی کمتر بوده و بین تیمارهای خاک‌ورزی نیز متفاوت است (بی‌خاک‌ورزی < گاوآهن قلمی < گاوآهن برگرداندار). رشیدی و کشاورزپور (۱۹) اثر شخم روی چگالی ظاهری را معنی‌دار گزارش نموده و بیشترین چگالی ظاهری را در سیستم بدون شخم مشاهده نموده‌اند. چگالی ظاهری خاک یکی از ویژگی‌های پویا بوده و با تغییر عوامل مؤثر در آن دچار تغییر می‌شود. علاوه بر تأثیر به‌هم‌خوردگی مکانیکی در شخم، یافته‌های گاستوا و همکاران (۱۲) نشان می‌دهد که جمعیت مایکوریزا و ترشح گلومالین در آنها یکی از عوامل مؤثر در پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد که از سیستم خاک‌ورزی متأثر می‌شوند و با تغییر میزان آنها پایداری خاکدانه‌ها دچار نوسان شده و می‌تواند باعث تغییر چگالی ظاهری خاک شود. علاوه بر این سیستم خاک‌ورزی می‌تواند باعث تغییر میزان ماده آلی شده و جرم مخصوص ظاهری را تغییر دهد (۱۳).

و اجزای آن (طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته و وزن هزار دانه) اندازه‌گیری شد. از برنامه آماری MSTAT-C برای تجزیه واریانس داده‌ها و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی خاک

نتایج تجزیه واریانس مرکب پس از انجام آزمون یکنواختی برای واریانس‌ها و مقایسه میانگین تیمارها از نظر میزان رطوبت خاک در طی سه سال اجرای آزمایش و چگالی ظاهری خاک در سال آخر در جدول‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ آمده است. جدول‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهند که در مرحله گل‌دهی گندم، درصد رطوبت خاک در تیمار T_۱ (خردکردن کاه و کلش و شخم با گاوآهن قلمی در پاییز + پنجه‌غازی در بهار + کاشت با خطی کار) در هر سه عمق بیش از سایر تیمارها بوده و از نظر آماری اختلاف بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقدار رطوبت در این تیمار در هر یک از اعماق اندازه‌گیری شده به ترتیب از سطح به عمق خاک برابر با ۱۵/۱۰، ۱۸/۲۱ و ۲۱/۷۶ درصد وزنی بود. در مرحله گل‌دهی کمترین میزان رطوبت خاک مربوط به تیمار T_۳ (جمع کردن کاه و کلش در پاییز + شخم با گاوآهن بدون صفحه برگردان در بهار + هرس بشقابی قبل از کاشت + دستپاشی کود و بذر و مخلوط کردن با هرس بشقابی) با میانگین ۱۲/۳۲، ۱۵/۲۷ و ۱۹/۷۹ درصد به ترتیب از سطح به عمق خاک در اعماق اندازه‌گیری شده بود. چنین استنباط می‌شود که تیمارهای آزمایشی با افزایش خلل و فرج خاک و فراهم کردن شرایط لازم برای نفوذ هر چه بیشتر بارش‌های جوی باعث افزایش رطوبت خاک می‌شوند. استرودلی و همکاران نیز در پژوهش خود نیز این چنین استنباطی دارند که در نتیجه آن بخش زیادی از رطوبت در محدوده فعالیت ریشه گیاه حفظ می‌شود (۲۱). افزایش میزان رطوبت خاک در تیمار T_۱ را می‌توان به خردکردن کاه و کلش و

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر درصد رطوبت وزنی در اعماق مختلف خاک در طی ۳ سال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	میانگین مربعات	میانگین مربعات
سال	۲	۱۵/۷۶۱**	۳۵/۲۱۹**	۳۷/۸۷۶**
خطا	۹	۱/۹۷۳	۰/۸۵۸	۰/۵۷۷
تیمار	۴	۵/۷۳۵*	۹/۳۸۶**	۹/۲۳۷**
سال × تیمار	۸	۲/۲۱۸ ^{ns}	۰/۹۸۶ ^{ns}	۰/۳۵۱
خطای آزمایشی	۳۶	۱/۷۷۳	۱۷/۴۸۲	۰/۵۸
ضریب تغییرات(%)		۶/۷	۳/۱۸	۳/۳۳

ns. غیر معنی‌دار، ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک در تیمارها، طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۲

