نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

اثر شرایط رطوبتی خاک بر کارایی ماشین کارنده بی‌خاک‌ورز برای کشت گندم نان در جنوب خوزستان

الیاس دهقان[۱]، سیدمحمدجواد افضلی[۲*]، عبدالمجید قبیتی[۲]
۱ و ۲- به ترتیب عضو هیأت علمی و کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
ایمیل مکاتبه کننده: moja_afzali@yahoo.com

چکیده

این پژوهش در سال‌های ۹۲-۹۰ به منظور ارزیابی اثر شرایط مختلف رطوبتی خاک بر کارایی ماشین کارنده بی‌خاک‌ورز و عملکرد گندم در در یک خاک رسی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به روش بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارها شامل پنج روش خاک‌ورزی- کاشت شامل ۱) بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدون ماخار، ۲) بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک دیسک‌خورده بدون ماخار، ۳) بی‌خاک‌ورزی در خاک ماخار شده گاورو، ۴) هیرم‌کاری و ۵) دوبار دیسک+ کشت با خطی‌کار در خاک ماخار شده (شاهد) بودند. نتایج نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی- کاشت بر کلیه اجزای عملکرد و اجزای عملکرد بجز تعداد دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. میزان عملکرد دانه در این تیمارها به ترتیب برابر با ۴۲۲۵، ۴۷۳۴، ۴۰۴۵، ۵۱۶۸ و ۵۲۸۷ کیلوگرم در هکتار بود. تفاوت عملکرد دانه تیمار شاهد و هیرم‌کاری معنی‌دار نبود، در حالی که عملکرد دانه سایر تیمارها در سطح ۵ درصد از شاهد کمتر بود. مقدار عددی تراکم خاک در تیمار شاهد در تمامی لایه‌های عمقی کمتر از سایر تیمارها بود. بیشترین تراکم خاک در لایه عمقی ۲۰-۰ سانتی‌متر در روش هیرم‌کاری و در لایه عمقی ۸۰-۲۰ سانتی‌متر در روش بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدست آمد. بنابراین با توجه به کاهش زمان عملیات و مصرف سوخت در تیمار هیرم‌کاری (به ترتیب ۶۶ و ۴۱ درصد)، این تیمار به عنوان تیمار برتر توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بی‌خاک‌ورزی، رطوبت خاک، ماخار، هیرم‌کاری، گندم نان

مقدمه

به دلیل اهمیت حفظ بقایا و همچنین کاهش زمان انجام عملیات در سال‌های اخیر کشت کندم به روش بی‌خاک‌ورزی در استان در بسیاری از مزارع انجام می‌شود. خاک‌های خوزستان به علت درصد رس زیاد و کمی مواد آلی غالباً دارای بافت سنگین بوده و خاک‌ورزی بدون ماخار در آنها بسیار سخت است، لذا انجام آبیاری ماخار در این خاک‌ها به منظور کاهش مقاومت خاک در برابر عملیات تهیه زمین و انجام خاک‌ورزی پس از گاورو شدن خاک یک ضرورت است. هرچند با آبیاری ماخار، انجام عملیات خاک‌ورزی آسان شده و به صرف وقت و انرژی کمتری نیاز دارد، اما از طرف دیگر، رطوبت ماخار

باعث تحریک و جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز شده و تا زمان گاورو شدن و آمادگی خاک برای تردد ماشین‌ها و انجام عملیات کشت مستقیم بذر با بی‌خاک‌ورز، بخش زیادی از علف‌های هرز مرحله جوانه‌زنی را طی نموده و هنگامی که بذور گندم در حال جوانه زدن هستند علف‌های هرز مراحل اولیه رشد و استقرار خود را پشت سر گذاشته‌اند. در این شرایط گیاه اصلی قادر به رقابت با علف‌های هرز نبوده و کاربرد سم علف‌کش نیز به علت ناهماهنگی مرحله رشد علف‌های هرز و گندم چندان موفقیت‌آمیز نیست.

به نظر می‌رسد کشت گندم در خاک مرطوب (هیرم‌کاری) و قبل از گاورو شدن کامل زمین می‌تواند تا حدود زیادی این مشکل را کاهش دهد. بدیهی است که در صورت امکان کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) گندم به‌صورت هیرم‌کاری، علاوه بر کاهش چشمگیر در مصرف انرژی، زمان و هزینه سبب می‌شود که مرحله رشدی علف‌های هرز و گیاه اصلی تطابق بیشتری یافته و کاربرد سموم علفکش موفقیت بیشتری در بر خواهد داشت. همچنین به علت سبز شدن بذور گندم با رطوبت موجود خاک، به آب اول (سبز آب) نیز نیازی نبوده و یک آب از تعداد آبیاری‌ها کاسته خواهد شد.

