اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و ماشین‌های کاشت بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم

فرزانه مهاجر مازندرانی[1] و محمد امین آسودار[2]

۱- نویسنده مسئول :کارشناس ارشد مهندسی ماشین‌های کشاورزی ، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
(mazandarani_fm@yahoo.com)

۲- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت:۸۷/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۲۸

چکیده

خاک‌ورزی در ایجاد شرایط فیزیکی مناسب برای کاشت و سبزشدن بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایجاد چنین بستر بذری سبب صرف وقت و هزینه بالایی می‌گردد. استفاده از روش خاک‌ورزی جدیدی که بتواند جایگزین خاک‌ورزی متداول گردد و ضمن جلوگیری از فرسایش و تخریب ساختمان خاک، باعث کاهش هزینه، وقت و انرژی شود ضروری است. در این تحقیق اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم، در شهرستان ایذه، استان خوزستان بررسی شد. یکنواختی عمق کاشت و خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل رطوبت و شاخص مخروطی خاک اندازه‌گیری شد. تیمارهای خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی متداول (گاوآهن برگردان‌دار و دیسک)، کم‌خاک‌ورزی (دوبار دیسک، چیزل و دیسک) و بی‌خاک‌ورزی، و تیمارهای کاشت، شامل خطی‌کار با چرخ فشاری تک محوره با وزن چرخ ۱۰/۵، خطی‌کار با چرخ فشاری دو و چند محوره با وزن ٤، ٥ و ٨ کیلوگرم بر سانتی‌متر از عرض چرخ فشاردهنده، انتخاب گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. روش دوبار دیسک با عدم تفاوت معنی‌دار در رطوبت و شاخص مخروطی خاک نسبت به خاک‌ورزی متداول با عملکرد ۱۹۱۷/۷ کیلوگرم در هکتار و خطی‌کار همراه با چرخ فشاری چند محوره با وزن ٥ کیلوگرم بر سانتی‌متر با تأثیر مثبت بر رطوبت خاک و کاهش شاخص مخروطی و همچنین با ۹۱/۵٪ یکنواختی عمق کاشت با عملکرد ۲۲٦٥ کیلوگرم در هکتار نسبت به دیگر تیمارها در جایگاه بالاتری قرار گرفتند.

کلید واژه ها: خاک‌ورزی حفاظتی، ماشین‌های کاشت، رطوبت وزنی، شاخص مخروطی، گندم دیم

مقدمه

خاک‌ورزی بر بخش مهمی از خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل دما، ذخیره و پراکنش رطوبت (۲۲) و نیز تراکم خاک (۲۳) اثر می‌گذارد؛ بنابراین با انتخاب صحیح یک روش خاک‌ورزی و تأثیر مناسب بر خصوصیات فیزیکی خاک می‌توان بستر بذر مناسبی را برای سبزشدن، رشد و توسعه‌ی گیاه و در نهایت عملکرد بالاتر فراهم کرد (۸، ۹ و ۲۴). روش‌های خاک‌ورزی متداول نه تنها نیاز به انرژی نهاده‌ی بیشتری دارند، بلکه در دراز مدت ساختمان خاک را تخریب و آن را دچار فرسایش می‌کنند (۱۶). توجه به خاک‌ورزی حفاظتی با هدف حفاظت از منابع خاک و آب استراتژی مناسبی به حساب می‌آید. به کارگیری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی باعث کاهش هزینه‌های مصرف انرژی، تخریب خاک و به‌دست آمدن عملکرد معادل و یا بیشتر از روش مرسوم در شرایط دیم می‌شود (۱ و ۲۰).

برای رسیدن به عملکرد بیشینه‌ی محصول به خصوص در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به‌دست

آوردن بهترین نرخ سبزشدن بسیار ضروری است (۳۴). رطوبت خاک عامل اصلی محدود کننده‌ی تولید محصولات دیم می‌باشد. کاهش عملیات خاک‌ورزی می‌تواند ذخیرهٔ رطوبت در خاک را افزایش دهد (۱ و ۲۵). خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی نسبت به پنجه‌غازی و بی‌خاک ورزی با ایجاد خلل و فرج بیشتر و با افزایش دما و تهویه‌ی بهتر خاک از طریق کاهش شاخص مخروطی موجب افزایش در سرعت سبزشدن گندم می‌شود (۱۷). خاک‌ورزی در هر شکلی با کاهش مقاومت خاک تا ۲ مگاپاسکال باعث افزایش سرعت سبزشدن گندم می‌شود (۱۵). انتخاب مناسب روش خاک‌ورزی باعث تأمین رطوبت مورد نیاز بذر می شود و قدرت جوانه‌زنی آن را بالا می‌برد. استقرار زود هنگام ریشه و توسعه‌ی آن بر پنجه‌زنی اثری مثبت دارد و افزایش پنجه‌زنی باعث افزایش تعداد سنبله در مترمربع و در نهایت افزایش عملکرد محصول می‌شود (۲۶ و ۲۸).

به‌کارگیری تکنیک‌های پیشرفته در کاشت باعث رشد یکنواخت گیاه در واحد سطح و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردد (۳ و ۱۹). یکنواختی عمق کاشت و فشردگی خاک روی یا اطراف بذر که بر جوانه‌زنی و سبزشدن بذر اثر دارند، تابع عملکرد ماشین کاشت هستند. فشردگی خاک می‌تواند هوای قابل دسترس بذر را با تنظیم میزان خلل و فرج (۱۵) و مقدار رطوبت قابل دسترس بذر را با تماس مناسب بین بذر و خاک تنظیم نماید (۳۱). از طرف دیگر میزان مقاومت مکانیکی خاک پوشاننده‌ی بذر به وسیله‌ی تنظیم وزن چرخ‌های فشاردهنده‌ی بذرکار تعیین می‌شود (۸). مقاومت مکانیکی می‌تواند سر از خاک درآوردن و استقرار گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (۶). چرخ فشاردهنده در خطی‌کار باعث کاهش عمق کاشت می‌گردد (۳۱). فشار زیاد چرخ فشاردهنده باعث بروز سله و ترک‌های بزرگ در سطح شیار (۱۸) و در محل کاشت بذر می شود که خود باعث افزایش تبخیر و کاهش رطوبت سطحی خاک و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌گردد (۱۳). چرخ فشاردهنده باید به نحوی طراحی شود که به راحتی بتوان وزن‌های مختلف را روی آن اعمال نمود، تا در شرایط مختلف خاک و رطوبت هنگام کاشت بهتر از نوعی که وزن چرخ‌ها ثابت است عمل کند (۸). چرخ‌های فشاردهنده در اغلب خطی‌کارهای موجود به صورت گروهی بر یک یا دو محور نصب شده‌اند و تنظیم مستقل وزن چرخ‌ها متناسب با شرایط امکان‌پذیر نمی‌باشد.