تیمار	در زمان گل‌دهی گندم	در زمان گل‌دهی گندم	در زمان گل‌دهی گندم
	۰-۱۰ سانتی‌متر	۱۰-۲۰ سانتی‌متر	۲۰-۳۰ سانتی‌متر
T _۱	۲۱/۳ ^a	۲۲/۹ ^a	۲۴/۲ ^a
T _۲	۲۰/۳ ^b	۲۲/۳ ^{ab}	۲۳/۱ ^b
T _۳	۱۸/۸ ^c	۲۰/۶ ^c	۲۱/۹ ^d
T _۴	۲۰/۴ ^b	۲۲/۱ ^{ab}	۲۲/۹ ^{bc}
T _۵	۱۹/۶ ^b	۲۱/۵ ^b	۲۲/۳ ^{cd}

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۵. تجزیه واریانس اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر چگالی ظاهری خاک در اعماق مختلف در سال آخر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	میانگین مربعات	میانگین مربعات
تکرار	۳	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}
تیمار	۴	۰/۰۵۵ ^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۴*
اشتباه	۱۲	۰/۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات(%)		۱۳/۶۷	۴/۴۵	۲/۳۵

جدول ۶. مقایسه میانگین چگالی ظاهری خاک پس از پایان اجرای طرح (سال ۱۳۸۲)

چگالی ظاهری در اعماق مختلف خاک			تیمار
۲۰-۳۰ cm	۱۰-۲۰ cm	۰-۱۰ cm	
۱/۹ ^c	۱/۲ ^b	۱/۱ ^a	T _۱
۱/۴ ^{bc}	۱/۳ ^b	۱/۱ ^a	T _۲
۱/۵ ^a	۱/۴ ^a	۱/۳ ^a	T _۳
۱/۴ ^{ab}	۱/۳ ^{ab}	۱/۸ ^a	T _۴
۱/۴ ^{ab}	۱/۳ ^{ab}	۱/۴ ^a	T _۵

*: حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

اثر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

پس از حصول اطمینان از همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس مرکب روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی از نظر عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، طول سنبله و ارتفاع سنبله در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۷) (آزمون F از پایین به بالا انجام گردید، در مورد صفاتی که اثر متقابل سال در تیمار معنی‌دار نبود پس از ادغام مجموع مربعات سال در تیمار با مجموع مربعات خطا آزمون F انجام شد). اثر سال روی عملکرد، وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور در بوته در سطح احتمال ۵ درصد و روی تعداد پنجه بارور در بوته و ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۷). این نتایج با توجه به نوسانات اقلیمی سال‌های مورد مطالعه (جدول ۲) و درجه تأثیرپذیری این اجزا از اقلیم چندان هم دور از انتظار نیست. اثر متقابل سال × تیمار فقط روی تعداد دانه در سنبله و ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده ولی روی سایر عوامل معنی‌دار نبود (جدول ۷).

مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی برخی صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم نشان داد