حذف ماخار (در صورت امکان) نیز می‌تواند مشکل پیشی گرفتن علف‌های هرز از گیاه اصلی را برطرف نماید. اما، برخلاف خاک‌های سبک و با مواد آلی زیاد، در شرایط کشت بی‌خاک‌ورزی بدون ماخار در خاک‌های رسی و سنگین خوزستان، ممکن است از یک طرف شیاربازکن واحدهای کارنده ماشین‌های بی‌خاک‌ورز قادر نباشند به اندازه کافی در خاک نفوذ نموده، بذور را در عمق مورد نظر قرار داده و روی آنها را بپوشانند.

به طور کلی کارنده‌های بی‌خاک‌ورز باید بتوانند بقایا را بریده، در خاک به عمق مناسب (برای بذر) نفوذ کرده و ارتباطی پایدار بین بذر و خاک ایجاد نماید (گریسو و همکاران، ۲۰۰۹). هرچند بریدن بقایا در شرایط خاک خشک برای بی‌خاک‌ورز آسان‌تر می‌شود، اما نفوذ در خاک‌های خشک و سفت مشکل‌تر است. درست بودن زمان‌بندی عملیات، انتخاب ادوات و تنظیمات آنها و مدیریت درست می‌تواند بر این مشکل غلبه نماید.

خانی و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که رطوبت خاک مهمترین عامل محدود کننده خاک‌ورزی است. اگر خاک‌ورزی در خاک مرطوب انجام شود نتیجه آن فشردگی خاک و تخریب خاک‌دانه‌هاست و اگر در خاک خشک انجام شود نتیجه آن مصرف بیشتر انرژی و ایجاد کلوخه است.

براون و نورث (۱۹۸۴) با بررسی اثر رطوبت خاک در زمان کشت جو در یک خاک سیلتی-کلی-لوم گزارش نمودند که شرایط رطوبت خاک برای خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر استقرار بوته داشت. کمترین سرعت و میزان جوانه‌زنی نهایی موقعی بود که خاک در اثر رطوبت زیاد جمع می‌شد و بیشترین آن هنگامی بود که خاک در زمان کشت خشک بود.

بیکر و همکاران (۲۰۰۲) گزارش داد که خاک خشک شخم‌نخورده قدرت جوانه‌زنی و سبز شدن بذور بیشتری را نسبت به خاک خشک شخم‌خورده دارد ولی کارنده‌های بی‌خاک‌ورز اندکی هستند که قادر به کشت دقیق در این خاک‌ها باشند.

به گزارش پرایس (۱۹۹۹)، عملکرد واقعی ماشین بی‌خاک‌ورز به نوع خاک، رطوبت خاک، بقایا و اثر متقابل آنها با ماشین بستگی دارد. تجهیزات پوشاننده بذر بایستی به خاک با رطوبت کاهش یافته دسترسی داشته باشد تا بتوانند آن را روی بذر قرار دهند یا این که خاک را سست نموده و آن را به روی بذر جابجا نمایند. نفوذ شیار بازکن کارنده در خاک‌های سنگین و خشک مشکل است و استفاده از ادوات خاک‌ورزی باعث ایجاد کلوخه و بروز مشکل در بستن شیارهای بذر می‌شود. بطور

طبیعی، نفوذ در خاک‌های سخت هنگامی که رطوبت آنها پایین است به سختی انجام می‌شود و هنگامی که رطوبت آنها بالاست مستعد فشردگی بیش از حد توسط چرخ‌های محرک و فشاردهنده هستند.

کناکسی و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی اثرات عملکرد یک ماشین بی‌خاک‌ورز را برای کشت ردیفی محصولات ذرت، پنبه و سویا در شرایط خاک خشک و مرطوب (با بافت سیلتی رسی لومی) و در دو سطح بقایای کم و زیاد گندم بررسی کردند. بی‌خاک‌ورزی در خاک مرطوب، سبز شدن را برای هر سه محصول به تعویق انداخت ولی درصد جوانه‌زنی را افزایش داد. توزیع افقی و یکنواختی قرارگیری عمقی بذرها در خاک مرطوب و دارای بقایای کمتر، مناسب‌تر بود. شاخص پراکنش کشت[1] برای محصولات ذرت و پنبه در هر دو خاک خشک و تر و برای سویا در خاک مرطوب در دامنه مناسب قرار داشت (کمتر از ۲۹ درصد). این شاخص برای سویا اندازه‌گیری نشد زیرا میزان جوانه‌زنی سویا در خاک خشک به دلیل پوسته سخت آن پایین بود. همچنین به دلیل آنکه در خاک خشک پس از کاشت، زمین آبیاری شد و دمای هوا بالا و بافت خاک رسی بود، زمین سله بسته و مانع جوانه‌زنی کامل بذور سویا شد. سله بر روی جوانه‌زنی بذور ذرت و پنبه تأثیر قابل ملاحظه‌ای نداشت.