با توجه به آنچه گفته شد؛ لزوم بررسی تنوع وزن در چرخ‌های فشاردهنده و اثر آن بر عملکرد محصول و تعیین روش خاک‌ورزی مناسب به نحوی که علاوه بر کاهش انرژی و هزینه و جلوگیری از فرسایش خاک، اهداف خاک‌ورزی را در شرایط دیم برآورده سازد، بیش از پیش آشکار می‌شود.

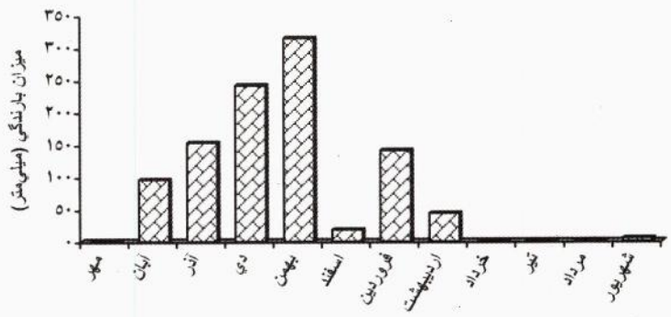
این تحقیق با هدف تعیین روش خاک‌ورزی مناسب در منطقه و وزن مناسب چرخ‌های فشاردهنده و اثر ترکیب این دو بر خصوصیات فیزیکی خاک و بر عملکرد گندم انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و ماشین‌های کاشت بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در استان خوزستان در دشت میان‌گران شهرستان ایذه که در موقعیت جغرافیایی 51° و $31'$ عرض شمالی و 52° و $49'$ طول شرقی و در ارتفاع ۸۲۷ متری از سطح دریا قرار دارد، به اجرا درآمد. میزان متوسط بارندگی سالانه‌ی شهرستان ایذه در یک دوره‌ی ۱۰ ساله ۷۵۷ میلی‌متر می‌باشد. در سال زراعی ۸۵-۸۴ میزان بارندگی ۹۸۷/۳ میلی‌متر گزارش گردید. متوسط بارندگی سالیانه شهرستان ایذه به تفکیک ماه در دوره اجرای طرح در شکل (۱) آمده است. زمین اجرای آزمایش در یک تناوب دو ساله گندم-

آیش - جو بوده و در سال زراعی ۸۴ -۸۳ زیر کشت جو قرار گرفته بوده است. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل انجام آزمایش نیز در جدول (۱) نشان داده شده است.

چهار روش خاک‌ورزی شامل: خاک‌ورزی متداول (گاوآهن برگردان‌دار و دوبار دیسک)، کم خاک‌ورزی (دو بار دیسک، چیزل و یک بار دیسک) و بی‌خاک‌ورزی. عمق خاک‌ورزی گاوآهن‌برگردان‌دار ۲۵، دیسک ۱۵-۱۰ و چیزل ۱۵ سانتی‌متر تنظیم شد. عملیات کاشت توسط سه دستگاه کشت‌گستر (خطی‌کار چرخ فشاری تک محوره)، برزگرهمدان (خطی‌کار چرخ فشاری دو محوره) و جیران صنعت (خطی‌کار چرخ فشاری چند محوره) در عمق ۵ سانتی‌متری انجام شد. خطی‌کار چرخ فشاری تک محوره، دو محوره و چند محوره به ترتیب دارای چرخ فشاری لاستیکی بادی، فلزی و لاستیکی توپر بودند. وزن خطی‌کار چرخ‌فشاری تک محوره، دو محوره و چند محوره به ترتیب ۱۳۷۰، ۱۲۶۰ و ۶۲۰ کیلوگرم بود که در دو خطی‌کار چرخ‌فشاری تک و دو محوره از طریق چرخ‌های فشاردهنده به خطوط کشت منتقل می‌شدند. فاکتور وزن در خطی‌کار چرخ فشاری تک محوره ۱۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر (تنها وزن قابل اعمال بر چرخ‌های فشاردهنده در این خطی‌کار) و در خطی‌کار چرخ فشاری دو و چند محوره ۴، ۵ و ۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر درنظر گرفته



شکل ۱- متوسط بارندگی سالیانه شهرستان ایذه به تفکیک ماه در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸٤

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل انجام آزمایش

مشخصات محل انجام آزمایش	نوع و میزان
بافت خاک	لومی ـ رسی
میزان شن	٪۳۰
میزان سیلت	٪۲۸
میزان رس	٪۴۲
اسیدیته (pH)	۷/۸
هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)	۲/۸
نیتروژن کل	٪۱
فسفر قابل جذب (ppm)	۱۲
پتاس قابل جذب (ppm)	۲۰۶
آهن (ppm)	۱/۶

شد. وزن ۴ و ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر از عرض چرخ فشاردهنده، فشار نرمال مورد نیازی است که برای واریته های مختلف گندم پیشنهاد شده است (۶، ۸ و ۳۴) و وزن ۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر نیز جهت بررسی، بالاتر از رنج توصیهٔ شده در نظر گرفته شد.

واریته گندم از نوع یاواروس (واریته مورد استفاده کشاورزان منطقه) در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار و کود NPK، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با بذر در خاک قرار گرفت. کود اوره نیز با توصیه مرکز تحقیقات ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله قبل از ساقه رفتن و هنگام گل‌دهی به صورت سرک به تیمارها داده شد. طرح آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده انجام شد.

