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

الیاس دهقان[۱]، سید محمد جواد افضلی[۲]

۱- استادیار ماشین های کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

۲- محقق ماشین های کشاورزی، تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

* ایمیل نویسنده مسئول:elyas_dehghan@yahoo.com

چکیده

در خاک‌های رسی خشک، انجام عملیات خاک‌ورزی-کاشت به توان کششی زیادی نیاز دارد، لذا برای کاهش مقاومت این خاک‌ها، ابتدا زمین را آبیاری کرده (ماخار) و عملیات خاک‌ورزی پس از گاورو شدن خاک انجام می‌شود. اما در برخی مناطق به علت کمبود آب، انجام ماخار امکانپذیر نمی‌شود. این پژوهش به منظور ارزیابی اثر تغییرات رطوبت خاک بر کارایی ماشین کارنده بی‌خاک‌ورز و عملکرد گندم در یک خاک رسی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به روش بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از پنج روش خاک‌ورزی- کاشت، شامل بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدون ماخار (T1)، یکبار دیسک+ بی‌خاک‌ورزی بدون ماخار (T2)، ماخار+بی‌خاک‌ورزی در خاک گاورو (T3)، ماخار+هیرم‌کاری با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز (T4) و ماخار+ دوبار دیسک+ کشت با خطی‌کار مرسوم (شاهد) (T5). نتایج نشان داد که تیمارهای T5 و T4 با بیشترین عملکرد دانه، به ترتیب به میزان ۵۲۸۷ و ۵۱۶۸ کیلوگرم در هکتار، از دیگر تیمارها برتر بودند. از بین تیمارهای T5 و T4، روش هیرم‌کاری گندم با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز، به علت ۵۱/۶ درصد کاهش در مصرف سوخت و ۷۲ درصد کاهش در زمان مورد نیاز، افزایش در ظرفیت مزرعه‌ای سیستم به میزان ۳/۵ برابر و حذف آبیاری اول (کشت آب)، از روش مرسوم برتر بود. علاوه بر این، در صورت نبود فرصت کافی برای آبیاری ماخار و استفاده از روش‌های T5 و T4، استفاده از روش یکبار دیسک در خاک خشک بدون ماخار و کاشت گندم با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز (T2) پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیـدی: بی‌خاک‌ورزی، رطوبت خاک، گندم، ماخار، هیرم‌کاری

مقدمه

در سال‌های اخیر، به دلیل اهمیت حفظ بقایا و همچنین کاهش زمان انجام عملیات، در استان خوزستان کشت گندم به روش بی‌خاک‌ورزی مورد توجه قرار گرفته است. کارنده‌های بی‌خاک‌ورز باید بتوانند بقایا را بریده، در خاک نفوذ کرده، بذر را در عمق مناسب خاک قرار داده و ارتباط پایدار بین بذر و خاک ایجاد نماید (۷). کشت گندم در خوزستان در اواخر پاییز و در شرایطی که

محتوای رطوبتی خاک بسیار پایین است انجام می‌شود. خاک‌های خوزستان به علت درصد رس زیاد و مواد آلی کم، غالباً دارای بافت سنگین بوده و به علت پایین بودن محتوای رطوبتی خاک در زمان تهیه‌ی بستر و کشت گندم، مقاومت زیادی در مقابل عملیات خاک‌ورزی و کاشت از خود نشان می‌دهند و شیاربازکن واحدهای کارنده ماشین‌های بی‌خاک‌ورز قادر نیستند به اندازه کافی در خاک نفوذ نموده، بذور را در عمق مورد نظر قرار داده و روی آنها را بپوشانند.

هرچند بریدن بقایا در شرایط خاک خشک برای بی‌خاک‌ورز آسان‌تر می‌شود، اما نفوذ در خاک‌های خشک و سفت مشکل‌تر است. در چنین شرایطی، کشاورزان برای کاهش مقاومت خاک و نیروی کششی مورد نیاز از آبیاری ماخار استفاده می‌کنند. ماخار عبارت است از آبیاری زمین قبل از خاک‌ورزی با هدف کاهش مقاوت خاک در برابر عملیات تهیه زمین(۶).