که تیمار T_۱ از نظر ارتفاع بوته با ۶۳/۴۷ سانتی‌متر، طول سنبله ۷/۲۸ سانتی‌متر، تعداد دانه در سنبله با ۳۰/۷۵، تعداد پنجه در بوته با ۲/۶۰، تعداد پنجه بارور در بوته ۲/۳۳ و وزن هزاردانه با ۴۵/۰۲ گرم، عملکرد دانه با ۱/۴۵ تن در هکتار بیشترین مقادیر را دارا بود در حالی که تیمار T_۴ از نظر ارتفاع بوته با ۵۹/۵۶ سانتی‌متر، طول سنبله ۶/۱۴ سانتی‌متر، تعداد دانه در سنبله با ۲۶/۳۸، تعداد پنجه در بوته با ۲/۰۱، تعداد پنجه بارور در بوته ۱/۶۸ و وزن هزاردانه با ۴۳/۴۹ گرم، عملکرد دانه با ۱/۰۷۷ تن در هکتار کمترین مقدار را داشت (جدول ۸). نتایج یک مطالعه در اتیوپی نشان می‌دهد که اعمال تیمارهای خاک‌ورزی مناسب می‌تواند تا ۵۱ درصد افزایش عملکرد گندم را به همراه داشته باشد (۱۵). نتایج مطالعات سادیک و همکاران (۲۰) نشان می‌دهد که کاربرد بقایای برنج به همراه تیمارهای مختلف خاک‌ورزی روی اجزای عملکرد گندم مؤثر بوده است. حیدری (۳) گزارش کرد که استفاده از عملیات خاک‌ورزی مناسب و ادوات مناسب برای کشت گندم در تناوب با ذرت می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و وضعیت ماده آلی شده و با تأثیر روی اجزای عملکرد گندم، ۴۰ درصد تولید آن را افزایش دهد. نتایج ۴۸ سال مطالعه تارکالسون و همکاران (۲۲) در ارتباط با آثار دراز مدت عملیات خاک‌ورزی روی ویژگی‌های شیمیایی و عملکرد دانه گندم و ذرت نیز نشان

جدول ۷. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گندم طی سه سال اجرای مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد (تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه بارور در بوته	طول سنبله (cm)	ارتفاع بوته (cm)
سال	۲	۱/۴۳۴ ^{ns}	۷/۳۰۱*	۱/۲۷۶ ^{ns}	۰/۹۳۴ ^{ns}	۰/۵۰۷ ^{ns}	۰/۰۳۹ ^{ns}	۲۷۸/۲۱**
اشتباه	۹	۰/۰۶۷	۰/۷۸۰	۰/۸۱۸	۰/۰۶۶	۰/۰۸۸	۰/۲۹۰	۲/۰۵۲
تیمار	۴	۱۱/۴۵**	۴/۱۹۱**	۳۶/۰۷**	۹/۶۳**	۹/۷۸**	۲/۵۷۵**	۲۶/۸۹۲**
سال × تیمار	۸	۰/۰۵۷ ^{ns}	۰/۰۴۶ ^{ns}	۴/۴۵۴**	۰/۰۶۶ ^{ns}	۰/۰۸۹ ^{ns}	۰/۰۴۰ ^{ns}	۲/۰۶۷**
اشتباه	۳۶	۰/۰۱۷	۰/۱۳۲	۰/۴۴۷	۰/۰۵۷	۰/۰۶۰	۰/۱۲۸	۰/۵۸۶

ns: غیرمعنی‌دار، * و **: معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

جدول ۸. مقایسه میانگین اجزای عملکرد گندم تیمارهای مختلف در طی سه سال (تجزیه مرکب)

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه بارور در بوته	وزن هزار دانه (cm)	عملکرد گندم (ton/ha)
T _۱	۶۳/۴۷ ^a	۷/۲۸ ^a	۳۰/۷۵ ^a	۲/۶۰ ^a	۲/۳۳ ^a	۴۵/۰۲ ^a	۱/۴۵۲ ^a
T _۲	۶۱/۷۸ ^b	۶/۷۶ ^b	۲۹/۵۱ ^b	۲/۴۲ ^{ab}	۲/۰۶ ^b	۴۴/۲۳ ^b	۱/۲۴۹ ^b
T _۳	۵۹/۵۶ ^d	۶/۱۴ ^c	۲۶/۳۸ ^c	۲/۰۱ ^c	۱/۶۸ ^c	۴۳/۴۹ ^c	۱/۰۷۷ ^c
T _۴	۶۰/۴۷ ^c	۶/۴۱ ^{bc}	۲۸/۴۶ ^c	۲/۳۲ ^b	۱/۹۶ ^b	۴۳/۸۸ ^{bc}	۱/۱۸۳ ^{bc}
T _۵	۶۰/۷۳ ^c	۶/۲۵ ^c	۲۷/۲۸ ^d	۲/۳۰ ^b	۱/۹۸ ^b	۴۳/۷۶ ^c	۱/۰۹۱ ^c

