تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم در تناوب علوفه بهاره– گندم

جلیل اصغری میدانی[1*]، اسماعیل کریمی[2] و نعیم لویمی[3]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۴

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه
۲- گروه خاک‌شناسی دانشگاه مراغه
۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
*مسئول مکاتبه jasgh1340@yahoo.com

چکیده

تاثیر خاک‌ورزی بر عملکرد گندم دیم در سیستم تناوبی علوفه-گندم در کشور به خوبی مطالعه نشده است. این تحقیق از سال ۱۳۸۷ به مدت۳ سال زراعی به منظور بررسی اثرات روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم در تناوب با علوفه بهاره در منطقه سردسیر (مراغه) انجام شد. مطالعه با ۶ تیمار خاک‌ورزی در ۳ تکرار و بر اساس طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان دادند که اثر تیمار بر عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گندم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. تیمار T_1 (شخم با گاوآهن قلمی+ استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار) با عملکرد دانه ۲/۳۹۸ تن در هکتار، عملکرد کاه و کلش ۴/۳۲ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی ۶/۷۲ تن در هکتار و شاخص برداشت ۳۳/۸۹ درصد بیشترین مقادیر را داشت. اثر تیمار بر درصد رطوبت وزنی خاک در اعماق ۱۵-۰ سانتی‌متر، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتی‌متر در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار نشان داد، تیمار T_1 در هر سه عمق نمونه‌برداری از خاک به ترتیب با دارا بودن ۲۵/۴۴، ۲۸/۰۴ و ۳۱/۸۷ درصد رطوبت وزنی دارای بیشترین مقادیر بود. از نظر جرم مخصوص ظاهری خاک در بین تیمارها، در هر سه عمق نمونه‌برداری از خاک در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت و کمترین مقدار آن به ترتیب عمق با مقادیر ۱/۴۱۲، ۱/۵۶۰ و ۱/۷۳۲ گرم بر سانتی‌متر در تیمار T_1 مشاهده گردید. به عنوان نتیجه نهایی برای تولید گندم در تناوب با ماشک علوفه‌ای بهاره، مناسب‌ترین روش تهیه زمین استفاده از "شخم با گاوآهن قلمی + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار"می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تناوب علوفه بهاره-گندم،جرم مخصوص ظاهری خاک، خاک‌ورزی، رطوبت خاک، عملکرد گندم دیم

مقدمه

خاک‌ورزی عملیاتی است که به منظور آماده سازی بستر کشت گیاه و کاهش مقاومت خاک صورت می‌گیرد و می‌تواند خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نهایت عملکرد محصول را با درجات مختلف تحت تاثیر قرار دهد. توانایی ذخیره سازی رطوبت در خاک به نحوی که در صورت تامین سایر شرایط رشد، گیاه زراعی بعدی دچار کمبود آبی شدید نشده و عملکرد مناسبی داشته باشد از دغدغه های اصلی دخیل در عملکرد محصولات دیم در نواحی نیمه خشک و نیمه مرطوب به شمار می‌رود. نفوذ و تحرک آب در خاک تحت تاثیر تخلخل و جرم مخصوص ظاهری خاک می‌باشد (آنگر، ۱۹۷۸؛برزگر و همکاران، ۲۰۰۴؛لارسون و همکاران، ۱۹۸۳). خاک‌ورزی با تاثیر بر اندازه و توزیع خلل و فرج خاک و همچنین جرم مخصوص ظاهری خاک در قابلیت ذخیره رطوبت آب در خاک ایفای نقش می‌کند، از این‌رو افزایش عملکرد گندم دیم علاوه بر سایر عوامل به خاک‌ورزی مناسب و تهیه بستر بذر مطلوب و جلوگیری از تراکم و فشردگی خاک بستگی دارد (سو و همکاران، ۲۰۰۹؛ مارتینز و همکاران، ۲۰۰۸). جرم مخصوص ظاهری با درجه خاکدانگی در خاک مرتبط بوده و هر گونه تغییر در این بخش ناگزیر روی جرم مخصوص ظاهری خاک تغییراتی را اعمال خواهد نمود. دستاوردهای محققین مختلف نشان می‌دهند که میزان ماده آلی و جمعیت میکروبی مخصوصا قارچها می‌توانند تشکیل و پایداری خاکدانه ها را متاثر سازند. نکته جالب‌تر این که هم ماده آلی و هم جمعیت قارچها به شدت با انجام عملیات خاک‌ورزی دچار نوسان می‌شوند (آلوورا و همکاران، ۲۰۰۸ (a و b)؛ کاراکو و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج ۱۰ ساله گاستاوو و همکاران (۲۰۱۰) در ارتباط با تاثیر سیستم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی بر

مایکوریزا خاک در تناوب ذرت- گندم نشان می‌دهد که شخم زدن باعث کاهش تعداد اسپور، هیف‌های فعال قارچ و کربن خاک می‌شود. همچنین در مطالعه نامبردگان مشخص شده که میان هیف‌های کل و ترشح گلومالین قارچها با پایداری خاکدانه‌ها ارتباط معنی‌داری وجود دارد.