هرچند با انجام آبیاری ماخار، به زمان و انرژی کمتری برای انجام عملیات خاک‌ورزی و یا کشت نیاز است، اما در شرایط کشت با ماشین کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز، انجام ماخار قبل از کشت گندم باعث جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز شده و تا زمان گاورو شدن و آمادگی خاک برای تردد ماشین کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز، بسیاری از علف‌های هرز مرحله جوانه‌زنی و استقرار اولیه‌ی خود را پشت سر گذاشته و لذا در چنین شرایطی گیاهچه‌های تازه روییده‌ی گندم 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 که چنانچه کشت گندم با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز به صورت هیرم‌کاری (کشت در خاک مرطوب) انجام شود می‌تواند تا حدود زیادی مشکل غالب بودن علف‌های هرز را نسبت به گیاهچه‌ی گندم کاهش دهد. در این صورت، علاوه بر کاهش چشمگیر در مصرف انرژی و مدت زمان انجام عملیات، مرحله رشدی علف‌های هرز و گیاه اصلی تطابق بیشتری یافته و کاربرد سموم علفکش موفقیت‌آمیزتر 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.

رطوبت خاک مهمترین عامل محدود کننده خاک‌ورزی است و اگر خاک‌ورزی در خاک مرطوب انجام شود باعث فشردگی خاک و تخریب خاک‌دانه‌ها شده و اگر در خاک خشک انجام شود باعث افزایش مصرف انرژی و کلوخه‌ای شدن خاک می‌شود (۱۰). 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(۱۲).

بررسی اثر رطوبت خاک در زمان کشت جو در یک خاک سیلتی–کلی–لوم نشان داد که شرایط رطوبت خاک برای خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر استقرار بوته داشت و کمترین سرعت و میزان جوانه‌زنی نهایی موقعی بود که خاک در اثر رطوبت زیاد جمع می‌شد و بیشترین جوانه‌زنی هنگامی بود که خاک در زمان کشت خشک بود(۳). هر چند، قدرت جوانه‌زنی و سبز شدن بذور در خاک خشک شخم‌نخورده نسبت به خاک خشک شخم‌خورده بیشتر است، اما کارنده‌های بی‌خاک‌ورز اندکی هستند که قادر به کشت دقیق در این خاک‌ها باشند(۲).

بررسی عملکرد یک ماشین بی‌خاک‌ورز 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 نشان داد که کشت به صورت 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 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). 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(۴)

مقایسه‌ی سیستم‌های کاشت مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار+ دوبار دیسک+ دوبار ماله)، کم‌خاک‌ورزی (یک بار عبور رتیواتور)، بی‌خاک‌ورزی در خاک مرطوب و بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک برای سه رقم محصول کنجد نشان داد که 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(۱۵).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۸۸-۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور اجرا شد. این منطقه دارای آب و هوای خشک بوده و خاک آن دارای بافت رسی می‌باشد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از کشت به صورت بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدون ماخار (T1)، دیسک+ بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک بدون ماخار(T2)، ماخار+ بی‌خاک‌ورزی در خاک گاورو شده(T3)، ماخار+ هیرم‌کاری با بی خاک‌ورزی در خاک مرطوب(T4) و ماخار+کشت با خطی‌کار همدانی (T5) بودند. برای هر کدام از تیمارها، عملیات خاک‌ورزی و کاشت در جدول ۱ آورده شده است.

عملیات کودپاشی در تیمار شاهد (T5) با سانتریفوژ و کشت بذر با خطی‌کار همدانی انجام شد. برای تیمارهای T1 تا T4 میزان رطوبت وزنی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در زمان عملیات به ترتیب برابر بود با ۱۴/۵، ۱۴/۵، ۱۹/۵ و ۲۴ درصد. ماشین بی‌خاک‌ورز مورد استفاده در این پژوهش، کارنده‌ی گاسپاردو مدل Directa 300 با عرض کار ۳ متر بود.