اوزون و همکاران (۲۰۱۲) سیستم‌های مختلف کاشت مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار+ دوبار دیسک+ دوبار ماله)، کم‌خاک‌ورزی (یک بار عبور رتیواتور)، بی‌خاک‌ورزی در خاک مرطوب و بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک را برای سه رقم محصول کنجد مقایسه کردند. نتایج نشان داد درصد جوانه‌زنی در این روش‌ها به ترتیب ۵۳، ۵۰، ۳۶، و ۳۰ درصد، مصرف سوخت در آنها به ترتیب ۷۱، ۲۹، ۹ و ۹ لیتر در هکتار، میزان بقایای سطحی در آنها به ترتیب ۹۲، ۲۰۲، ۲۲۳۵ و ۲۲۳۰ و عملکرد دانه در آنها به‌ترتیب ۷۶۶، ۸۵۴، ۴۱۲ و ۵۱۴ کیلوگرم در هکتار بود.

این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد ماشین بی‌خاک‌ورز در شرایط مختلف رطوبتی خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت دو سال در پاییز ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور) واقع در ۶۰ کیلومتری شمال اهواز اجرا شد (جدول ۱).

جدول ۱– موقعیت جغرافیایی ایستگاه

طول جغرافیایی	۴۸° ۲۸'
عرض جغرافیایی	۳۱° ۵۰'
ارتفاع از سطح دریا	۳۳ متر
حداکثر مطلق دمای ماهانه	۵۲/۲ °C
حداقل مطلق دمای ماهانه	۱/۵–درجه
حداقل رطوبت نسبی ماهانه	۲۵ درصد
حداکثر رطوبت نسبی ماهانه	۷۲ درصد

[1] - precision index

متوسط بارندگی سالیانه	۲۴۳/۶ میلی‌متر

ماشین بی‌خاک‌ورز مورد استفاده، شامل گاسپاردو directa 300 با عرض کار ۳ متر بود. این آزمون در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارها شامل: بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدون ماخار (T_1)، دیسک+ بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدون ماخار (T_2)، بی‌خاک‌ورزی در خاک ماخار شده گاورو (T_3)، بی‌خاک‌ورزی در خاک مرطوب (هیرم‌کاری) (T_4) و کشت با خطی‌کار همدانی در خاک ماخار شده (T_5) بودند. تیمار T_5، تیمار شاهد منطقه بوده و شامل دوبار دیسک+ ماله+ کودپاشی با سانتریفوژ و کشت بذر با خطی‌کار همدانی بود. تیمار کشت مستقم در خاک مرطوب، گاورو و خشک به ترتیب پس از رسیدن میانگین رطوبت در عمق ۳۰-۰ سانتی متر به ۲۶، ۱۹/۵ و ۱۴/۵ درصد انجام شد.

انتخاب تیمارهای با و بدون ماخار به منظور بررسی امکان حذف ماخار و انجام کشت گندم به‌صورت بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک در نظر گرفته شده بود. انتخاب تیمار هیرم‌کاری نیز به منظور بررسی امکان کشت گندم بصورت بی‌خاک‌ورزی در شرایط رطوبتی بالای خاک و استفاده از رطوبت آبیاری ماخار برای سبز شدن بذر بود. تیمار دیسک روی خاک خشک برای بررسی اثر سست کردن نسبی خاک خشک بر کارایی ماشین بی‌خاک‌ورز در شرایط نبود آب ماخار در نظر گرفته شد. مقدار مصرف بذر در تمامی تیمارها ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰۰ دانه در متر مربع) بود. طبق نتایج آزمون خاک بافت خاک رسی بود. هر تیمار در نوارهایی به عرض ۶ متر و طول ۲۰ متر کشت شد. زمین آزمایش در سال قبل زیر کشت گندم بوده و در تابستان آیش ماند. قبل از اجرای آزمایش، برای تعیین مقدار بقایای گیاهی در سطح مزرعه در پنج نقطه تصادفی کادر یک در یک متر مربعی انداخته و تمامی بقایای درون کادر کف‌بر و توزین گردید. میانگین وزن بقایا ۴۸۶۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. همچنین میانگین ارتفاع بقایا ۲۴ سانتی‌متر بود. قبل از اجرای پروژه نیز نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰ –۰ سانتی‌متر شده و کود پایه و سرک مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و توصیه بخش خاک و آب مصرف شد. طبق نتایج آزمون خاک میزان کود مصرفی برابر با ۳۶۰ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم بود. برای رعایت همزمانی تاریخ کشت در کل آزمایش، نوار مربوط به تیمار هیرم‌کاری حدود ۱۰ روز بعد از دیگر قطعات ماخار شد. بجز تیمار شاهد که در آن علف‌های هرز سبز شده با ماخار به علت استفاده از دوبار دیسک از بین می‌روند، در سایر تیمارهای دارای ماخار، دو روز قبل از کشت به منظور کنترل نسبی علف‌های هرز، از سم علف‌کش گراماکسون به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد.

