



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources



Investigation of the Effect of Optimizing Ratooning Operation at Different Speeds on Soil Physical Properties of Sugarcane Fields

Nasim Monjezi^{*1}, Afshin Marzban²

1. Corresponding Author, Dept. of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. E-mail: n.monjezi@scu.ac.ir

2. Dept. of Agricultural Machinery, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan. E-mail: afshinmarzban@hotmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 10.03.2020

Revised: 09.13.2021

Accepted: 09.15.2021

Keywords:

Bulk density,
Infiltration,
Mean weight diameter
of clods,
Sugarcane,
Surface uniformity

ABSTRACT

Background and Objectives: Sugarcane is widely cultivated in Khuzestan province. After each harvest, a ratooning operation is performed to remove the impact of compaction due to traffic on the harvesting machines and recelennce furrow. This experiment was conducted to investigate the effect of machine type and forward speed on the quality of sugarcane ratooning operations.

Materials and Methods: Research treatments included conventional ratooning device (4-shanks subsoil + reshaper) and combined ratooning device (4-shanks subsoil + reshape disk and 10-shanks subsoil) and three-rates speeds (5, 6 and 7 km / h). The experimental design was a split plot design based on randomized complete block design with three replications in the cultivation industry of Amir Kabir farm ALC 408 with clay loam texture, 15% moisture, crop variety 1069-69CP and first year ratoon. The physical properties of interest in this study were Mean Weight Diameter (MWD) of clods, bulk density, soil surface uniformity, and water infiltration in soil. ANOVA and Duncan tests were used to compare the treatments.

Results: There was a significant difference between the two types of ratooning machine and the three forward speeds in the mean weight diameter of clods, bulk density, surface uniformity and soil water infiltration. Comparison of means showed that the ratooning treatment with the combined machine at the speed of 7 km / h had the smallest mean weight diameter of clods. The use of an integrated device also significantly reduced the bulk density of the soil. The mean soil bulk density in the ratooning operation was reduced to 1.33 g / cm³. The lowest coefficient of variation of surface uniformity in ratoon treatment with combined machine at 7 km / h was obtained equal to 16%. Also, the water infiltration rate in soil was significantly different between the conventional and combined ratooning machine treatments. Soil water infiltration rate was 1.6 and 2.3 cm / h, respectively, after the ratooning operation with a conventional ratooning machine and combined ratooning machine treatments. The effect of forwarding speed on soil water infiltration rate also showed that the highest water infiltration rate occurred at 5 km / h, equal to 1/2 cm per hour.

Conclusion: Finally, due to the significant difference between conventional and combined ratooning treatments, sugarcane ratooning combined machine had the greatest impact on soil physical parameters. This is due to the movement of the 10-shanks subsoil during the ratooning operation and the greater turbulence of the soil.

Cite this article: Monjezi, Nasim, Marzban, Afshin. 2022. Investigation of the Effect of Optimizing Ratooning Operation at Different Speeds on Soil Physical Properties of Sugarcane Fields. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 12 (1), 121-139.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/EJSMS.2022.18427.1974

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی اثر بهینه نمودن عملیات بازرویی در سرعت‌های مختلف حرکت ماشین بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مزارع نیشکر