جدول ۱- عملیات ماشینی انجام شده برای تیمارهای خاک‌ورزی-کاشت

Treatments تیمارها	نوع ماشین کارنده Type of Planter machine	شرایط رطوبتی خاک و نوع و ترتیب عملیات تهیه‌ی بستر Soil moisture condition and operation type of Prepare the bed
T_1	بی‌خاک‌ورز No-till seeder	بدون ماخار –بدون خاک‌ورزی No pre-planting irrigation+ Notillage
T_2	بی‌خاک‌ورز No-till seeder	بدون ماخار+ دیسک در خاک خشک No pre-plant irrigation+Disk in dry-bed condition
T_3	بی‌خاک‌ورز No-till seeder	ماخار+بی‌خاک‌ورزی در خاک گاوروشده Pre-planting irrigation+ Seeding at field capacity soil moisture
T_4	هیرم‌کاری با بی‌خاک‌ورز No-till seeder	ماخار+بی‌خاک‌ورزی در خاک مرطوب Pre-planting irrigation+ Seeding in wet soil condition
T_5	خطی‌کار مرسوم (شاهد) Conventional drill seeder (Check)	ماخار+ دوبار دیسک+ماله pre-planting irrigation + Two passes of disk + Leveler

انتخاب تیمارهای با و بدون ماخار به منظور بررسی امکان حذف ماخار و انجام کشت گندم به‌صورت بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک در نظر گرفته شد. انجام دیسک روی خاک خشک در T3 با هدف بررسی اثر سست کردن نسبی خاک خشک بر کارایی ماشین بی‌خاک‌ورز در شرایط نبود آب ماخار در نظر گرفته شد. انتخاب هیرم‌کاری در T4 نیز به منظور بررسی امکان کشت گندم به‌صورت بی‌خاک‌ورزی در شرایط رطوبتی بالای خاک و استفاده از رطوبت ماخار برای سبز شدن بذرها در نظر گرفته شد.

مقدار مصرف بذر در تمامی تیمارها ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰۰ دانه در متر مربع) 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. کود پایه و سرک مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و توصیه بخش خاک و آب مصرف شد. برای رعایت همزمانی تاریخ کشت در کل آزمایش، نوار مربوط به تیمار هیرم‌کاری حدود ۱۰ روز بعد از دیگر قطعات ماخار شد. در تیمارهای دارای ماخار T3 و T4، به منظور کنترل نسبی علف‌های هرز، دو روز قبل از کشت از سم علف‌کش گراماکسون به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. در تیمار شاهد، علف‌های هرز سبز شده با ماخار به علت استفاده از دوبار دیسک از بین رفتند.

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 (۳۰×۱۰۰متر مربع) اندازه‌گیری شدند. شاخص مقاومت نفوذی خاک به‌وسیله 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. تجزیه و تحلیل داده‌ها بوسیله نرم‌افزار MSTATC انجام گردید.

نتایج و بحث

شاخص‌های فنی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت بین روش‌های خاک‌ورزی-کاشت از نظر شاخص‌های مصرف سوخت، زمان عملیات و ظرفیت مزرعه‌ای در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (هر چند استفاده از یکبار دیسک قبل از استفاده از کارنده‌ی بی خاک‌ورز (T2)، با خرد کردن لایه‌ی سطحی خاک باعث کاهش مقاومت آن در برابر حرکت شیاربازکن ماشین کارنده و کاهش مصرف سوخت کارنده شده است، اما اعمال یکبار دیسک در این تیمار باعث افزایش معنی‌دار مصرف سوخت نهایی آن نسبت به تیمار T1 شده است (شکل ۱).

جدول ۲) بیشترین مقدار مصرف سوخت و زمان مورد نیاز برای عملیات به ترتیب به میزان ۲۳/۴۴ لیتر بر هکتار و ۱/۴۳ ساعت بر هکتار و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای به میزان ۰/۷۱ هکتار بر ساعت از روش خاک‌ورزی-کاشت مرسوم (شاهد T5) به دست آمد. این در حالی است که، کمترین مقدار مصرف سوخت و زمان مورد نیاز برای عملیات به ترتیب به میزان ۹/۰۸ لیتر بر هکتار و ۰/۳۵ ساعت بر هکتار و بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای به میزان ۲/۸۸ هکتار بر ساعت از روش خاک‌ورزی-کاشت ماخار+ کشت با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز در خاک گاورو (T3) به دست آمد (جدول ۳).

هر چند استفاده از یکبار دیسک قبل از استفاده از کارنده‌ی بی خاک‌ورز (T2)، با خرد کردن لایه‌ی سطحی خاک باعث کاهش مقاومت آن در برابر حرکت شیاربازکن ماشین کارنده و کاهش مصرف سوخت کارنده شده است، اما اعمال یکبار دیسک در این تیمار باعث افزایش معنی‌دار مصرف سوخت نهایی آن نسبت به تیمار T1 شده است (شکل ۱).