شاخص‌های مورد بررسی شامل مصرف سوخت، زمان مورد نیاز، مقاومت نفوذی خاک، درصد سبز شدن بذور، نوع و تعداد علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم بود.

شاخص‌های مصرف سوخت و زمان عملیات در زمینی به ابعاد مفید ۰/۳ هکتار (۳۰×۱۰۰) برای هر تیمار و به روش باک پر اندازه‌گیری شدند. شاخص مقاومت نفوذی خاک بوسیله دستگاه نفوذسنج مدل Eijkelkamp ساخت کشور هلند تا عمق ۸۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری این شاخص در شرایط گاورو بودن مزرعه انجام شد. زمان اندازه‌گیری نیز یک ماه پس از کاشت بود. به منظور اندازه‌گیری تعداد سنبله در متر مربع، در زمان سنبله‌دهی از کادر فلزی به ابعاد ۱×۱ متر مربع و در سه نقطه از هر کرت استفاده شد و میانگین آنها به عنوان تعداد سنبله در متر مربع آن تیمار در نظر گرفته شد. سپس تعداد ۵۰ عدد سنبله از داخل همان سطح انتخاب و برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزاردانه تعیین

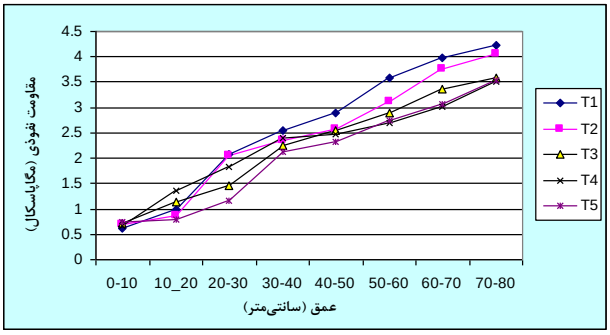
شد. برای تعیین عملکرد دانه، ۱۰ متر مربع از هر کرت با دست به صورت کف‌بر برداشت شده و به وسیله کمباین آزمایشی دانه از کاه جدا و هر کدام جداگانه توزین شد. علف‌های هرز در اسفندماه و پس از سمپاشی شمارش شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها بوسیله نرم‌افزار MSTATC انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات مختلف نشان داد که اثر سال و روش‌های خاک‌ورزی بر تمامی شاخص های زراعی اندازه‌گیری شده بجز تعداد دانه در سنبله در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جداول ۲ و ۳). بجز وزن هزاردانه، سایر اجزای عملکرد گندم در سال دوم بهبود یافته و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال اول شد (جدول ۲).

مقاومت نفوذی خاک

وضعیت کلی تراکم خاک نشان داد که تیمار شاهد (T5) در تمامی لایه‌های عمقی نسبت به سایر تیمارها دارای مقاومت نفوذی کمتری بود (شکل ۱) که دلیل آن از هم‌گسیختگی خاک در اثر عبور ادوات این تیمار و کم بودن وزن آنها می‌باشد.



شکل ۱- مقاومت نفوذی خاک در تیمارهای مختلف

بیشترین مقادیر تراکم خاک در لایه عمقی ۲۰-۰ سانتی‌متر در روش هیرم‌کاری و در لایه عمقی ۸۰-۲۰ سانتی‌متر در روش بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدست آمد (شکل ۱). البته این نتیجه با نتایج کلی نحوه توزیع فشردگی در شرایط رطوبتی خاک مطابقت نداشت. زیرا در حالت کلی افزایش رطوبت خاک باید سبب توزیع عمودی لایه‌های فشرده خاک گردد. احتمالاً دلیل تفاوت بوجود آمده این است که در روش‌بی‌خاک‌ورزی و بخصوص در خاک‌های چسبنده منطقه، مرطوب بودن لایه سطحی خاک سبب توزیع افقی فشردگی شد و همچنین خشک بودن خاک سبب انتقال عمودی فشردگی به لایه‌های پایین‌تر گردید. معمولاً مقاومت نفوذی بالای ۲ مگاپاسکال به عنوان مقاومت بحرانی برای نفوذ ریشه درنظر گرفته می‌شود. این میزان برای تیمارهای T1 تا T5 به ترتیب عمق ۲۷، ۲۷، ۳۵، ۳۲ و ۳۳ سانتی‌متر بود. بنابراین ریشه‌ها تا این عمق قابلیت نفوذ داشته و با توجه به افشان بودن ریشه‌های گندم، مشکل خاصی از لحاظ فشردگی خاک ملاحظه نگردید.