برای تعیین میزان رطوبت ذخیره شده پس از هر دوره‌ی بارندگی و همچنین رطوبت ذخیره‌ی باقی‌مانده در خاک پس از حداقل ۳ تا ۴ هفته عدم بارندگی از هنگام کاشت تا آخرین دوره‌ی بارندگی در اردیبهشت ماه (جدول ۲)، سه نمونه از خاک تمام کرت‌ها در تمام تکرارها نمونه‌برداری شده بود. دو متر از ابتدا و انتها و یک متر از طرفین هر کرت جهت حذف اثرات حاشیه‌ایی رها شده و در ردیف‌های کشت در عمق ۵-۰، ۱۰-۵، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری نمونه‌گیری انجام شد و با استفاده از روش اتوکلاو، نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردیدند (۲۳ و ۲۸)، و با استفاده از فرمول (۱) درصد رطوبت وزنی خاک بر حسب (کیلوگرم بر کیلوگرم٪) محاسبه شد (۱۴). که در آن θ درصد رطوبت وزنی (٪kg/kg)، W_w وزن خاک مرطوب و W_d وزن خاک خشک.

$$\theta = \frac{(Ww - Wd)}{Wd} \times 100 \qquad \text{فرمول (۱)}$$

برای تعیین شاخص مخروطی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری، از دستگاه دیجیتالی پنترولاگر استفاده شد. این دستگاه داده‌های مربوط به هر سانتی‌متر از عمق خاک را نمایش می دهد و دارای یک محور ۸۰ سانتی‌متری می‌باشد که در انتهای آن مخروط کوچکی با زاویه‌ی رأس ۳۰ درجه و مساحت قاعده‌ی ۲ سانتی‌متر نصب شده است. نمونه‌گیری در دو مرحله ابتدا هم‌زمان با سبزشدن و سپس هنگام گلدهی انجام شد (۳۰). جهت اندازه‌گیری یکنواختی عمق کاشت، ۲۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و از زمین خارج شد. عمق کاشت، یعنی طول قسمت زیر خاک آن (فاصله‌ی محل تغییر رنگ بوته تا ریشه) به وسیله‌ی خط‌کش اندازه‌گیری شد (۴)، و با استفاده از فرمول (۲) یکنواختی عمق کاشت محاسبه گردید (۱۴ و ۳۳).

$$Se = \left(1 - \frac{Y}{D}\right) \times 100 \qquad \text{فرمول (۲)}$$

جدول ۲- تاریخ انجام عملیات‌ها و نمونه‌برداری‌ها

نوع عملیات و نمونه‌برداری	تاریخ انجام عملیات											
	سال ۱۳۸٤							سال ۱۳۸۵				
خاک‌ورزی	۹/۱۱											
کاشت	۹/۱۴											
سم‌پاشی	۱۱/۲۰							۲/۱				
برداشت								۴/۱۳				
رطوبت خاک	۹/۱۱	۹/۱۴	۹/۱۸	۱۰/۱	۱۰/۸	۱۰/۱۵	۱۱/۲۹	۱۲/۲۶	۱/۱۶	۱/۲۴	۲/۱	۲/۱۰
شاخص مخروطی	۱۰/۱							۱/۱۶				

که در آن Se ضریب یکنواختی عمق کاشت (درصد)، Y میانگین قدرمطلق تفاضل داده‌ها از میانگین (میلی‌متر) و D میانگین عمق بوته‌ها (میلی‌متر) است.

پس از برداشت سه مترمربع از هر کرت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت نیز محاسبه شد. وزن هزاردانه با شمارش ۵ نمونه‌ی هزارتایی از هر کرت با دستگاه بذرشمار و توزین توسط ترازویی به دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

۱- رطوبت وزنی خاک

خاک‌ورزی در عمق ۱۰-۵ سانتی متری، ماشین در عمق ۵-۰ سانتی‌متر و اثر متقابل خاک‌ورزی در ماشین در هر دو عمق اثر معنی‌دار بر میزان رطوبت وزنی خاک داشت (جدول ۳).

کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک در عمق ۱۰-۵ سانتی‌متر با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد. تراکم بیشتر خاک در بی‌خاک‌ورزی مانع از نفوذپذیری مناسب خاک شده، منجر به کاهش جذب نزولات و در نهایت کاهش رطوبت می‌شود. خاک‌ورزی متداول و چیزل همراه دیسک با افزایش میزان خلل و فرج و ناهمواری‌های سطح خاک باعث تبخیر بیشتر رطوبت شده در نتیجه رطوبت در این دو روش کمتر از روش دوبار دیسک است (۳۰).

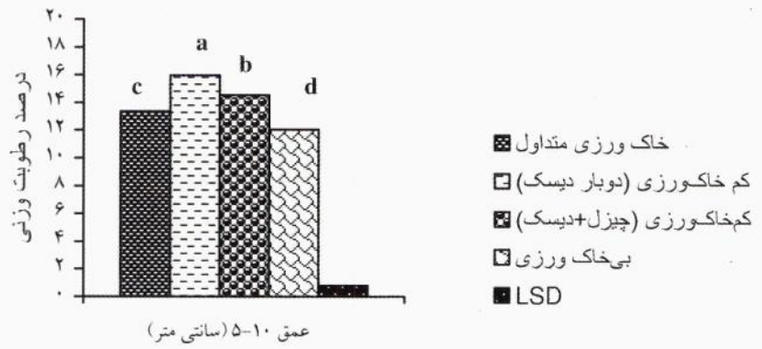
کم‌خاک‌ورزی (چیزل و دیسک) نیز با خاک‌ورزی متداول و بی‌خاک‌ورزی دارای اختلافی معنی‌دار می‌باشد. کاهش میزان برگردان شدن خاک نسبت به خاک‌ورزی متداول و افزایش میزان خلل و فرج و کاهش شاخص مخروطی خاک نسبت به بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش جذب رطوبت شده است (شکل ۲).

خطی‌کار چرخ‌فشاری چند محوره با وزن ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر دارای بیشترین میانگین رطوبت (۱۷/۲۵٪) و دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها می‌باشد (شکل ۳). ترکیب شیاربازکن، جنس، پروفیل و وزن چرخ‌های فشاردهنده و نحوه‌ی توزیع وزن چرخ بر خط کشت با تأثیر بر شاخص مخروطی موجب بروز این تفاوت شده است (۲۷). خطی‌کار چرخ‌فشاری چند محوره با وزن چرخ ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر دارای کمترین شاخص مخروطی خاک (۸۸ کیلوپاسکال) می‌باشد (شکل۴)، که احتمال ایجاد سله در طول شیار را کاهش می دهد و در نتیجه میزان تبخیر از سطح شیار کم شده، رطوبت افزایش می‌یابد.