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های فنی برای روش‌های مختلف خاک‌ورزی- کاشت

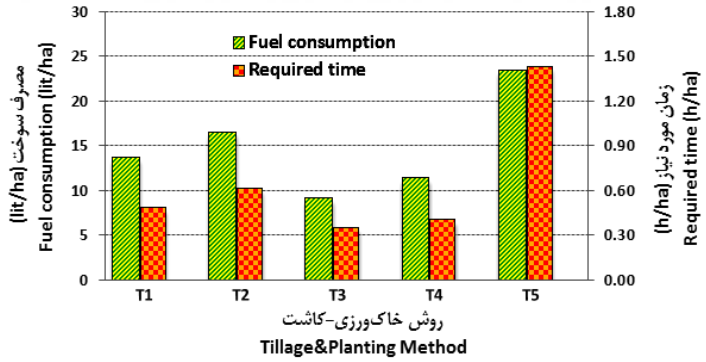
منبع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean Square)		
		مصرف سوخت Fuel consumption ($lit.ha^{-1}$)	زمان مورد نیاز Required time ($h.\ ha^{-1}$)	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity ($ha.\ h^{-1}$)
Replication	2	0.47	0.05	0.29
Tillage&Planting Method	4	371 **	2.37 **	8.46 **
Error	8	12.5	0.06	0.44
ضریب تغییرات (CV)		%8.5	%13.3	%11.9

**: تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۳-مقایسه و گروه‌بندی میانگین شاخص‌ها برای روش‌های مختلف خاک‌ورزی-کاشت به روش آزمون دانکن*

تیمار Treatment	مصرف سوخت Fuel consumption ($lit.ha^{-1}$)	زمان مورد نیاز Required time ($h.\ ha^{-1}$)	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity ($ha.\ h^{-1}$)
T_1	13.65 ^{c}	0.48 ^{bc}	2.11 ^{b}
T_2	16.52 ^{b}	0.61 ^{b}	1.64 ^{c}
T_3	9.08 ^{d}	0.35 ^{c}	2.88 ^{a}
T_4	11.35 ^{cd}	0.40 ^{c}	2.50 ^{ab}
T_5	23.44 ^{a}	1.43 ^{a}	0.709 ^{d}

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

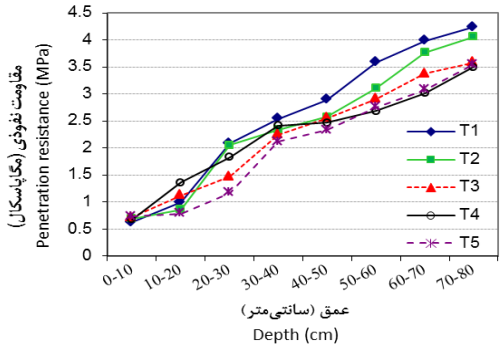


شکل ۱-مقایسه‌ی روش‌های خاک‌ورزی-کاشت از نظر مصرف سوخت و زمان مورد نیاز

روش کشت هیرم‌کاری (T4) با مصرف سوخت ۱۱/۳۵ لیتر بر هکتار، زمان انجام عملیات ۰/۴ ساعت بر هکتار و ظرفیت مزرعه‌ای ۲/۵ هکتار بر ساعت با تیمار برتر (T3) در یک گروه آماری قرار گرفته و از دیگر تیمارها برتر بود (

جدول ۳). در رطوبت‌های پایین، ذرات خاک در اثر بالا بودن نیروهای همچسبی[۱] ، به هم چسبیده و منسجم بوده و در برابر برش مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند. با افزایش محتوای رطوبتی، مولکول‌های آب با تجمع بر سطح ذرات خاک، خاصیت همچسبی آنها را کاهش داده و خاصیت تردی[۲] و از هم پاشیدگی را در خاک افزایش می‌دهد.

بررسی تراکم خاک نشان داد که در یکماه پس از کشت، مقاومت نفوذی خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری برای تمامی تیمارها تقریباً یکسان و حدود ۰/۷ مگاپاسکال بود، اما با افزایش عمق، مقاومت نفوذی خاک در همه‌ی تیمارها روندی افزایشی داشت. از نظر مقاومت نفوذی خاک، بین تیمارهای مختلف یک تفاوت اولیه وجود داشت و این تفاوت در عمق بیش از ۲۰ سانتی‌متر حفظ شده و تحت تأثیر تیمار قرار نگرفته است (شکل ۲).