تعداد بوته سبز شده در متر مربع

تجزیه واریانس دوساله داده‌ها نشان داد که اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی- کاشت بر تعداد بوته سبز شده در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد بوته با متوسط ۳۶۷ و ۳۶۴ بوته در مترمربع به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد (T5) و هیرم‌کاری (T4) با متوسط ۳۶۷ و ۳۶۴ بوته در مترمربع بودند (جدول۳). تیمارهای بی‌خاک‌ورزی در

جدول ۲- تجزیه واریانس دو ساله تأثیر روش خاک‌ورزی- کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	تعداد بوته سبز شده در واحد سطح	وزن هزاردانه	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله
سال (Y)	۱	۱۱۱۹۹۵۳۰**	۴۳۲**	۱۸۵۲۰۶**	۷/۲۷**	۳۹۱۱۰ **	۱۲۶ ^{ns}
(خطای a)	۴	۱۴۴۱۵	۱۰/۶	۱۰۴۳	۰/۰۴	۱۷۸۵	۲۱/۶
خاک‌ورزی (A)	۴	۱۸۲۲۳۸**	۳۷/۶*	۶۳۱۳**	۷/۳۱**	۹۷۶۷**	۱۸/۴^{ns}
اثر متقابل (Y×A)	۴	۳۱۹۹۱۷^{ns}	۱۴/۷^{ns}	۳۲۹۹**	۱۹/۵**	۱۶۶۵*	۹/۸۶^{ns}
خطای b	۱۶	۱۳۶۶۷۸	۸/۳	۳۵۰	۰/۷۷	۴۷۵	۱۹/۹۴
ضریب تغییرات (٪)		۷/۹	۷/۰	۵/۷	۲/۵	۶/۳	۱۱/۱

^{ns} عدم تفاوت معنی‌دار *تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ **تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین دو ساله تأثیر روش خاک‌ورزی- کاشت (T) و سال (Y) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تیمار	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت	تعداد بوته سبز شده در متر مربع	وزن هزاردانه (g)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله
سال						
Y_1	۴۰۸۲ ^{b}	۳۷/۳۰ ^{b}	۲۵۱ ^{b}	۳۵/۰۵ ^{a}	۳۱۲ ^{b}	۳۸/۳۷ ^{a}
Y_2	۵۳۰۴ ^{a}	۴۴/۸۹ ^{a}	۴۰۹ ^{a}	۳۳/۰۶ ^{b}	۳۸۴ ^{a}	۴۲/۴۷ ^{a}
خاک‌ورزی						
T_1	۴۲۲۶ ^{c}	۳۸/۷۰ ^{b}	۳۰۳ ^{b}	۳۳/۳۷ ^{c}	۳۳۶ ^{c}	۳۸/۷۸ ^{a}
T_2	۴۷۳۴ ^{b}	۳۹/۳۸ ^{b}	۳۰۳ ^{b}	۳۳/۶۴ ^{bc}	۳۵۴ ^{bc}	۴۱/۱۶ ^{a}
T_3	۴۰۴۸ ^{c}	۴۲/۲۳ ^{ab}	۳۱۴ ^{b}	۳۴/۳۷ ^{b}	۲۸۵ ^{d}	۴۲/۲۶ ^{a}
T_4	۵۱۶۸ ^{ab}	۴۴/۸۹ ^{a}	۳۶۴ ^{a}	۳۵/۷۴ ^{a}	۳۸۵ ^{a}	۳۸/۳۴ ^{a}
T_5	۵۲۸۷ ^{a}	۴۰/۲۸ ^{b}	۳۶۷ ^{a}	۳۳/۱۵ ^{c}	۳۷۹ ^{ab}	۴۱/۵۷ ^{a}

*: معنی‌دار در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند.

خاک خشک کمترین تعداد بوته در متر مربع را داشتند. محققان زیادی گزارش دادند که تعداد بوته سبز شده با یکنواختی قرارگیری عمقی بذور در ارتباط می‌باشد (کارایل و ازمرزی، ۲۰۰۷؛ ازمرزی و همکاران، ۲۰۰۲). به نظر می‌رسد که عملکرد ماشین بی‌خاک‌ورز در خاک مرطوب بهتر بوده و قادر به قرارگیری بهتر بذور در عمق یکنواخت گردید که با نتایج کاناکسی و همکاران (۲۰۰۹) منطبق بود. همچنین از آنجا که در روش بی‌خاک‌ورزی حجم هوای خاک نسبت به روش‌های دیگر خاک ورزی کاهش می‌یابد به نظر می‌رسد کشت در شرایط رطوبت بالای خاک وضعیت بهتری از نظر هوای مورد نیاز برای گیاه در مقایسه با شرایط آبیاری کامل (که در آن کلیه منافذ بیشتری از خاک مسدود می‌شوند) ایجاد می‌کند. البته در روش‌های دیگر خاک‌ورزی (مانند کم‌خاک‌ورزی) این مسئله اهمیت چندانی نداشته و تهویه خاک زیاد می‌باشد. به همین دلیل در روش شاهد (T5) با آنکه آبیاری اول به صورت کامل بود به دلیل نفوذ آب در خاک، وضعیت تهویه بستر بذر مناسب بوده است.