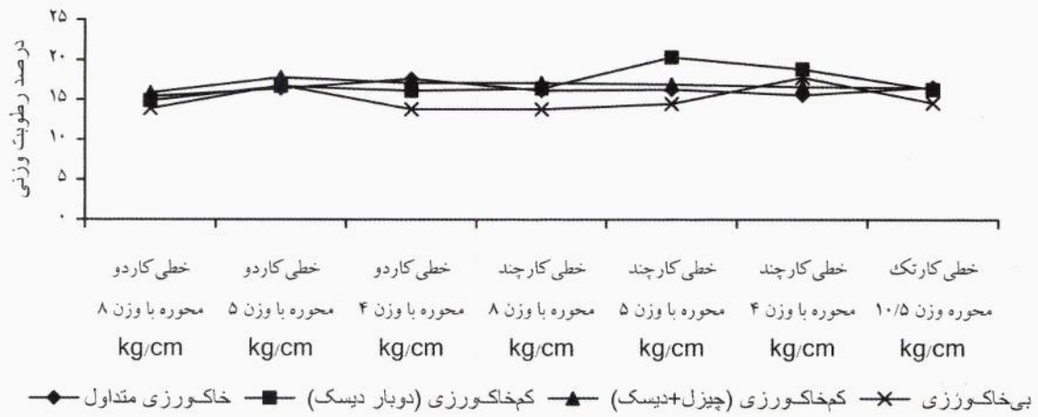
جدول ۳- تجزیه‌ی واریانس میانگین رطوبت وزنی خاک

منابع تغییر	df	عمق (سانتی متر) ۰-۵	عمق (سانتی متر) ۱۰-۵	عمق (سانتی متر) ۲۰-۱۰	عمق (سانتی متر) ۳۰-۲۰
		F	F	F	F
تکرار	۲	۴۹/۲۹	۱۱۵/۱۹	۳۰/۷۱	۱۱/۱۲
خاک‌ورزی	۳	۲/۴۶n.s	۶/۵۲*	۲/۵۱*	۲/۸۲*
اشتباه فاکتور اصلی	۶	۴/۹۹	۲/۸۲	۲/۴	۴/۳
ماشین	۶	۶/۰۳*	۲/۰۸n.s	۲/۲۶*	۳/۱۲*
خاک‌ورزی × ماشین	۱۸	۳/۲۵**	۳/۵۲**	۱/۲۵n.s	۳/۷۲**
اشتباه فاکتور فرعی	۴۸	-	-	-	-
CV		۷/۰۵۴	۹/۵۳	۱۱/۰۹۸	۱۱/۸۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و n.s عدم وجود اختلاف معنی‌دار



شکل ۲- تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر درصد رطوبت وزنی



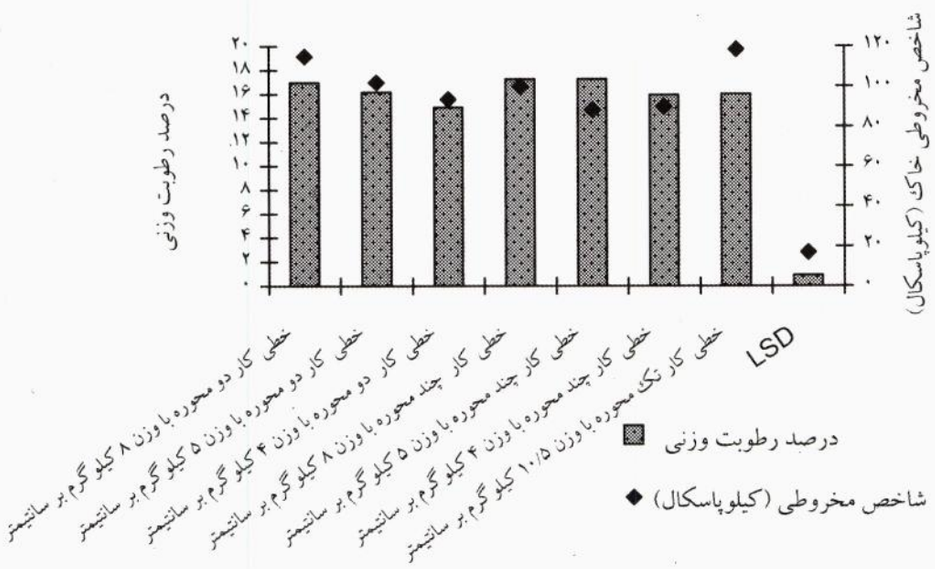
شکل ۳- اثر متقابل خاک‌ورزی و ماشین کاشت بر میزان رطوبت در عمق ۵-۰ سانتی‌متر

روند تغییر میزان رطوبت تحت تأثیر خاک‌ورزی و ماشین، بیانگر افزایش چشمگیر رطوبت با میانگین ۲۰/۳ (کیلوگرم بر کیلوگرم٪) در روش دوبار دیسک و خطی‌کار چرخ‌فشاری چند محوره با وزن ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر می‌باشد (شکل۳). روش کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک و خطی‌کار چرخ‌فشاری چند محوره با وزن چرخ ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر هر کدام با میانگین شاخص مخروطی ۹۰/۲۲ و ۸۸/۱۹ کیلوپاسکال (جدول ۴)، دارای کمترین میزان تراکم خاک در بین سایر تیمارها است و عدم تراکم بالا در تیمارهای تحت اثر هم زمان این دو فاکتور موجب افزایش نفوذپذیری و در نتیجه افزایش رطوبت خاک شده است.

۲- شاخص مخروطی خاک

طبق نتایج تجزیه‌ی واریانس شاخص مخروطی، خاک‌ورزی در تمام عمق‌ها و ماشین در عمق ۵-۰ سانتی متری اثرات معنی‌داری را از خود نشان دادند. آسودار و همکاران[1] (۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. خطی‌کار تک محوره بیشترین و خطی‌کار چرخ فشاری چند محوره با وزن چرخ ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر با میانگین ۸۸ کیلوپاسکال کم‌ترین

1 - Asoodar *et al.*



شکل ٤- تأثیر ماشین کاشت بر درصد رطوبت وزنی و شاخص مخروطی خاک

شاخص مخروطی خاک را دارد (شکل ۴).

این اختلاف معادل ۱۱/۵۷٪ است و ناشی از تفاوت ماشین‌های کاشت از لحاظ جنس و پروفیل چرخ‌های فشاردهنده (۳۲)، تفاوت در نحوه‌ی انتقال وزن به چرخ‌ها و نیز نحوه‌ی انتقال وزن چرخ‌های فشاردهنده به سطح شیار می‌باشد (۸). چرخ‌های فشاردهنده در خطی‌کار چرخ‌فشاری چند محوره لاستیکی است و در مقابل ناهمواری‌های زمین انعطاف بیشتری از خود نشان می‌دهد؛ اما چرخ‌های فشاردهنده در خطی‌کار چرخ‌فشاری دو محوره، فلزی است و در مقابل ناهمواری‌ها انعطاف ندارد و خاک را بیشتر تحت فشار قرار می‌دهد. خطی‌کار چرخ‌فشاری تک محوره نیز به علت بالا بودن وزن روی چرخ‌های فشاردهنده، دارای بالاترین شاخص مخروطی معادل ۱۱۸/۳۷ کیلو پاسکال می‌باشد.

بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین شاخص مخروطی خاک می‌باشند (جدول ۴)، روش دوبار دیسک و چیزل دیسک نیز با صرف هزینه و انرژی کمتر و کاهش میزان برگردان نمودن خاک تفاوت معنی‌داری با روش خاک‌ورزی متداول ندارند. عملیات خاک‌ورزی در هر شکلی با ایجاد تغییر در ساختمان خاک و سست نمودن آن باعث کاهش شاخص مخروطی خاک می‌شود (۲۳). در مقابل در روش بی‌خاک‌ورزی با کاهش میزان خلل و فرج و افزایش وزن ظاهری خاک، شاخص مخروطی به مراتب بیشتر از سایر روش‌های خاک‌ورزی می‌باشد (۱۲ و ۱۳).

بررسی روند تغییر شاخص مخروطی خاک نشان می‌دهد که این تغییر تابعی از تغییرات رطوبت است و تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی می‌باشد (شکل ۵).

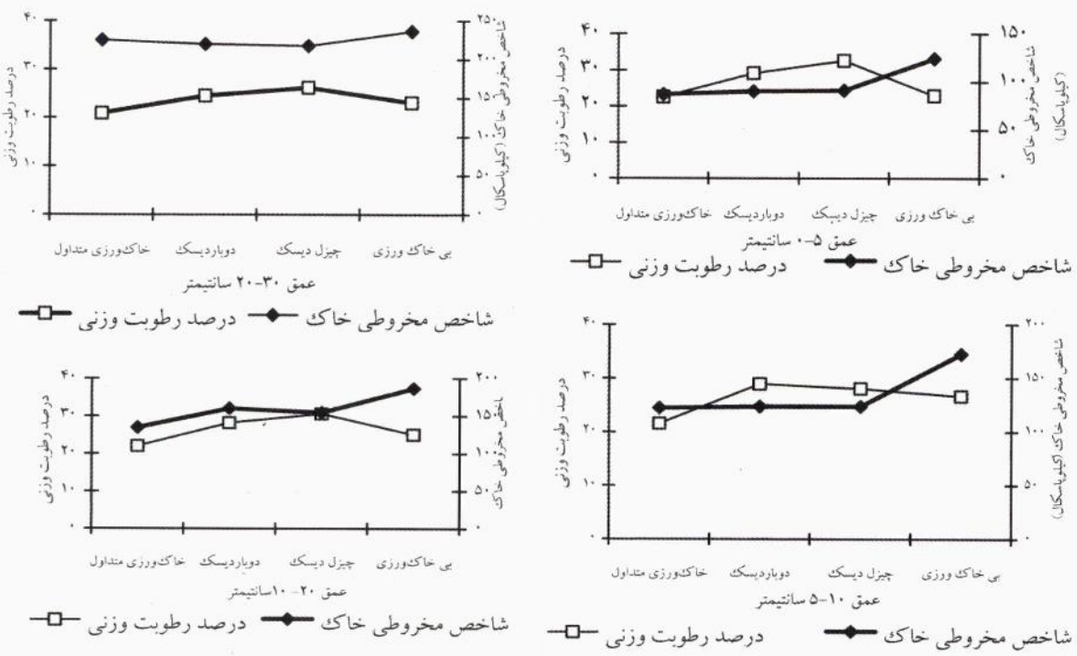
۳ - یکنواختی عمق بذر

طبق نتایج جدول تجزیه‌ی واریانس ماشین با ($p \leq ۰/۰۱$) بر یکنواختی عمق بذر اثر معنی‌داری دارد، ولی سایر فاکتورها تأثیر معنی‌داری را بر میزان

جدول ٤- مقایسه میانگین شاخص مخروطی خاک در روش‌های خاک‌ورزی (کیلوپاسکال)

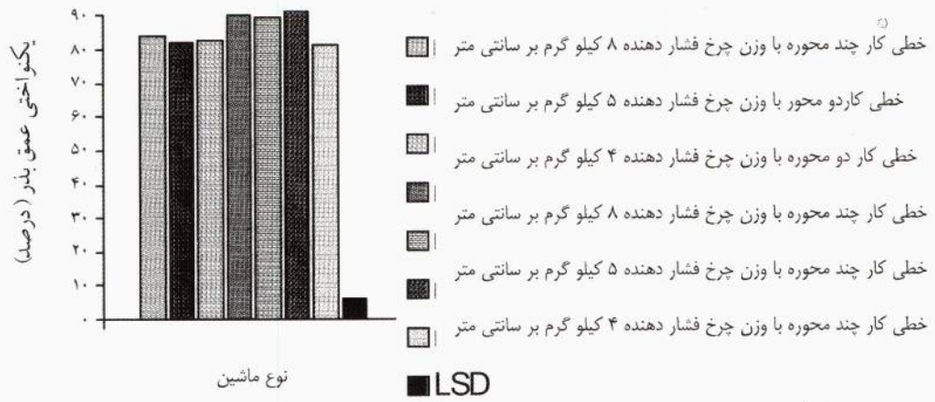
عمق(سانتی متر) / خاک‌ورزی	۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰
خاک‌ورزی متداول (گاوآهن برگردان‌دار+دوبار دیسک)	۸۷/۰۵^{b}	۱۲۲/۲۸^{b}	۱۳۴/۵^{c}	۲۰۷/۲۶^{b}
کم‌خاک‌ورزی (دوبار دیسک)	۹۰/۲۲^{b}	۱۲۳/۶۶^{b}	۱۶۰/۰۳^{b}	۲۱۹/۹۵^{ab}
کم‌خاک‌ورزی (چیزل + دیسک)	۹۰/۹۷^{b}	۱۲۳/۵۱^{b}	۱۵۴/۵۹^{b}	۲۰۷/۶۸^{b}
بی‌خاک‌ورزی	۱۲۴/۰۹^{a}	۱۷۲/۵۷^{a}	۱۸۶/۶۲^{a}	۲۳۶/۰۱^{a}

حروف متشابه در هر سطر نشانگر عدم تفاوت معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) است.