شکل ۲- تأثیر روش‌های خاک‌ورزی-کاشت بر میزان نفوذپذیری خاک

---

[۱] - Cohesion

[۲] - Friability

در لایه سطحی ۲۰-۰ سانتی‌متر، بیشترین مقدار تراکم خاک در روش هیرم‌کاری ایجاد شد. در این روش، بالا بودن رطوبت خاک باعث شد که ساختمان خاک از استحکام کافی برخوردار نبوده و لایه‌ی سطحی خاک در اثر وزن ماشین به میزان زیادی فرو نشسته و فشرده شده است. بیشترین مقدار تراکم خاک در لایه عمقی ۸۰-۲۰ سانتی‌متر در روش بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک به دست آمد. در T2، اعمال یک بار دیسک باعث شد که مقامت نفوذی خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متر کاهش یابد، اما این شاخص در عمق ۳۰ سانتی‌متر به علت فشار ناشی از وزن تراکتور و دیسک به شدت افزایش یافت و به بیش از ۲ مگاپاسکال رسید (شکل ۲).

معمولاً مقاومت نفوذی بالای ۲ مگاپاسکال به عنوان مقاومت بحرانی برای نفوذ ریشه درنظر گرفته می‌شود. برای تیمارهای T1 تا T5، مقاومت نفوذی بالای ۲ مگاپاسکال به ترتیب در عمق‌های ۲۷، ۲۷، ۳۵، ۳۲ و ۳۳ سانتی‌متر ایجاد شد و لذا با توجه به افشان بودن ریشه‌های گندم، مشکل خاصی از لحاظ فشردگی خاک ملاحظه نگردید.

شاخص‌های زراعی

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 ۴). بیشترین تعداد بوته با میزان ۳۶۷ و ۳۶۴ بوته در مترمربع به ترتیب در تیمارهای شاهد (T5) و هیرم‌کاری (T4) به دست آمد (جدول ۵). روش‌های کشت بی‌خاک‌ورزی در خاک خشک دارای کمترین تعداد بوته در متر مربع بودند. برخی پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که تعداد بوته سبز شده با یکنواختی قرارگیری عمقی بذور در ارتباط می‌باشد (۸ و ۱۱)، در این تحقیق نیز عملکرد ماشین بی‌خاک‌ورز در خاک مرطوب (هیرم کاری) از نظر تعداد بوته در واحد سطح مناسب بوده و با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین (۴) منطبق بود.

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر روش‌های خاک‌ورزی- کاشت بر وزن هزاردانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).بیشترین وزن هزاردانه به میزان ۳۵/۷۴ و ۳۴/۳۷ گرم به ترتیب از تیمارهای هیرم‌کاری (T4) و کشت با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز در خاک ماخار شده گاورو (T3) به دست آمد و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد با متوسط ۳۳/۱۵ گرم بود (جدول ۵). در تیمار شاهد، با افزایش تعداد دانه در سنبله وزن هزار دانه کاهش یافت، زیرا مواد ذخیره‌ای بین تعداد بیشتری دانه تقسیم شده و وزن مواد اختصاص یافته به هر دانه کاهش نشان داده است. تحقیقات پیشین هم نشان داده که وزن هزاردانه گندم در روش بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر بود (۱).

تعداد سنبله در متر مربع

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی- کاشت از نظر تعداد سنبله در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد سنبله به میزان ۳۸۵ عدد در مترمربع مربوط به تیمار هیرم‌کاری (T4) و کمترین تعداد آن به میزان ۲۸۵ عدد مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی در خاک ماخار شده‌ی گاورو (T3) بود (جدول ۵). تعداد بوته‌های سبز شده در تیمارهای برتر منجر به افزایش تعداد سنبله در واحد سطح گردید.

در تیمارهای ماخار شده T3، T4 و T5، تراکم علف‌های هرز بیشتر از تیمارهای بدون ماخار بود (جدول ۶) 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.