نتایج ۴۸ ساله مطالعه تارکالسون و همکاران (۲۰۰۶) در ارتباط با اثرات دراز مدت عملیات خاک‌ورزی روی خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد دانه گندم و ذرت نشان می‌دهد که انجام عملیات خاک‌ورزی توام با مدیریت منابع غذایی می تواند اسیدیته، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد اشباع بازی، ماده آلی خاک، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر خاک را به شدت تحت تاثیر قرار دهد. آنها هم چنین گزارش کردند که متوسط عملکرد گندم و سورگوم در درازمدت در سیستم‌های بی خاک-ورزی نسبت به خاک‌ورزی افزایش می یابد.

خاک‌ورزی هم‌چنین می‌تواند با به هم خوردگی میکروب‌ها بیشتر خاک و با قرار دادن بقایای گیاهی و مواد آلی در مجاورت میکروبها و ایجاد تماس بیشتر روند معدنی شدن آنها را تسریع نماید به بیان دیگر در اثر خاک‌ورزی مواد غذایی محبوس در بین و درون خاکدانه‌ها آزاد شده و در دسترس میکروبها و آنزیم‌ها قرار می‌گیرند (آلورو و همکاران، ۲۰۰۸ (a و b)؛ بوریه و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج مطالعات اصغری میدانی و کریمی (۱۳۹۰) و اصغری میدانی و همکاران (۱۳۹۱) نشان می‌دهند که در تناوب‌های مختلف زراعی تیمارهای خاک‌ورزی توانسته‌اند عملکرد گندم را به میزان ۴۰ درصد در مقایسه با شرایط زارعین افزایش دهند، یکی از عوامل تاثیرگذار در این مهم کاهش جرم مخصوص خاک بوده است این نتایج نشان می‌دهند که نحوه خاک‌ورزی در سیستمهای مختلف تناوبی با محوریت گندم می‌تواند تاثیر مختلفی روی عملکرد گندم داشته باشد.

به منظور عملیات خاک‌ورزی مناسب، نوع وسیله خاک‌ورز برای انجام شخم بسیار مهم می‌باشد، که در شرایط دیم به عواملی نظیر نوع و مقدار علف های هرز، ساختمان و بافت خاک، نوع تناوب زراعی، پتانسیل فرسایش اراضی، شرایط رطوبتی و زمان انجام عملیات خاک ورزی بستگی دارد (فائو، ۱۹۸۷). همانگونه که عنوان شد ذخیره رطوبت در خاک تحت تاثیر انواع ادوات شخم قرار می‌گیرد. این موضوع در مواردی که لایه خاک برگردانده می‌شود، مشهودتر است (لارسون و همکاران، ۱۹۸۳).

به دلیل نیاز کشور به تامین علوفه و ضرورت توجه به افزایش کیفیت خاک، ورود لگوم های علوفه‌ای به سیستم تناوبی با محوریت گندم اجتناب ناپذیر است. اما تاکنون پیرامون نحوه تهیه بستر بذر پس از برداشت علوفه به منظور کشت گندم، روش مشخصی معلوم نشده است و هنوز هم به شکل سنتی انجام می‌گیرد. هدف این تحقیق بررسی و معرفی شیوه خاک‌ورزی مناسب با ادوات موجود در کشور برای کاشت گندم پس از برداشت علوفه بهاره در شرایط دیم مناطق سرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم در تناوب با ماشک علوفه‌ای بهاره، این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه با اطلاعات هواشناسی مندرج در جدول (۱) و به مدت ۳ سال زراعی با ۶ تیمار در ۳ تکرار و بر اساس طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. قبل از شروع عملیات برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نمونه برداری شد (جدول ۲). به منظور تسریع در دستیابی به نتایج، این آزمایش در دو قطعه زمین انجام گردید که هر سال یکی از قطعات انتخاب شده، زیرکشت ماشک علوفه‌ای بهاره بوده و یکی از قطعات پس از برداشت ماشک علوفه‌ای و اعمال تیمارهای خاک‌ورزی زیر کشت گندم می‌رفت. برای کاشت ماشک علوفه‌ای (رقم مراغه) از گاوآهن قلمی و هرس بشقابی برای انجام شخم و تهیه بستر بذر استفاده شد. سپس کشت یکنواخت آن در بهار توسط بذرکار خطی‌کار با احتساب ۲۶۰ دانه در متر مربع (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) انجام گرفت.