شکل ۵- تأثیر خاک‌ورزی بر درصد رطوبت وزنی و شاخص مخروطی خاک

یکنواختی عمق بذر نشان نمی‌دهند. نتایج با یافته‌های یوسف‌زاده طاهری (۵) و افضلی‌نیا (۴) هماهنگی دارد. تفاوت در ترکیب قطعات ماشین‌ها، نوع شیاربازکن (۳۵)، سیستم موزع (۲۹)، جنس، پروفیل و وزن چرخ‌های فشاردهنده (۸) ماشین کاشت بر میزان یکنواختی عمق کاشت اثر معنی‌داری دارند. خطی کار چرخ‌فشاری چند محوره با دو نوع دیگر در یکنواختی عمق کاشت تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل ۶). یکی از دلایل عدم یکنواختی عمق در خطی‌کار چرخ‌فشاری تک محوره، نصب گروهی چرخ‌های فشاردهنده می‌باشد. وقتی چرخی با مانع مواجه می‌شود، سایر چرخ‌ها نیز دچار مشکل می گردد و عمق کاشت دستخوش ناهماهنگی می‌شود. همچنین از آنجا که وزن چرخ‌های فشاردهنده در این دستگاه از محل وزن خود ماشین و وزن کود و بذر موجود در مخازن



شکل ٦- تأثیر ماشین کاشت بر یکنواختی عمق

تأمین می‌شود و با تخلیه‌ی مخزن بذر و کود، وزن وارد بر چرخ‌های فشاردهنده کاهش می‌یابد؛ بنابراین عمق قرارگیری بذور دچار غیریکنواختی می‌شود. یکی دیگر از عوامل عدم یکنواختی عمق کاشت در این خطی‌کار لرزش‌های سیستم انتقال بذر و خرطومی بودن لوله‌های سقوط بذر (لوله‌ها حالت فنری داشته و دچار لرزش بیشتری می‌شوند) می‌باشد که باعث بروز پراکنش جانبی بیشتر بذور در طول خط کشت می شود و همه‌ی بذور در یک خط قرار نمی‌گیرند. خطی‌کار چرخ‌فشاری دو محوره نیز دارای چرخ‌های فشاردهنده از جنس فلزی است که به صورت دو گروه ۶ و ۷ تایی روی دو محور نصب شده‌اند و بروز مشکل چرخ‌های فشاردهنده‌ی خطی‌کار چرخ‌فشاری تک محوره برای این دستگاه نیز دور از انتظار نیست. عدم انعطاف چرخ‌های فشاردهنده‌ی فلزی این دستگاه در مقابل ناهمواری‌های مزرعه و چسبندگی خاک‌های سنگین منطقه و حمل خاک توسط آنها از دیگر عوامل غیر یکنواختی عمق کاشت می‌باشد.

٤- عملکرد و اجزاء عملکرد گندم

وزن هزاردانه با ($p \leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر ماشین است (جدول ۵) و خطی‌کار چرخ فشاری چند محوره با وزن ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر با میانگین ۳۸/۷۹ گرم دارای بالاترین وزن هزاردانه می‌باشد (شکل ۳). کاهش شاخص مخروطی و افزایش ذخیره‌ی رطوبت خاک باعث جوانه‌زنی و استقرار زود هنگام گیاه می‌شود و با بروز تنش‌های آبی گیاه کمتر دچار مشکل شده، این امر مانع از کاهش وزن هزاردانه گردید. کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک، تفاوت معنی‌داری با خاک‌ورزی متداول ندارد، و می‌توان با صرف وقت، هزینه و ادوات کمتر به نتایج مشابهی دست یافت. کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک با کاهش تراکم خاک به میزان ۰/۷۵ مگاپاسکال در عمق ۵-۰ سانتی‌متر (جدول ۶) و نرم کردن بهتر کلوخه‌ها بر خلاف روش چیزل که کلوخه‌ها سطح تماس بیش تری برای تبخیر رطوبت از سطح خاک دارند، مانع از تبخیر رطوبت شده است. بی خاک ورزی به خاطر تراکمی بالاتر از سایر روش‌ها (جدول ۵)، با کاهش میزان خلل و فرج، جذب رطوبت خاک را کاهش داده و در نتیجه با افت وزن هزاردانه همراه بوده است (جدول ۶). نتایج به دست آمده با یافته‌های برزگر و همکاران (۱۰) و همچنین لیچت و الکیسی[2] (۲۴) مطابقت دارد.

ماشین اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع دارد (جدول ۵)، که ناشی از معنی‌دار بودن اثر

2- Licht & Alkaisi

جدول ۵- تجزیه‌ی واریانس وزن هزاردانه، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد محصول

منابع تغییر	df	وزن هزاردانه	تعداد سنبله در مترمربع	عملکرد محصول
		F	F	F
تکرار	۲	۱/۳۵	۱/۳۵	۳/۰۰
خاک‌ورزی	۳	۲/۱۵*	۱/۵۲*	۱/۱۵*
اشتباه فاکتور اصلی	۶	۱/۵۰	۲/۸۷	۴/۱۱
ماشین	۶	۱۰/۴۴**	۱۰/۲۸**	۱۷/۸۹**
خاک‌ورزی در ماشین	۱۸	۰/۹۳n.s	۰/۷۷n.s	۱/۱۶n.s
اشتباه فاکتور فرعی	۴۸	-	-	-
CV		۸/۷۱	۱۸/۲۱	۱۹/۶۶

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و n.s عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ٦- مقایسه میانگین وزن هزاردانه در سیستم‌های خاک‌ورزی

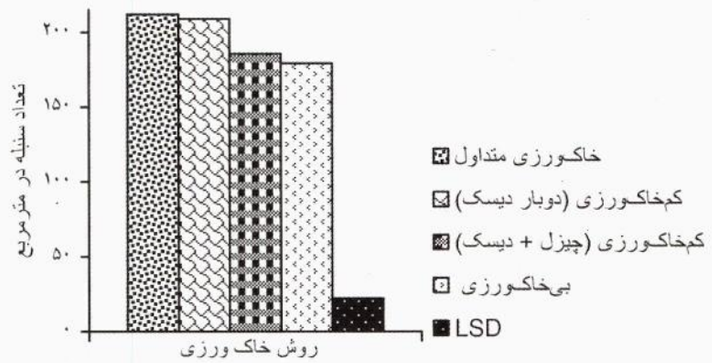
روش خاک‌ورزی	وزن هزاردانه (گرم)
خاک‌ورزی متداول (گاوآهن برگردان‌دار+دوبار دیسک)	۳۶/۵۰^{a}
کم‌خاک‌ورزی (دوبار دیسک)	۳۵/۶۶^{ab}
کم‌خاک‌ورزی (چیزل + دیسک)	۳۴/۴۲^{b}
بی‌خاک‌ورزی	۳۳/۸۳^{b}

حروف متشابه در هر سطر نشانگر عدم تفاوت معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) است