جدول ۴-تجزیه واریانس اثر روش خاک‌ورزی- کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی(df)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha-1)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	بوته در متر مربع Plant per m2	وزن هزاردانه thousand kernels weight (g)	تعداد سنبله در متر مربع spike per m2	دانه در سنبله Grains per Spike
Year (Y)	1	11199530 **	432 **	185206 **	7.27 **	39110 **	126 ns
Error	4	14415	10.6	1043	0.04	1785	21.6
Tillage&Planting Method(T)	4	1822238 **	37.6 *	6313 **	7.31 **	9767 **	18.4 ns
Interaction Y*T	4	319917 ns	14.7 ns	3299 **	19.5 **	1665 *	9.86 ns
Error b	16	136678	8.3	350	0.77	475	19.94
Coefficient of Variation		7.9	7.0	5.7	7.5	6.3	11.1

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار.

جدول ۵- مقایسه و گروه‌بندی میانگین شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد گندم در روش‌های خاک‌ورزی- کاشت به روش آزمون دانکن

تیمار Treatment	میانگین مربعات Mean Square					
	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha-1)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	بوته در متر مربع Plant per m2	وزن هزاردانه thousand kernels weight (g)	تعداد سنبله در متر مربع spike per m2	تعداد دانه در سنبله Grains per Spike
Year						
Y_1	4082 ^{b}	37.30 ^{b}	251 ^{b}	35.05 ^{a}	312 ^{b}	38.37 ^{a}
Y_2	5304 ^{a}	44.89 ^{a}	409 ^{a}	33.06 ^{b}	384 ^{a}	42.47 ^{a}
Tillage&Planting Method						
T_1	4226 ^{c}	38.70 ^{b}	303 ^{b}	33.37 ^{c}	336 ^{c}	38.78 ^{a}
T_2	4734 ^{b}	39.38 ^{b}	303 ^{b}	33.64 ^{bc}	354 ^{bc}	41.16 ^{a}
T_3	4048 ^{c}	42.23 ^{ab}	314 ^{b}	34.37 ^{b}	285 ^{d}	42.26 ^{a}
T_4	5168 ^{ab}	44.89 ^{a}	364 ^{a}	35.74 ^{a}	385 ^{a}	38.34 ^{a}
T_5	5287 ^{a}	40.28 ^{b}	367 ^{a}	33.15 ^{c}	379 ^{ab}	41.57 ^{a}

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

بر خلاف تیمارهای بدون ماخار T1 و T2، در تیمارهای T3، T4 و T5، ماخار نمودن زمین و تامین رطوبت مورد نیاز باعث جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز شد (جدول ۶) و پیشی‌گرفتن زمان جوانه‌زنی علف‌های هرز نسبت به بذرهای گندم، قدرت رقابت بوته های گندم با آنها را کاهش داد. گزارشات نشان داده است که در کشت گندم پس از برنج به روش بی‌خاک‌ورزی، تراکم علف‌های هرز افزایش می‌یابد (۵). وضعیت مشابهی در بین تیمارهای ماخار شده در این تحقیق نیز وجود داشت.

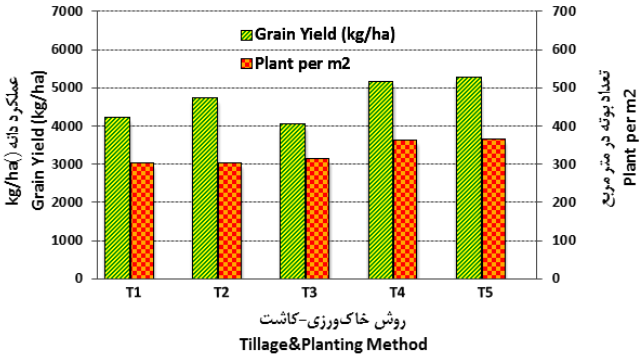
جدول ۶- نوع و تعداد علف‌های هرز در روش‌های خاک‌ورزی- کاشت

تیمار Treatment	نوع علف Weed type	تعداد علف‌هرز Weeds Number	جمع تعداد علف‌هرز Total number of weed
T_1	برگ‌پهن (wide leaf)	0.67	1.00
	باریک‌برگ (Narrow leaf)	0.33	
T_2	برگ‌پهن (wide leaf)	2.00	4.33
	باریک‌برگ (Narrow leaf)	2.33	
T_3	برگ‌پهن (wide leaf)	2.67	42.34
	باریک‌برگ (Narrow leaf)	39.67	
T_4	برگ‌پهن (wide leaf)	0	39.00
	باریک‌برگ (Narrow leaf)	39	
T_5	برگ‌پهن (wide leaf)	1.33	7.33
	باریک‌برگ (Narrow leaf)	6	