برای کشت گندم پس از برداشت ماشک علوفه‌ای تیمارهای خاک‌ورزی در کرت‌هایی به ابعاد ۱۵×۲۰ متر به شرح زیر در نظر گرفته شد:

T_1= شخم با گاوآهن قلمی+ استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار

T_2= شخم با گاوآهن بدون صفحه‌برگردان + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار

T_3= شخم با گاوآهن بدون صفحه‌برگردان + استفاده از هرس بشقابی + کاشت گندم توسط خطی‌کار

T_4= استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار

T_5= شخم با گاوآهن برگرداندار + دست‌پاشی کود و بذر و استفاده از هرس بشقابی

T_6= استفاده از پنجه‌غازی + کاشت گندم توسط خطی‌کار

عمق کارادوات مورد استفاده در مطالعه به شرح زیر می‌باشد:

گاوآهن قلمی: ۲۵ سانتی‌متر، گاوآهن بدون صفحه‌برگردان: ۲۰ سانتی‌متر، هرس بشقابی: ۱۰-۸ سانتی‌متر، سیکلوتیلر: ارتفاع تیغه‌های عمودی ۲۷ سانتی‌متر، پنجه‌غازی: ۱۰- ۱۲ سانتی‌متر و خطی‌کار: عرض‌کار ۲۲۰ سانتی‌متر با قابلیت جایگذاری کود در زیر بذر.

برای کاشت گندم، رقم هما با احتساب ۳۵۰ دانه در مترمربع با نیاز کودی N50P20 طبق توصیه کارشناس استفاده و توسط بذرکار با قابلیت جایگذاری کود در زیر بذر کشت شد. به منظور بررسی اثر تیمارها و مقایسه بین آنها اندازه‌گیری‌های زیر انجام گرفت.

۱- نمونه‌برداری خاک از اعماق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتی‌متر به منظور اندازه‌گیری درصد رطوبت وزنی خاک (هرسال) و

جرم مخصوص ظاهری (در سال آخر) در مرحله خوشه دهی گندم از تمام کرت‌ها

۲- عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گندم (اندازه‌گیری هر ساله)

برای تعیین پارامترهای مذکور، از هر یک از کرت‌های آزمایشی از ۳ نقطه، نواری بطول یک متر از محصول گندم به صورت کف‌بر نمونه‌برداری شده و جهت اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل شد. در پایان هر مطالعه با حذف حاشیه هر یک از کرت‌های آزمایشی نسبت به برداشت گندم توسط کمباین آزمایشات اقدام گردید.

جدول (۱): اطلاعات هواشناسی سال‌های زراعی ۱۳۸۷ تا۱۳۹۰ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم- مراغه

سال زراعی	متوسط دما (سانتیگراد)	متوسط رطوبت نسبی (درصد)	تبخیر سالیانه (میلی متر)	کل میزان بارندگی (میلی متر)	تعداد روز زیر صفر در سال
۱۳۸۷-۸۸	۵/۸	۳۹/۸	۱۰۵۹/۸	۳۱۱/۳	۱۳۰
۱۳۸۸-۸۹	۶/۶	۴۸/۴۷	۱۰۵۲	۴۹۸/۱	۸۰
۱۳۸۹-۹۰	۵/۹	۴۳/۷	۱۱۰۸/۶	۳۵۱/۴	۱۳۰

جدول (۲): خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری

شوری (dS/m)	اسیدیته pH	کربن آلی (٪)	فسفر mg/kg	پتاسیم mg/kg	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۰/۴۲	۷/۶۵	۰/۶۶	۷/۴	۵۳۵	۸	۴۴	۴۸

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی در هر سه عمق نمونه‌برداری از خاک (۱۵ - ۰، ۳۰- ۱۵ و ۴۵ - ۳۰ سانتی‌متری) در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک نشان می‌دهد که تیمار T1 (گاوآهن قلمی + سیکلوتیلر (پاورهارو) + کاشت با خطی‌کار) در هر سه عمق نمونه‌برداری از خاک کم‌ترین جرم مخصوص ظاهری خاک را نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی داشته و به ترتیب عمق، دارای وزن مخصوص ظاهری ۱/۴۱۲، ۱/۵۶۰ و ۱/۷۳۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. تیمار T5 (شخم با گاوآهن برگرداندار + دست‌پاشی کود و بذر و استفاده از هرس بشقابی) به ترتیب عمق با وزن مخصوص ظاهری ۱/۶۱۱، ۱/۸۳۳ و ۱/۹۳۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب بیشترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک را دارا بود (جدول ۴).