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس دو ساله داده‌ها نشان داد که تأثیر روش‌های خاک‌ورزی- کاشت بر وزن هزاردانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار هیرم‌کاری (T4) با متوسط ۳۵/۷۴ گرم بود و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد با متوسط ۳۳/۱۵ گرم بود (جدول ۳). تحقیقات پیشین هم نشان داده که وزن هزاردانه گندم در روش بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر بود (امینی و همکاران، ۱۳۹۲).

تعداد سنبله در متر مربع

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که روشهای مختلف خاک‌ورزی- کاشت در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع داشتند (جدول ۲). بیشترین تعداد سنبله با متوسط ۳۸۵ عدد در مترمربع به ترتیب مربوط به تیمار هیرم‌کاری (T4) و کمترین تعداد آن مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی در خاک گاورو (T3) با متوسط ۲۸۵ عدد بود (جدول ۳). تعداد بوته‌های سبز شده در تیمارهای برتر منجر به افزایش تعداد سنبله در واحد سطح گردید. البته در تیمارهای ماخار شده (T3، T4 و T5) تراکم علف‌های هرز بیشتر از تیمارهای بدون ماخار بود (جدول ۴) و لذا رقابت علف‌های هرز سبب شد که مقدار پنجه‌زنی کاهش یافته و درنتیجه تعداد سنبله در متر مربع نسبت به تعداد بوته سبز شده افزایش کمتری در مقایسه با تیمارهای بدون ماخار داشته باشد. ماخار نمودن زمین سبب جلو انداختن زمان جوانه‌زنی علف‌های هرز شده و رقابت بوته‌های گندم را با آنها کاهش می‌دهد. چوکار و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که در روش بی‌خاک‌ورزی کشت گندم پس از برنج، تراکم علف‌های هرز افزایش می‌یابد. وضعیت مشابهی در بین تیمارهای ماخار شده در این تحقیق وجود دارد.

جدول ۴- وضعیت علف‌های هرز در تیمارها

تیمار	نوع علف	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم
T1	برگ‌پهن	۰	۱	۱
	برگ‌باریک	۰	۱	۰
T2	برگ‌پهن	۳	۲	۱

	برگ‌باریک	۳	۳	۱
T3	برگ‌پهن	۲	۴	۲
	برگ‌باریک	۳۷	۳۹	۴۳
T4	برگ‌پهن	۰	۰	۰
	برگ‌باریک	۲۹	۳۹	۴۹
T5	برگ‌پهن	۰	۱	۳
	برگ‌باریک	۲	۵	۱۱

تعداد دانه در سنبله

تجزیه واریانس دوساله داده‌ها نشان داد که روش‌های مختلف خاک‌ورزی- کاشت در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشتند (جدول ۲). در نتیجه به نظر می‌رسد این شاخص به میزان قابل توجهی تحت تأثیر انجام عملیات خاک ورزی در شرایط مختلف رطوبتی قرار نمی‌گیرد.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی- کاشت در سطح ۵ درصد بر این شاخص معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان شاخص برداشت در تیمار بی‌خاک‌ورزی در خاک مرطوب (T4) با متوسط ۴۴/۸۹ درصد و کمترین میزان آن در تیمار بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک (T1) با متوسط ۳۸/۷۰ درصد به دست آمد (جدول ۳). مهمترین عوامل مؤثر بر شاخص برداشت شامل تعداد بوته در واحد سطح، کود ازته و تنش رطوبتی هستند. به نظر می‌رسد از بین عوامل یاد شده تعداد بوته در واحد سطح بیشترین تأثیر را داشته است. با دقت در جدول ۳ می‌توان مشاهده کرد که در تیمارهای با تعداد بوته بیشتر (در کشت به روش بی‌خاک‌ورزی)، شاخص برداشت بیشتر بوده است. مقدار این شاخص درصورتی افزایش می‌یابد که مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار گل و میوه گیاه قرار گیرد (راجی و همکاران، ۱۹۹۹). به نظر می‌رسد که افزایش تعداد بوته سبز شده سبب توسعه ریشه و درنتیجه ارسال مواد فتوسنتزی بیشتر به گلها شده است.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی- کاشت در سطح ۱ درصد بر این شاخص معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمارهای شاهد (T5) و هیرم‌کاری (T4) به ترتیب با متوسط ۵۲۸۷ و ۵۱۶۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان آن در تیمار بی‌خاک‌ورزی در خاک گاورو (T3) با متوسط ۴۰۴۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۴). در تمامی تیمارهای بی‌خاک‌ورزی در رطوبت‌های مختلف، عملکرد دانه نسبت به روش کم‌خاک‌ورزی (شاهد) کاهش یافت. صادق‌نژاد و اسلامی (۱۳۸۵) نیز گزارش دادند که عملکرد گندم در روش بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با کم‌خاک‌ورزی و خاک ورزی کامل کاهش می‌یابد. عامل آن می‌تواند تعداد بوته سبز شده بیشتر باشد که منجر به افزایش تعداد سنبله گردید. روزبه و پوسکانی (۱۳۸۲) عنوان کردند که مهمترین جزء عملکرد در روش‌های مختلف تهیه زمین، تعداد سنبله در واحد سطح می‌باشد.