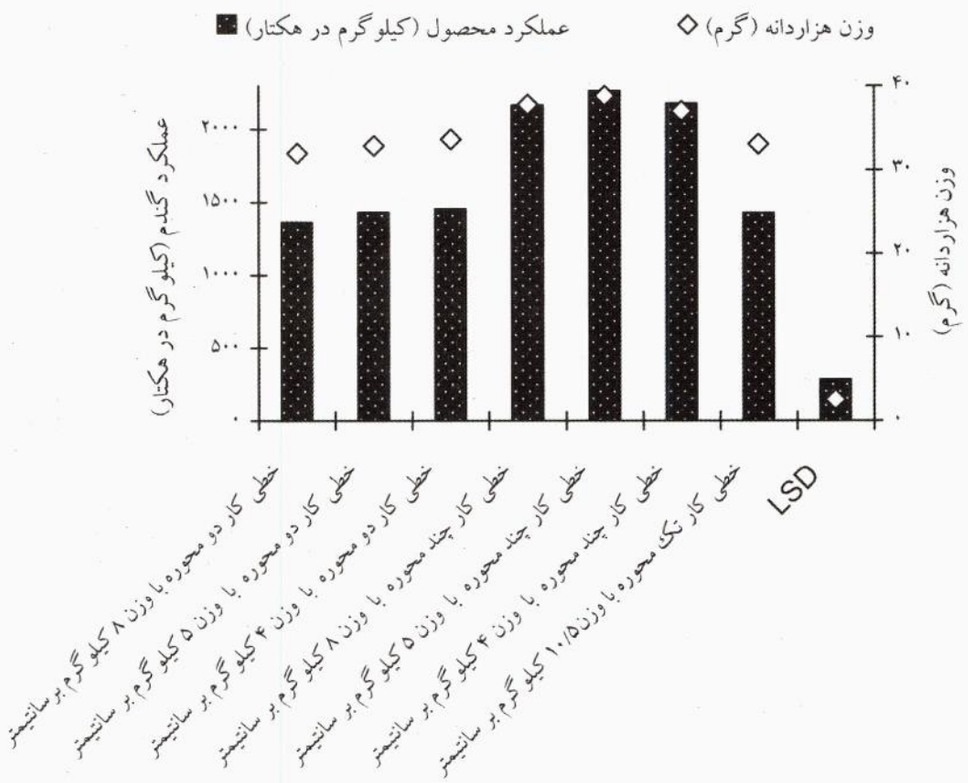
خطی‌کار بر رطوبت، شاخص مخروطی، یکنواختی عمق کاشت و در نهایت استقرار زود هنگام گیاه و افزایش پنجه‌زنی می‌باشد. روش کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک با میانگین تعداد ۲۰۹ سنبله در متر مربع با خاک‌ورزی متداول تفاوت معنی‌داری ندارد (شکل ۷)، افزایش رطوبت خاک، کاهش شاخص مخروطی و سرعت و درصد سبزشدن بهتر برای کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک عواملی هستند که با افزایش سرعت استقرار گیاه در خاک و افزایش میزان پنجه‌زنی، در نهایت تعداد سنبله در مترمربع را افزایش می دهند و باعث افزایش عملکرد می‌گردند. نتایج با یافته‌های فینلی و همکاران[1] (۱۵) مطابقت دارد. ماشین با ($p \leq ۰/۰۱$)، بر عملکرد اثر معنی‌دار دارد (جدول ۶). اسکندری (۱) و تسیر و همکاران[2] (۳۴) نیز به این نتیجه رسیده اند و دلیل تغییر میزان عملکرد را ترکیب متفاوت ماشین‌های کاشت می‌دانند. معنی‌دار بودن اثر ماشین بر رطوبت وزنی و شاخص مخروطی خاک و یکنواختی عمق کاشت سبب بروز اثر معنی‌دار در تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه (جدول ۵)، شده است. خطی‌کار چرخ فشاری چند محوره با وزن ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر با میانگین عملکرد ۲۲۶۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد می‌باشد (شکل ۸).

1-Finlay *et al.*

2- Tessier *et al.*



شکل ۷- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر تعداد سنبله در مترمربع



شکل ۸- تأثیر ماشین کاشت بر عملکرد گندم و وزن هزاردانه

کم‌خاک‌ورزی دوبار دیسک دارای بیش ترین عملکرد است و با بی‌خاک‌ورزی و چیزل همراه با دیسک اختلاف معنی‌داری را به نمایش می‌گذارد (جدول ۷). کروز[1] (۲۱) و برزگر و همکاران[2] (۱۱) نیز به نتایج مشابهی دست یافته‌اند.

1-Kreuz
2- Barzegar *et al.*

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد محصول در روش‌های خاک‌ورزی

خاک‌ورزی	عملکرد محصول(کیلوگرم درهکتار)
خاک‌ورزی متداول(گاوآهن‌برگردان‌دار+ دوبار دیسک)	۱۸۷۱/۴[a]
کم‌خاک‌ورزی (دوبار دیسک)	۱۹۱۷/۷[a]
کم‌خاک‌ورزی (چیزل + دیسک)	۱۵۹۰/۲[b]
بی‌خاک‌ورزی	۱۶۳۹/۲[b]

حروف متشابه در هر سطر نشانگر عدم تفاوت آماری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) است

نتیجه‌گیری

نوع‌خاک‌ورزی، ماشین کاشت و وزن چرخ‌های فشاردهنده با تأثیری که بر خصوصیات فیزیکی خاک دارند، در زمان کاشت از اهمیت زیادی برخوردار هستند. روش کم‌خاک‌ورزی (دوبار دیسک) با تأثیر معنی‌دار بر رطوبت خاک و شاخص مخروطی‌خاک، با میانگین عملکرد ۱۹۱۷/۷ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین عملکرد بین سایر تیمارهای خاک‌ورزی می‌باشد. بنابراین روش خاک‌ورزی مذکور برای کشت گندم در شرایط دیم منطقه‌ی ایذه و مناطق مشابه قابل اجرا است. خطی‌کار چرخ‌فشاری چند محوره با وزن ۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر بهترین تأثیر را بر رطوبت، شاخص مخروطی خاک و همچنین یکنواختی عمق کاشت دارد و با میانگین ۲۳۸ سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه‌ی ۳۸ گرم دارای بالاترین میزان عملکرد ۲۲۶۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق، خطی‌کارهایی که دارای چرخ‌های فشاردهنده‌ی مستقل (قابل تنظیم) هستند، توانایی بیشتری جهت انطباق با شرایط مختلف خاک و رطوبت هنگام کاشت داشته، اثر بهتری بر خصوصیات فیزیکی خاک و در نهایت عملکرد از خود نشان می‌دهند.

منابع

۱. آسودار، م. الف. و میرآفتابی، م. ۱۳۸۵. ماشین های خاک ورزی و کاشت. انتشارات یادمان هنر و اندیشه، تهران. تهران. ص ۲۳۲.