با توجه به بررسی منابع این مطالعه اگر چه ممکن است بتوان تاثیر خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری را در احتمال رویداد تغییرات در مواد آلی و بیولوژی خاک جستجو کرد، اما اظهار نظر کلی در این خصوص نیاز به مطالعات تکمیلی با تمرکز بر تاثیر تیمارهای این مطالعه بر جمعیت میکروبی خاک دارد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب درصد رطوبت وزنی خاک در سه سال نشان داد که اثر سال بر درصد رطوبت وزنی خاک در عمق ۳۰ - ۱۵ سانتی‌متر در سطح احتمال ۱٪ و در اعماق ۳۰ - ۱۵ و ۴۵ - ۳۰ سانتی‌متر در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. اثر تیمار بر درصد رطوبت وزنی خاک در هر سه عمق نمونه‌برداری از خاک (۱۵ - ۰، ۳۰- ۱۵ و ۴۵ - ۳۰ سانتی‌متر) در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار نشان داد، ولی اثرات متقابل سال در تیمار در هیچ‌یک از عمق‌های نمونه‌برداری شده از خاک اختلاف معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر سال بر درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک در تناوب علوفه بهاره- گندم نشان دادند که سال دوم اجرای مطالعه نسبت به سال‌های دیگر، در سه عمق نمونه‌برداری از خاک (۱۵-۰، ۳۰- ۱۵ و ۴۵- ۳۰ سانتی‌متر) به ترتیب با ۲۴/۱۷، ۲۶/۰۵ و ۲۸/۸۹ درصد بیشترین میزان رطوبت وزنی خاک را داشته است (جدول ۶).

جدول (۳): تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری خاک در تناوب علوفه بهاره - گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		۱۵-۰ سانتی‌متر	۳۰- ۱۵ سانتی‌متر	۴۵-۳۰ سانتی‌متر
تکرار	۲	۰/۰۰۵*	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
تیمار	۵	۰/۰۲۰**	۰/۰۳۲**	۰/۰۱۶**
اشتباه	۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۱/۸۰	۲/۷۰	۲/۳۷

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

جدول (۴): مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در تناوب علوفه بهاره – گندم

تیمار	جرم مخصوص ظاهری اعماق مختلف خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)		
	۱۵-۰ سانتی‌متر	۳۰-۱۵ سانتی‌متر	۴۵-۳۰ سانتی‌متر
T1	۱/۴۱۲^{b}	۱/۵۶۰^{d}	۱/۷۳۲^{c}
T2	۱/۴۴۳^{b}	۱/۶۱۷^{cd}	۱/۷۸۲^{bd}
T3	۱/۵۸۴^{a}	۱/۷۱۳^{abc}	۱/۸۴۸^{abc}
T4	۱/۵۴۳^{a}	۱/۶۸۰^{bcd}	۱/۸۰۷^{bc}
T5	۱/۶۱۱^{a}	۱/۸۳۳^{a}	۱/۹۳۳^{a}
T6	۱/۵۸۳^{a}	۱/۷۸۹^{ab}	۱/۸۸۲^{ab}
LSD1%	۰/۰۸۲	۰/۱۱۶	۰/۱۱۶
LSD5%	۰/۰۵۷	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱

جدول ۵ - تجزیه واریانس مرکب درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک در مرحله خوشه‌دهی گندم در تناوب علوفه بهاره - گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		۱۵-۰ سانتی‌متر	۳۰- ۱۵ سانتی‌متر	۴۵ - ۳۰ سانتی‌متر
سال	۲	۷۸/۱۶*	۸۱/۹۹*	۴۷/۸۱*
اشتباه	۶	۱۲/۳۹	۴/۹۹	۸/۷۳
اثر تیمار	۵	۴۸/۸۶**	۶۹/۵۳**	۷۹/۳۷**
اثر سال در تیمار	۱۰	۰/۳۵^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۶۰^{ns}
اشتباه	۳۰	۱/۰۶	۱/۲۴	۱/۶۸
ضریب تغییرات	-	۴/۵۵	۴/۴۹	۴/۶۷