شاخص‌های فنی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی-کاشت از نظر شاخص‌های فنی (شامل مصرف سوخت، زمان عملیات و ظرفیت مزرعه‌ای) تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند (جدول ۵). نامناسب‌ترین تیمار، روش شاهد (T5) بود که بیشترین مصرف سوخت و زمان عملیات و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای به ترتیب با متوسط ۲۳/۴۴ L/ha، ۱/۴۳ h/ha و ۰/۷۰۹ هکتار در ساعت را دارا بود (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های فنی

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		سوخت (L/ha)	زمان (h/ha)	ظرفیت مزرعه‌ای (ha/h)
تکرار	۲	۰/۴۷	۰/۰۵	۰/۲۹
خاک‌ورزی	۴	۳۷۱**	۲/۳۷**	۸/۴۶**
خطا	۸	۱۲/۵	۰/۰۶	۰/۴۴
ضریب تغییرات (CV)		٪۸/۵	٪۱۳/۳	٪۱۱/۹

** : تفاوت معنی‌دار در سطح ٪۱

جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص‌های فنی

تیمار خاک‌ورزی	میانگین شاخص‌ها (در سطح احتمال ٪۵)		
	سوخت (L/ha)	زمان (h/ha)	ظرفیت مزرعه‌ای (ha/h)
T_1	۱۳/۶۵^{c}	۰/۴۸^{bc}	۲/۱۱^{b}
T_2	۱۶/۵۲^{b}	۰/۶۱^{b}	۱/۶۴^{c}
T_3	۹/۰۸^{d}	۰/۳۵^{c}	۲/۸۸^{a}
T_4	۱۱/۳۵^{cd}	۰/۴۰^{c}	۲/۵۰^{ab}
T_5	۲۳/۴۴^{a}	۱/۴۳^{a}	۰/۷۰۹^{d}

این مقادیر برای مناسب‌ترین تیمار که تیمار بی‌خاک‌ورزی در خاک گاورو (T3) بود به ترتیب دارای متوسط ۹/۰۸ L/ha، ۰/۳۵ h/ha و ۰/۷۰۹ هکتار در ساعت بودند. در رطوبت‌های پایین، ذرات خاک در اثر بالا بودن نیروهای همدوسی[۱]، به هم چسبیده و منسجم بوده، مقاومت زیادی در برابر برش نشان می‌دهند. با افزایش رطوبت، ملکول‌های آب با تجمع بر سطح ذرات خاک، خاصیت همدوسی آنها را کاهش داده و خاصیت تردی[۲] و از هم پاشیدگی را در خاک افزایش می‌دهد (کپنر و همکاران،

[۱] - Cohesion

[۲] - Friability

۱۹۷۲). انجام عملیات خاک‌ورزی در شرایط گاورو بودن زمین کمترین مقاومت کششی و درنتیجه کمتر شدن مصرف سوخت را سبب شد. با افزایش بیشتر رطوبت خاک، غشای رطوبتی شکل گرفته بین ذرات خاک توسعه بیشتری یافته و با قرار گرفتن بین ذرات خاک و سطوح فلزی موجب افزایش نیروی دگردوسی[۱] بین ذرات خاک و سطوح بی‌خاک‌ورز می‌گردد و باعث سبب افزایش مجدد مقاومت کششی را می‌شود (نیکولز، ۱۹۳۲). با این حال تیمار هیرم‌کاری (T4) از نظر شاخص‌های مصرف سوخت و زمان انجام عملیات به ترتیب با مقادیر متوسط ۱۱/۳۵ L/ha، ۰/۴ h/ha تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با تیمار برتر نداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد با توجه به اینکه تیمارهای برتر (شاهد و هیرم‌کاری) دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نبودند. بنابراین با توجه به کاهش زمان عملیات و مصرف سوخت در تیمار هیرم‌کاری (به ترتیب ۶۶ و ۴۱ درصد)، این تیمار به عنوان تیمار برتر توصیه می‌گردد. با این روش در یک مرحله آبیاری (آبیاری اول) نیز صرفه‌جویی خواهد گردید. همچنین درصورتیکه فرصت کافی برای ماخار نمودن مزرعه وجود ندارد حتماً قبل از بی‌خاک‌ورزی یک مرحله زمین دیسک زده شود. این کار ضمن نفوذ یکنواخت‌تر واحدها و قراردهی بهتر بدور در خاک سبب جوانه‌زنی بهتر آنها و در نهایت عملکرد دانه بیشتر می‌گردد. بیشترین تراکم خاک در لایه عمقی ۲۰-۰ سانتی‌متر در روش هیرم‌کاری و در لایه عمقی ۸۰-۲۰ سانتی‌متر در روش بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدست آمد.