*: در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند ($r=0/79$ و $r=0/36$) با توجه به شرایط حاکم محیطی، تیماری که تعداد پنجه در بوته و طول سنبله زیاد داشت، دارای وزن هزاردانه و عملکرد بیشتر نیز بود. روند افزایشی وزن هزار دانه با افزایش تعداد دانه در سنبله که بر خلاف انتظار بود را شاید بتوان این‌گونه تفسیر نمود که اعمال تیمار خاک‌ورزی توانسته است تنش‌های محیطی بر علیه پر شدن دانه را تعدیل نماید. با توجه به اینکه تعداد نهایی دانه در سنبله حدود ۳۰ و حداقل آن ۲۶ عدد بوده است بنابراین تعداد گلچه‌های بارور شده و به تبع آن تعداد دانه‌های تشکیل شده در هر سنبله نهایتاً سه عدد بوده است و با توجه به اینکه بزرگ‌ترین دانه موجود در هر سنبله دانه شماره ۲ و سپس

می‌دهد که انجام عملیات خاک‌ورزی توأم با مدیریت منابع غذایی می‌تواند اسیدپت، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد اشباع بازی، ماده آلی خاک، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر خاک را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. آنها هم‌چنین گزارش کردند که میانگین عملکرد گندم و سورگوم در دراز مدت در سیستم‌های بی‌خاک ورزی نسبت به خاک‌ورزی افزایش می‌یابد.

جدول ۹ نشان می‌دهد که تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، ارتفاع بوته و طول سنبله با عملکرد دانه ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/62$ ، $r=0/47$ ، $r=0/77$ و $r=0/38$) داشت، هم‌چنین وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه رابطه مثبت داشت و این ضرایب همبستگی در

جدول ۹. همبستگی بین عملکرد محصول و اجزاء عملکرد در ۳ سال مطالعه (میانگین ۳ سال)

عملکرد دانه	وزن هزار	تعداد دانه	طول سنبله	ارتفاع	پنجه بارور	پنجه
(ton/ha)	دانه (gr)	در سنبله	(cm)	بوته (cm)	در بوته	در بوته
تعداد پنجه در بوته	۰/۶۲**	۰/۵۵**	۰/۴۲**	۰/۵۵**	۰/۶۱**	۱
پنجه بارور در بوته	۰/۴۷**	۰/۵۲**	۰/۳۶**	۰/۶۰**	۱	
ارتفاع بوته (cm)	۰/۷۷**	۰/۷۶**	۰/۴۰**	۱		
طول سنبله (cm)	۰/۳۸**	۰/۵۱**	۰/۵۹**	۱		
تعداد دانه در سنبله	۰/۳۶**	۰/۵۰**	۱			
وزن هزار دانه (gr)	۰/۷۹**	۱				
عملکرد دانه (ton/ha)	۱					

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

در تیمار T₁ نفوذ عمیق گاوآهن قلمی به خاک و خرد کردن کاه و کلش با رفع بهتر فشردگی خاک به توسعه و گسترش مناسب ریشه کمک نموده و زمینه مناسب تری را برای جذب رطوبت و مواد غذایی فراهم می آورد. عوامل یاد شده باعث می شوند تا گندم بتواند با استفاده مطلوب از شرایط محیطی در بازه زمانی مناسب با توجه به محدودیت های کشت دیم عملکرد را در واحد سطح افزایش دهد (جدول ۸). مهاجر مازندران و همکاران (۷) نیز به نوعی به این موضوع اشاره کرده و تأثیر تیمار خاک ورزی بر روی درصد سبز کردن و تسریع رشد گیاه در شرایط دیم را به طور چشمگیری مؤثر می دانند.