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

جدول ۶ - مقایسه میانگین اثر سال و اثر تیمار بر درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک در مرحله خوشه‌دهی گندم در تناوب علوفه بهاره - گندم

تیمار	درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک		
	۱۵-۰ سانتی‌متر	۳۰- ۱۵ سانتی‌متر	۴۵-۳۰ سانتی‌متر
Y1 (سال اول)	۲۰/۲۵^{b}	۲۲/۲۷^{b}	۲۵/۹۲^{b}
Y2 (سال دوم)	۲۴/۱۷^{a}	۲۶/۰۵^{a}	۲۸/۸۹^{a}
Y3 (سال سوم)	۲۳/۴۴^{a}	۲۵/۸۸^{a}	۲۸/۵۶^{a}
LSD 1%	۴/۳۵	۲/۷۶	۳/۶۵
LSD 5%	۲/۸۷	۱/۸۲	۲/۴۱
T1	۲۵/۴۴^{a}	۲۸/۰۴^{a}	۳۱/۸۷^{a}
T2	۲۴/۰۸^{ab}	۲۶/۸۰^{ab}	۲۹/۵۲^{ab}
T3	۲۲/۶۸^{bc}	۲۴/۷۱^{bc}	۲۷/۵۹^{bc}
T4	۲۳/۴۵^{abc}	۲۵/۵۵^{abc}	۲۸/۶۶^{bc}
T5	۱۸/۸۰^{d}	۲۰/۲۹^{d}	۲۳/۳۷^{d}
T6	۲۱/۲۹^{c}	۲۳/۰۱^{c}	۲۵/۷۶^{cd}
LSD 1%	۲/۳۱	۲/۵۰	۲/۹۱
LSD 5%	۱/۷۲	۱/۸۵	۲/۱۶

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار T_1 (شخم با گاوآهن قلمی + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار) در هر سه عمق نمونه‌برداری از خاک (۱۵- ۰، ۳۰ - ۱۵ و ۴۵ - ۳۰ سانتی‌متر) نسبت به سایر تیمارها برتر بود. T_1به ترتیب دارای ۲۵/۴۴، ۲۸/۰۴ و ۳۱/۸۷ درصد رطوبت وزنی در اعماق مذکور بود. T_5 (شخم با گاوآهن برگرداندار + دست‌پاشی کود و بذر و استفاده از هرس بشقابی) با میانگین ۱۸/۸۰، ۲۰/۲۹ و ۲۳/۳۷ درصد کمترین رطوبت وزنی در اعماق نمونه برداری را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

علت معنی‌دار شدن اثر سال بر درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک در هر سه عمق اندازه‌گیری شده، به نظر می‌رسد از سه عامل مهم ناشی شود: ۱- بیشتر بودن میزان کل بارندگی سالانه ۲- پراکنش و توزیع متفاوت بارندگی هر یک از سال‌های اجرای مطالعه مخصوصاً میزان بارندگی در زمان اندازه‌گیری درصد رطوبت وزنی خاک (مرحله خوشه‌دهی گندم) ۳- متغیر بودن میزان دمای هوا در ماه‌های اردیبهشت و خرداد (جدول ۲). دلیل معنی‌دار نشدن اثرات متقابل سال در تیمار بر درصد رطوبت وزنی خاک را علی رغم متفاوت بودن میزان بارندگی و پراکنش آن شاید بتوان با تغییرات دمایی آن سالها بخصوص در ماههای اردیبهشت و خرداد و همچنین اثر بخشی تیمارهای آزمایشی مرتبط دانست.