منابع و مآخذ

۱. امینی، ع.، رجایی، م.، فارسی‌نژاد، ک. ۱۳۹۲. تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان. ۳۷-۲۷.

۲. روزبه، م.، پوسکانی، م. ۱۳۸۲. تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم در تناوب با ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۱): ۳۸-۲۹.

۳. صادق‌نژاد، ح.، اسلامی، ک. ۱۳۸۵. مقایسه عملکرد گندم با تغییر روش خاک‌ورزی. مجله علوم کشاورزی، ۱۲(۱): ۱۱۲-۱۰۳.

4. Baker, C.J. Saxton, K.E. & Ritchie, W.R. 2002. No-tillage seeding: Science and Practice. New York: CAB International.

5. Brown, N.J. & North, P.F. 1984. Tillage under controlled conditions: its effect on emergence and yield of spring barley. The Journal of Agricultural Science, 102: 181-189.

6. Canakci, M. Karayel, D. Topakci, M. & Koc, A. 2009. Performance of a no-till seeder under dry and wet soil conditions. The Journal of Applied Engineering in Agriculture. 25(4): 459-465.

7. Chokar, R.S. Sharma, R.K. Jat, G.R. Pundir, A.K. & Gathala, M.K. 2007. Effect of tillage and herbicides on weeds and productivity of wheat under rice-wheat growing system. Crop Prot, 26: 1689-1696.

8. Grisso, R.B. Holshouser, D. & Pitman, R. 2009. Equipment Considerations for No-till Soybean Seeding. Virginia Polytechnic Institute and State University, pp. 442-456.

9. Karayel, D. & Ozmerzi, A. 2007. Effect of furrow openers and depth control units of a seeder on field seedling emergence. Journal of Faculty of Agriculture Akdeniz University, Antalya, 20(2): 153-161.

[۱] - Adhesion

10. Kepner, R.A. Bainer, R. & Barger, E.L. 1972. Principles of farm machinery. The AVI Publication Co., Inc., Westpert, Connecticut, 486 pp.
11. Khani, M. Keyhani, A. Parsinejad M.& Alimardani, R. 1932. Verification and sensitivity analysis of a model for determination of probability of a working day for tillage. International Agrophysics, Vol. 25, pp. 27-35, 2011.
12. Nichols, M.L. 1932. The dynamic properties of soils by means of colloidal films. Trans. Of the ASAE, 26: 37-42.
13. Ozmerzi, A. Karayel, D. & Topakci, M. 2002. Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. Biosystems Engineering, 82(2): 227–230.
14. Price, T. 1999. What Should My No-till Planter Look Like. Agnote. Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. 311. No. C24.
15. Raji, I.Y. John, C.S. & Donald, G.B. 1999. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems". Agronomy Journal, 91: 928-933.
16. Uzun, B. Yol, E. Furat, Ş. Topakci, M. Çanakci, M.& Karayel, D. 2012. The effects of different tillage methods on the post-wheat second crop sesame: seed yield, energy budget, and economic return. Turk J. Agric., 36: 399-407.

The effect of soil moisture on no-till machine performance for bread wheat cropping in south Khuzestan

Abstract

This study was conducted in randomized complete block design in 2012 and 2013 years in Agricultural research center of Khuzestan to evaluate wheat yield by the use of no-till machines at various soil moisture conditions. The treatments consisted of five tillage and planting methods (no-till machine application at dry soil (no pre-plant irrigation) (T_1), disk+ T_1 (T_2), no-till machine application at field capacity (pre-plant irrigation) (T_3), no-till machine application at wet soil (pre-plant irrigation) (T_4), te pass of disk+ grain drill (pre-plant irrigation) (control treatment) (T_5)). The result of variance analysis showed that the treatments were different in all measured indices except to number of seeds per spike ($p<0.05$). Grain yield in T_1-T_5 treatments were 4225, 4734, 4048, 5168 and 5287 $kg.ha^{-1}$, respectively. T_4 and T_5 have equal grain yield (statistically) and more than others. Therefore, Due to the fuel saving in T_4 (66% and 41%, respectively), this treatment was recommended as the preferred treatment. Soil compaction in T_5 was less than others in all depth layers. The highest soil compaction was at T_4 and T_1 treatments in 0-20 cm and 20-80 cm depth layers, respectively.

Keywords: No-tillage, Soil moisture, Pre-plant irrigation, Bread wheat