اگر چه تیمار T₁ به عنوان بهترین روش خاک ورزی شناخته شد و با توجه به مزرعه ای بودن آزمایش آن را برای شرایط اقلیمی مشابه توصیه می شود اما اظهار نظر کلی از نظر پایداری این روند در دراز مدت با توجه به تأثیرات عملیات خاک ورزی در روی عوامل مؤثر در ساختمان سازی خاک به ویژه ماده آلی نیازمند بررسی های گسترده تر با تکیه بر تولید پایدار می باشد. لذا نویسندگان انجام این گونه مطالعات را در بازه های زمانی طولانی تر چند ده ساله پیشنهاد نموده و بررسی روند تغییرات فیزیولوژیکی در گندم را در شرایط این مطالعه به عنوان مطالعات پایه ای جهت درک بهتر از تغییرات تولید را توصیه می نمایند.

۱ و بعد از آن ۳ است بنابراین افزایش تعداد دانه در سنبلچه های کوچک (گلچه های بخش بالایی راکیلا صورت پذیرفته است) و بنابراین اعمال تیمارها اعمال با افزایش جزئی تعداد دانه و در همان حال با افزایش وزن دانه در سنبلچه ها به ویژه دانه شماره ۲ و ۱ توانسته است، وزن نهایی هزار دانه را افزایش دهد علاوه بر این به نظر می رسد با توجه به افزایش ارتفاع بوته پدانکل نقش بیشتری در بازگسیل نیتروژن و مواد فتوسنتزی داشته باشد.

نتیجه گیری

با توجه به یافته های منتج از این پژوهش تأثیر انواع روش های خاک ورزی در شرایط دیم معنی دار ارزیابی می شود که در قالب نوسانات میزان عملکرد مشهود بود. همان گونه که در مطالب قبلی اشاره شد اعمال تیمار خاک ورزی می تواند با رفع فشردگی خاک میزان تهویه و ظرفیت نگهداری آب به ویژه در خاک های سنگین با مواد آلی کمتر (مثل خاک این پژوهش) را افزایش دهد که با توجه به دیم بودن منطقه بسیار با ارزش می باشد. با این دیدگاه نوع وسیله یا وسایل خاک ورزی مورد استفاده در حصول این شرایط دارای قابلیت های متفاوتی هستند. نتایج این پژوهش نشان می دهد که شرایط مذکور در این پژوهش در تیمار T₁ بهتر فراهم می شوند. علاوه بر این به نظر می رسد که