دلیل معنی‌دار شدن اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد رطوبت وزنی اعماق مختلف خاک را می‌توان ناشی از فراهم شدن شرایط لازم برای نفوذ بارش‌های جوی با کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، تغییر ظرفیت های موئینگی خاک در تیمارهای مختلف و در نهایت حفظ قسمت زیادی از رطوبت در محدوده فعالیت ریشه گیاه دانست. این شرایط می تواند با بکارگیری تیمارT_1 (شخم با گاوآهن قلمی + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار) از طریق شخم (خراش دادن) خاک و متلاشی کردن قطعات متراکم و سفت شده خاک که از انجام عملیات تهیه زمین و کاشت بهاره ماشک علوفه‌ای توسط خطی‌کار بوجود آمده اند تحقق یابد. استفاده از سیکلوتیلر نیز موجب خرد و نرم شدن قطعات متلاشی شده خاک و ایجاد بستر مناسب بذر می‌گردد، در نتیجه درصد رطوبت وزنی موجود در اعماق خاک در تیمار مذکور نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بود. در حالی که در تیمار T_5 (شخم با گاوآهن برگرداندار + دست‌پاشی کود و بذر و استفاده از هرس بشقابی) عکس این حالت به چشم می خورد. علاوه بر این، طبق مشاهدات مزرعه‌ای، در نتیجه عدم استفاده از خطی‌کار بذر کاشته شده در عمق مناسب قرار نگرفته و از یکنواختی مناسب به لحاظ عمق کشت برخوردار نبود.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷). در حالی که اثر تیمار بر عملکرد دانه و عملکرد کاه وکلش و عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده ولی بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۷). اثرات متقابل سال در تیمار بر عملکرد کاه و کلش، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین ها نشان دادند که در سال دوم، عملکرد دانه با ۲/۵۴۷ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی با ۶/۷۲۷ تن در هکتار و شاخص برداشت با ۳۸/۱۱ درصد بیشترین مقادیر را در مقایسه با سال اول و سوم دارا می‌باشد (جدول ۸). تیمار T_1 (شخم با گاوآهن قلمی + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار) از نظر عملکرد کاه وکلش با ۴/۳۲۰ تن در هکتار، عملکرد دانه ۲/۳۹۸ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی با ۶/۷۱۸ تن در هکتار و با شاخص برداشت ۳۳/۹۸ درصد بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده (جدول ۸).تیمار T_5 (شخم با گاوآهن برگرداندار + دست‌پاشی کود و بذر و استفاده از هرس بشقابی) از نظر عملکرد کاه و کلش با ۲/۹۱۸ تن در هکتار، عملکرد دانه با ۱/۵۱۹ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی با ۴/۴۳۸ تن در هکتار و تیمار T_6 با شاخص برداشت ۳۱/۶۷ درصد کمترین مقادیر را داشتند (جدول ۸).

مقایسه میانگین اثرات متقابل سال در تیمار نیز نشان داد که اثر متقابل Y_2T_1 یعنی سال دوم در تیمارT_1با عملکرد کاه و کلش با ۵/۲۳۳ تن در هکتار، عملکرد دانه با ۳/۱۵۳ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی با ۸/۳۸۶ تن در هکتار، و اثر متقابل Y_3T_1با شاخص برداشت ۴۳/۰۰ درصد دارای بیشترین مقادیر بوده ولی اثر متقابل Y_1T_5 (سال اول در تیمارT_5 با عملکرد کاه و کلش ۲/۳۲۷ تن در هکتار، عملکرد دانه ۰/۶۲۲ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی ۲/۹۴۹ تن در هکتار کمترین مقادیر را دارا بودند. مطالعه در خصوص پارامترهای زراعی نشان می‌دهد که بهره‌وری و ذخیره مطلوب آب در شرایط دیم می‌تواند عملکرد گندم را تحت تاثیر خود قرار دهد. برتری‌هایی که از این لحاظ در تیمار T_1 مشاهده گردید در قالب بهبود وضعیت تولید بیانگر این امر می‌باشد. علاوه بر این همانگونه که جدول ۲ نشان می‌دهد سال دوم نسبت به سالهای دیگر دارای بارندگی بیشتر، تعداد روز زیر صفر کمتر، رطوبت نسبی بالا و دمای متوسط بالاتری بوده و شرایط رشد مطلوب‌تری را برای گیاه فراهم آورده است و بنابر این در این سال شاهد تولید عملکردهای بیشتری در قیاس با سال‌های دیگرهستیم. نتایج فوق بیان می‌کنند که اقلیم نقش انکارناپذیری در کشاورزی دیم دارد و چنانچه تیمارهای خاک‌ورزی با ادوات مناسب انجام گردند می‌توانند زمینه مناسب تری را برای بهره گیری از عوامل اقلیمی مانند نزولات جوی با بهبود سلامت خاک فراهم نمایند.