۲. آسودار، م. الف.، ۱۳۸۲. بی خاک ورزی در کشاورزی دیم، میزگرد علمی، بررسی راهکارهای افزایش تولید در دیم زارهای کشور، مهر ماه ۱۳۸۲، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ص ۲۳۲.

۳. اسکندری، ا. ۱۳۷۷. انتخاب خطی کار مناسب برای کاشت گندم. مجلهٔ آب، خاک، ماشین. شمارهٔ ۴۲، صص ۲۷-۳۳.

۴. افضلی نیا، ص. ۱۳۷۷. ارزیابی ردیف کار بادی گوجه فرنگی. مجموعه مقالات علمی- تحقیقی، تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ۱۲، صص ۱-۱۴.

۵. یوسف‌زاده طاهری، م. ۱۳۸۳. گزارش نهایی ارزیابی ریزدانه‌کارهای متداول و معرفی مناسب‌ترین آن‌ها در کشت مکانیزه کلزا. مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۲۵ ص.

6. Anonymous. 1996. Press wheel give sowing advantages. Farming Ahead. No. 50. February 1996.

7. Asoodar, M.A., 2004. New sowing point design for early root growth. In the 4th International conference on Agro Environ 2004, Role of Multi-purpose Agriculture in Sustaining Global Environment. 20-24 October 2004, Udine, Italy.

8. Asoodar, M.A., Bakhshandeh, A.M., Afrasiabi, H., and Shafeinia, A. 2006. Effects of press wheel weight and soil moisture at sowing on grain yield. Journal of Agronomy, 5 (20) pp: 278-283.

9. Asoodar, M.A., and Barzegar, A.R. 2006. Effects of different tillage and rotation on crop performance. In the 8th International Conference on Development of Dry Lands, 25-28 February, Beijing, China.

10. Barzegar, A.R., Asoodar, M.A., Eftekhar, A.R., and Herbert, S.J. 2004. Tillage effects on soil physical properties and performance of irrigated wheat and clover in semi arid region. Journal of Agronomy, 3 (4): 237-242.

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

12. Barzegar, A.R., Mosavi, M.H., Asoodar, M.A., and Herbert, S.J. 2004. Root mass distribution of winter wheat as influenced by different tillage systems in semi arid region. Journal of Agronomy , 3 (3): 223-228.

13. Chen, Y., Tessier, S., and Irvin, B. 2004. Drill and crop performances as affected by different drill configuration for no-till seeding. Soil and Tillage Research, 77: 147-155.

14. Darmora, D.P., and Pandy, K.P. 1995. Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertilizer drills. Soil and Tillage Research, 34: 127-139.

15. Finlay, M.J., Tisdall, J., and McKenzie, B. 2003. Effect of tillage blow the seed on emergence of wheat seedlings in a hard setting soil. Soil and Tillage Research, 28. 213-225.

16. Frye, W.W., Blevins, R.L., and Smith, M.S. 2003. Cover crops in conservation tillage: benefits and liabilities. Journal of Agronomy, 22: 167-171.

17. Hemmat, A. 1996. Effects of seedbed preparation and planting methods on emergence of irrigated winter wheat. Iranian Journal of Agriculture Science, 27 (4): 55-68.

18. Hemmat, A., Khashoei, A.A. 2002. Emergence of irrigated cotton in flat land planting in relation to furrow opener type and crust-breaking treatments for Cambisols central Iran. Soil and Tillage Research, 66: 45-53.

19. Karayel, D., Barut, Z. B., and Ozmerzi, A. 2004. Mathematical modeling of vacuum pressure on a precision seeder. Biosystems. Eng. 87 (4): 437-444.

20. Katsvairo, T., Cox, W.J., Vanes, H. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. Journal of Agronomy, 94: 299-304.

21. Kreuz, E. 1990. The influence of no-plough tillage for winter wheat in a three-course rotation on yield and structure. Archiv-Fur-Acker. 34 (9): 635-641.

22. Lampurlanes, J. Angas, P., and Martines, C. 2001. Root growth, soil water content and yield of barely under different Tillage systems on two soils in semiarid conditions. Field Crops Research, 69: 27-40.

23. Lapen, D.R., Topp, G.C., Edwards, M.E., and Gregorich, E. 2004. Combination cone penetration resistance/ water content instrumentation to evaluated cone penetration-water content relationships in tillage research. Soil and Tillage Research, 79: 51-62.

24. Licht, M.A., Al-kaisi, M. 2005. Strip- tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. Soil and Tillage Research, 80: 233-249.

25. Lyon, D., Stroup, W., and Brown, R. 1998. Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. Soil and Tillage Research, 49: 19-27.

26. McMaster, G.S. 1997. Phonology, development, and growth of the wheat *(Triticum aestivum L)* shoot apex: a review. Adv. Journal of Agronomy, 59: 63-118.

27. McMaster, G.S., Palic, D., and Dunn, G. 2002. Soil management alters seedling emergence and subsequent autumn growth and yield in dry land wheat-fallow systems in the central great plains on a clay loam soil. Soil and Tillage Research, 65: 193-206.

28. McMaster, G.S., Wilhelm, W.W., and Bartling, P.N.S. 1994. Irrigation and culms contribution to yield and yield components of winter wheat. Journal of Agronomy, 86: 1123-1127.

29. Meyer, M., Beyer, H., and Beyer, T. 2004. The type of seeder cells determines the efficiency of germinal center reactions. Bulletin of mathematical biology, 66: 25-34.

30. Nidal, H., Hamdeh, A. 2003. Soil compaction and root distribution for okra as affected by tillage and vehicle parameters. Soil and Tillage Research, 74: 25-35.

31. Radford, B.J. 1996. Effect of press wheel and depth of semi dwarf and tall wheat's. Aust. Journal of exp. Agriculture, 26 (6): 697-702.

32. Rainbow, R.W., Dare, M.W. 1997. Summary of nitrogen and phosphorus fertilizer placement research 1993-1995 in farming systems developments in Adeliade. Cooperative research center for soil and land management, 128-129.

33. Senapati, P. C., Mohapatra, P. K., and Satpathly, D. 1988. Field performance of seeding devices in rain fed situation in orissa, India. Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America, 19 (1): 94-97.

34. Tessier, S., Saxton, K.E., and Papendick, R.I. 2003. Furrow opener and press wheel effects on seed environment and wheat emergence. Soil and Tillage Research, 39 (7): 5-9.

35. Vamerali, T., Bertocco, M., and Sartori, L. 2006. Effects of new wide-sweep opener for no-till planter on seed zone properties and root establishment in maize: A comparison with double-disk opener. Soil and Tillage Research, 89: 196-209.