منابع مورد استفاده

۱. اصغری میدانی، ج. ۱۳۸۰. توصیه‌های زراعی برای اجرای عملیات خاک‌ورزی و کاشت گندم دیم. نشریه ترویجی، انتشارات فنی معاونت ترویج.
۲. بی‌نام، ۱۳۸۹. آمارنامه محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی
۳. حیدری، ا. ۱۳۸۳. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و ماده آلی خاک در تناوب ذرت- گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۵(۱۹): ۸۱-۹۴.
۴. عظیم‌زاده، س. م.، ع. کوچکی و م. بالا. ۱۳۸۱. بررسی اثر روش‌های مختلف شخم بر وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت خاک و عملکرد گندم در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران ۴(۳): ۲۰۹-۲۲۴.
۵. کریمی، ه. ۱۳۷۱. گندم. انتشارات دانشگاه تهران.
۶. لقمانی، ع.، آسودار، م. ا.، نوریانی، ح. و آبروش، ع. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کنترل علف هرز بر عملکرد گندم در منطقه دزفول. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. شماره ۴، صفحات ۱۰۹-۹۹.
۷. مهاجرمازندرانی، ف. م. ا. آسودار و ع. شافعی‌نیا. ۱۳۸۶. اثر ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت بر سرعت سبز شدن و عملکرد گندم دیم، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۶ و ۷ شهریور.
۸. ناصری، ا. و م. مظفری. ۱۳۸۶. تأثیرپذیری نفوذ آب به خاک از عملیات خاک‌ورزی در مزرعه گندم. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران.
9. Anon. 1987. Agricultural engineering in development, tillage for crop production in areas of low rainfall. FAO. Agricultural Services Bulletin, No. 83.
10. Ellis, F. B., J. G. E. Elliot, B. T. Barnes and K. R. Howse. 1997. Comparison of direct drilling reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals. J. Agric. Sci. Camb. 89:631-642.
11. El-Mejahed, K. and D. H. Sander. 1998. Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rain feed crop rotation in semiarid Morocco. Proceeding of third European conference on grain legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands. Valladolid, Spain, 442-454.
12. Gustavo, C., E. Acevedo, P. Cornejo, A. Seguel, R. Rubio and F. Borie. 2010. Tillage effect on soil organic matter, mycorrhizal hyphae, and aggregates in a mediterane agro ecosystem. R.C. Suelo Nutrition Vegetation, 10(1): 12 – 21.
13. Hillel, D. 1982. Introduction to Soil Physics. Academic Press, New York, USA.
14. Iqbal, M., A. U. Hassan, A. Ali and M. Rizwanullah. 2005. Residual effect of tillage and farm manure on some soil physical properties and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Intl. J. Agric. and Biol. 1: 54-57.
15. Kebede F. and E. Bekelle. 2008. tillage effect on soil moisture storage and wheat yield on the vertisols of North Central Highlands of Ethiopia. Ethiopian J. Environ. Studies and Manage. 1(2): 49-55.
16. Khurshid K., M. Iqbal, M. S. Arif and A. Nawaz. 2006. Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. Intl. J. Agric. and Biol. 5: 593-596.
17. Lal, R. 1993. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality and sustainability. Soil and Tillage Res., 51: 61-70.
18. Larson, W. E., J. B. Swan and M. J. Shaffer. 1983. Soil management for semiarid regions. In: Stone, J. F. and Willis, W. O. (Eds.). Plant Production and Management under Drought Conditions. Elsevier Sci. Pub., The Netherland.
19. Rashidi, M. and F. Keshavarzpour. 2007. Effect of different tillage methods on soil physicals properties and crop yield of Watermelon (*Citrullus vulgaris*). ARPN J. Agric. and Biol. Sci. 2(6): 1-6.
20. Sadiq, M., S. M. Mehdi, G. Hassan and J. Akhtar. 2002. Effect of different tillage implements on wheat production in Rice-Wheat cropping system in saline-sodic soil. Pakistan J. Agron. 1(2-3):98-100.
21. Strudley, M. W., T. R. Green and J. C. Ascough. 2008. Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. Soil and Till. Res. 99(1):4-48.

22. Tarkalson, D. D., G. W. Hergerty and K. G. Cassman. 2006. Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dryland Winter wheat -Sorghum/Corn- Fallow Rotation in the Great Plains. *Agron. J.* 98:26-33
23. Unger, P. W. 1994. *Managing Agricultural Residues*. Library of congress, Lewis Pub., CRC Press.
24. Unger, P. W. and T. M. McCalla. 1980. Conservation tillage systems. *Adv. Agron.* 33: 1-58.

Tillage Effects on Wheat Yield and Soil Water Content and Bulk Density in Dryland Wheat -Fallow Rotation, in Maragheh

J. Asghari Meidani¹, E. Karimi^{2*} and S. B. Mousavi²

(Received : Nov. 9-2010 ; Accepted : Jan. 16-2011)

Abstract

This study was conducted to study and compare the effects of different tillage systems on soil physical properties and wheat yield in dryland conditions. The experiment was carried out in Maragheh Dryland Research Station with 5 treatments and 4 replications based on RCBD for 3 years (2001-2003). The results showed that difference between the treatments in terms of wheat yield was significant, and stubble chopping and chisel plow tillage in fall + sweep in spring + seed drill planting had the maximum yield (i.e. 1452 kg/ha), lower value for yield (1.077kg/ha) belonged to T₁ treatment. Also the results showed that spike/plant and spike length were the main characters in yield increase. For the soil bulk density and water content, the difference between treatments was significant and in planting and flowering stages stubble chopping and chisel plow in fall + sweep in spring + planting by seed drill had the highest soil water content and the lowest bulk density.

Keywords: Tillage, Soil water content, Wheat-fallow rotation, Dryland condition.

1. Scientific Member of Dryland Agric. Res. Institute, Maragheh, Iran.

2. Instructor and Assis. Prof. of Soil Sci., Maragheh Univ., Maragheh, Iran.

*: Corresponding Author, Email: sm_ka80@yahoo.com