نتیجه‌گیری کلی

آب مورد نیاز محصولات تولید شده در دیم از نزولات جوی تامین می‌شود. لذا ذخیره رطوبت حاصل از بارش‌ها در خاک از اصول اولیه کشت‌های دیم به شمار می‌رود. اصلاح ساختمان خاک به گونه ای که بیشترین خلل و فرج در آن پدید آید می‌تواند به عنوان راهکاری موثر

جدول ۷ - تجزیه واریانس مرکب اثر تیمار (روش‌های مختلف خاک‌ورزی) بر عملکرد گندم در تناوب علوفه بهاره - گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
سال	۲	۹/۵۶**	۱۶/۱۱**	۵۰/۳۱**	۱۴۳۹/۴۶**
اشتباه	۶	۰/۲۰۳	۰/۰۳	۰/۳۵	۵/۰۰
تیمار	۵	۲/۲۵**	۰/۸۷**	۵/۸۳**	۵/۰۸^{ns}
سال × تیمار	۱۰	۰/۱۳**	۰/۱۱**	۰/۲۶**	۱۹/۴۴**
اشتباه	۳۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲۴	۳/۴۹
ضریب تغییرات	-	۳/۴۹	۷/۵۷	۲/۸۲	۵/۷۴

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

جدول ۸ - مقایسه میانگین اثر سال و اثر تیمار (روش‌های مختلف خاک‌ورزی) بر عملکرد گندم در تناوب علوفه بهاره - گندم

تیمار	عملکرد کاه وکلش ton/ha	عملکرد دانه ton/ha	عملکرد بیولوژیکی ton/ha	شاخص برداشت ٪
Y1 (سال اول)	۲/۷۸^{b}	۰/۸۰^{c}	۳/۵۷^{b}	۲۲/۲۲^{b}
Y2 (سال دوم)	۴/۱۸^{a}	۲/۵۵^{a}	۶/۷۳^{a}	۳۸/۱۱^{a}
Y3 (سال سوم)	۳/۸۲^{a}	۲/۳۰^{b}	۶/۱۱^{a}	۳۷/۲۸^{a}
(LSD 1%)	۰/۵۵۷	۰/۲۱۸	۰/۷۲۹	۲/۷۶
(LSD 5%)	۰/۳۶۷	۰/۱۴۴	۰/۴۸۱	۱/۸۲
T1	۴/۳۲^{a}	۲/۴۰^{a}	۶/۷۲^{a}	۳۳/۸۹
T2	۳/۸۹^{b}	۲/۰۱^{b}	۵/۹۰^{b}	۳۲/۵۶
T3	۳/۴۵^{cd}	۱/۸۴^{bc}	۵/۳۰^{c}	۳۲/۶۷
T4	۳/۷۲^{bc}	۱/۹۰^{bc}	۵/۶۳^{bc}	۳۲/۱۱
T5	۲/۹۲^{e}	۱/۵۲^{c}	۴/۴۴^{e}	۳۲/۳۳
T6	۳/۲۳^{d}	۱/۶۲^{bd}	۴/۸۵^{d}	۳۱/۶۷
(LSD 1%)	۰/۲۸۴	۰/۳۸۹	۰/۳۴۸	۴/۱۹
(LSD 5%)	۰/۲۱۱	۰/۲۸۹	۰/۲۵۸	۳/۱۱

در این خصوص مثمر ثمر واقع گردد. خاک‌ورزی با ادوات مناسب می‌تواند با تاثیر بر ساختمان خاک و تغییر جرم مخصوص ظاهری بر قابلیت نفوذ و ذخیره‌سازی آب در خاک تاثیر معنی داری داشته باشد. نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که با بکارگیری گاوآهن قلمی + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار برای عملیات آماده سازی و کاشت گندم در تناوب با ماشک علوفه‌ای بهاره می توان در مقایسه با روش سنتی باعث ذخیره آب بیشتر به میزان ۳۲۴۰ لیتر در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری، ۴۱۱۰ لیتر در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری و ۳۲۰۴۰ لیتر در عمق ۴۵-۳۰ سانتی‌متری شد. بنابر این برای تولید گندم، مناسب‌ترین روش تهیه زمین که می‌تواند رطوبت خاک و عملکرد دانه را افزایش دهد، استفاده از روش "شخم با گاوآهن قلمی + استفاده از سیکلوتیلر + کاشت گندم توسط خطی‌کار"در شرایط اقلیمی مشابه با شرایط این مطالعه قابل توصیه به کشاورزان بوده و لازم است در تهیه ادوات لازم توجه ویژه‌ای صورت پذیرد. با توجه به اینکه تغییرات در کیفیت خاک و سلامتی آن تدریجی بوده و نیاز به پایش دراز مدت دارد نویسندگان مقاله پیشنهاد می‌کنند که مطالعات دراز مدتی در این خصوص انجام گیرد.