عملکرد دانه

بین روش‌های خاک‌ورزی- کاشت از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴). بیشترین میزان عملکرد دانه به میزان ۵۲۸۷ و ۵۱۶۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمارهای شاهد (T5) و هیرم‌کاری (T4) و کمترین آن به میزان ۴۰۴۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار کشت به صورت بی‌خاک‌ورزی در خاک ماخار شده‌ی گاورو (T3) به دست آمد (جدول ۵). هر چند در تیمارهای کشت با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز در شرایط با و بدون ماخار، عملکرد دانه نسبت به روش کم‌خاک‌ورزی مرسوم (شاهد) کاهش یافت، لیکن پس از تیمارهای T5 و T4، روش یکبار دیسک در خاک خشک بدون ماخار و کاشت با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز (T2) با عملکرد دانه‌ی ۴۷۳۴ کیلوگرم بر هکتار در رتبه‌ی سوم قرار داشته و از تیمارهای T1 و T3 برتر بود (شکل ۳).

نتایج این پژوهش با یافته‌های برخی محققین دیگر مبنی بر کاهش عملکرد دانه‌ی گندم در روش بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کامل با شخم و برگردان کامل خاک (۱۴) و انتخاب تعداد سنبله در واحد سطح به عنوان مهمترین جزء عملکرد گندم (۱۳) همخوانی دارد. در این پژوهش نیز افزایش عملکرد در تیمارهای برتر ناشی از افزایش تعداد بوته‌ی سبز شده در واحد سطح و پوشش بهتر زمین از یک طرف و از طرف دیگر افزایش تعداد سنبله در واحد سطح بوده است.



شکل ۳- مقایسه‌ی روش‌های خاک‌ورزی-کاشت از نظر عملکرد دانه و تعداد بوته در واحد سطح

نتیجه‌گیری کلی

- با توجه به عملکرد دانه در واحد سطح، روش‌های خاک‌ورزی-کاشت مرسوم (T5)و هیرم‌کاری گندم با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز (T4) از دیگر تیمارها برتر بودند.
- از بین تیمارهای T5 و T4، روش هیرم‌کاری گندم با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز (T4) به علت ۵۱/۶ درصد کاهش در مصرف سوخت و ۷۲درصد کاهش در زمان مورد نیاز، افزایش در ظرفیت مزرعه‌ای سیستم به میزتان ۳/۵ برابر و حذف آبیاری اول (کشت آب)، از روش مرسوم (T5) برتر بود.
- در صورت نبود فرصت کافی برای آبیاری ماخار و استفاده از روش‌های T5 و T4، استفاده از روش یکبار دیسک در خاک خشک بدون ماخار و کاشت با کارنده‌ی بی‌خاک‌ورز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Amini, A., M. rajaie, K. Farsinezhad. 2014. Effects of different plant residue under different tillage practices on yield and yield components of wheat (Triticum aestivum L.). J. of Plant ecophysiology. 6(16): 27-37. (In Farsi)

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

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

Canakci, M., D. Karayel, M. Topakci, and 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.

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

Dehghan, E. and Almassi, M. 2009. Comparison of Some Technical Indexes on Conventional Tillage with Reduced Tillage Methods. Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 47(13): 679-690.

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

Karayel, D., and A. Ozmerzi. 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.

Kepner, R. A., R. Bainer, and E. L. Barger, 1972. Principles of farm machinery. The AVI Publication Co., Inc., Westpert, Connecticut, 486 pp.

Khani, M., A. Keyhani, M. Parsinejad and R. Alimardani. 2011. Verification and sensitivity analysis of a model for determination of probability of a working day for tillage. International Agrophysics, 25: 27-35.

Ozmerzi, A., D. Karayel, and M. Topakci. 2002. Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. Biosystems Engineering, 82(2): 227–230.

Price, T. 1999. What Should My No-till Planter Look Like. Agnote. Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. 311. No. C24.

Roozbeh, M., M. A. Pooskani. 2003. The Effect of Different Tillage Methods on Wheat Yield when in Rotation with Corn. Iranian, J. Agric. Sci. 34(1): 29-38. (In Farsi)

Sadeghnezhad, H. R., and K. Eslami. 2006. The comparison of wheat yield under different tillage methods. J. of Agricultural Sciences. 12(1): 103-112. (In Farsi)

Uzun, B., E. Yol, Ş. Furat, M. Topakci, M. Çanakci, and D. Karayel. 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.