منابع مورد استفاده

اصغری میدانی ج، ا. کریمی و س. ب . موسوی. ۱۳۹۱. **اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم دیم و مقدار رطوبت و چگالی ظاهری خاک در تناوب آیش-گندم در مراغه.** مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۶ شماره ۶۰ صفحه‌های ۱۱۹ تا ۱۲۹.

اصغری میدانی ج و ا. کریمی. ۱۳۹۰. **بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی عملکرد ماشک بهاره رقم مراغه.** مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۱/۲ شماره ۱ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۳۳.

Alvaro-Fuentes J, J.L. Arrue, C. Cantero-Martinez and MV. Lopez. 2008b. *Aggregate breakdown during tillage in a Mediterranean loamy soil*. Soil Tillage Research. 101, 62–68.

Alvaro-Fuentes J, M.V. Lopez, C. Cantero-Martinez and J.L. Arrue. 2008a. *Tillage effects on soil organic carbon fractions in Mediterranean dryland agroecosystems.* Soil Science Society of American Journal 72: 541–547.

Barzegar A.R, A.M Hashemi, S.J. Herbert and M.A. Asoodar. 2004. *Interactive effects of tillage system and soil water content on aggregate size distribution for seedbed preparation in Fluvisols in southwest Iran*. Soil Tillage Research. 78, 45–52.

Borie F, R. Rubio and A. Morales. 2008. *Arbuscular mycorhizal fungi and soil aggregation.* Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 8: 9–18.

Curaqueo G, E. Acevedo, P. Cornejo, A. Seguel, R. Rubio and F Borie. 2010. *Tillage effect on soil organic matter, mycorrhizal hyphae and aggregates in a Mediterranean agroecosystem.* Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 10: 12–21.

FAO. 1987. *Agricultural engineering in development, tillage for crop production in areas of low rainfall*. FAO. Agricultural Services Bulletin, No.83

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 Mediterranean agro ecosystem.* Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 10: 12–21.

Larson W.E, J.B. Swan and M.J. Shaffer. 1983. *Soil management for semiarid regions. In: J. F. Stone and W. O. Willis (Eds.).* Plant production and management under drought conditions. Elsevior Science Publishers.

Martinez E, J.P. Fuentes, P. Silva, S. Valle and E. Acevedo. 2008. *Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile*. Soil Tillage Research. 99: 232–244.

So H.B, A. Grabski and P. Desborough. 2009. *The impact of 14 years of conventional and no-till cultivation on the physical properties and crop yields of a loam soil at Grafton NSW, Australia.* Soil Tillage Research. 104: 180–184.

Tarkalson D.D., G.W. Hergerty and K.G. Cassmanz. 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.* Agronomy Journal. 98:26–33.

Unger P.W., 1978. *Straw mulch rate effect on soil water storage and sorghum yield*. Soil Science Society of American Journal, 42: 486 - 491.

Effects of Different Tillage Systems on Soil Physical Properties and Dryland Wheat Grain Yield in Spring Forage–Wheat Rotation

J. Asghari Meidany[1*], E. Karimi[2] and N. Loveimi

Received: 15 Apr 2014 Accepted: 15 Nov 2014
[1]Dry Land Agricultural Research Institute, Maragheh, Iran.
[2]Department of Soil Science Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran
[3]Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center
*Corresponding author: E-mail: Jasgh1340@yahoo.com

Abstract

Effects of tillage on wheat yield in forage-wheat rotation are still unknown in Iran. So, this study was performed in order to investigate the effects of different methods of tillage on soil physical properties and yield of dryland wheat in rotation with spring forage hay. This experiment was carried out with 6 treatments and 3 replications for 3 years in RCBD statistical design in Maragheh region. The results showed significant differences for yield components in spring planted forage-wheat rotations affected by the treatments.T1 treatment (chisel plough + cyclotiller + wheat grain driller) had the highest stubble (4.320 ton/ha), grain (2.398 ton/ha) and biologic yield (6.720 ton/ha) and also harvesting index (33.89 %). Soil moisture was significantly different in 3 soil depths between treatments, and T1 treatment had the highest soil moisture in all depths. Bulk density differences was significant in 3 depths andT1 treatment had the lowest bulk density in three depths The results of this study suggest the application of "chisel plough + cyclotiller + wheat grain driller" for wheat production in rotation with winter and spring vetch forage.

Keywords: Bulk density, Dryland wheat yield, Soil moisture, Tillage, Wheat-Forage rotation.