نسیم منجزی^{۱*}، افشین مرزبان^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز. رایانامه: n.monjezi@scu.ac.ir
۲. گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. رایانامه: afshinmarzban@hotmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: نیشکر در سطح وسیع در استان خوزستان کشت می‌شود. پس از هر بار برداشت محصول، برای حذف تراکم به وجود آمده در اثر تردد ماشین‌های برداشت و ترمیم جوی و پشته‌ها، عملیات بازرویی انجام می‌شود. این آزمایش با هدف ارزیابی اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر کیفیت عملیات بازرویی نیشکر انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۲	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲	مواد و روش‌ها: تیمارهای پژوهش عبارت بودند از دستگاه بازرویی مرسوم (زیرشکن ۴ شاخه+ دیسک شکل‌دهنده پشته) و بازرویی با دستگاه ترکیبی (زیرشکن ۴ شاخه + دیسک شکل‌دهنده پشته و زیرشکن ۱۰ شاخه) و سرعت‌های حرکت ماشین با سه سطح (۵، ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت). طرح آزمایشی در قالب طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر، مزرعه ALC 408 با بافت لوم رسی، رطوبت ۱۵ درصد وزنی، رقم محصول CP۱۹-۱۰۶۲ و بازرویی سال اول انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی مورد نظر در این پژوهش شامل، قطر متوسط کلوخه‌ها و جرم مخصوص ظاهری بود. هم‌چنین یکنواختی سطح خاک و متوسط سرعت نفوذپذیری آب به خاک نیز اندازه‌گیری گردید. برای مقایسه تیمارها از تجزیه واریانس و آزمون دانکن استفاده شد.
واژه‌های کلیدی: جرم مخصوص ظاهری، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، نفوذپذیری، نیشکر، یکنواختی سطح	یافته‌ها: نتایج نشان داد قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری خاک، یکنواختی سطح خاک و متوسط سرعت نفوذپذیری آب به خاک در دو نوع ماشین بازرویی و سه سرعت حرکت ماشین دارای اختلاف معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، تیمار بازرویی با دستگاه ترکیبی در سرعت ۷ کیلومتر در ساعت، کوچک‌ترین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها را به خود اختصاص داد. استفاده از دستگاه ترکیبی در بازرویی، جرم مخصوص ظاهری خاک را نیز به‌صورت معنی‌داری کاهش داد. میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عملیات بازرویی با

دستگاه ترکیبی به $1/33$ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش یافت. کم‌ترین ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک مزرعه در تیمار بازروی با دستگاه ترکیبی در سرعت ۷ کیلومتر در ساعت برابر ۱۶ درصد به‌دست آمد. هم‌چنین متوسط سرعت نفوذ آب به خاک در دو تیمار دستگاه بازروی مرسوم و دستگاه بازروی ترکیبی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. متوسط سرعت نفوذ آب به خاک پس از عملیات بازروی با دستگاه‌های مرسوم و ترکیبی به‌ترتیب برابر $1/6$ و $2/3$ سانتی‌متر در ساعت به‌دست آمد. استفاده از دستگاه ترکیبی در عملیات بازروی موجب افزایش نفوذپذیری شد؛ علت این است که در اثر حرکت زیرشکن ده شاخه، شدت به هم‌خوردگی خاک بیش‌تر گردید. حرکت ساقه زیرشکن باعث ایجاد شکاف در محل عبور ساقه در کف جوی‌ها گردیده که در نتیجه موجب بیش‌تر شدن میزان نفوذپذیری آب به خاک شد. در واقع استفاده از زیرشکن، به دلیل شکسته شدن و خرد شدن لایه‌های سطحی و عمقی در خاک و تشکیل فضاهای بزرگ بین کلوخه‌ها و ترک‌های به‌وجود آمده در عمق و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، ضمن افزایش حجم ذخیره آب در خاک، سبب افزایش نفوذ آب به خاک می‌گردد. نتیجه مقایسه میانگین اثر سرعت حرکت ماشین بر نفوذ آب به خاک نیز نشان داد که بیش‌ترین سرعت نفوذ آب به خاک در سرعت ۵ کیلومتر در ساعت و کم‌ترین میزان نفوذپذیری آب به خاک در تیمار سرعت ۷ کیلومتر در ساعت به‌ترتیب برابر $2/1$ و $1/4$ سانتی‌متر در ساعت رخ داد. علت کاهش نفوذپذیری آب در سرعت‌های بالاتر به این خاطر است که شیارهای ایجاد شده در سرعت بالای دستگاه به‌وسیله ریزش دیواره‌های شیار سریع‌تر پر می‌گردند در حالی که ثبات این شیارها در سرعت‌های پایین حرکت زیرشکن و دستگاه بازروی در خاک ماندگارتر است.

نتیجه‌گیری: در نهایت با توجه به اختلاف معنی‌دار تیمارهای دستگاه بازروی مرسوم و ترکیبی، استفاده از دستگاه ترکیبی بازروی نیشکر، بیش‌ترین تأثیر مثبت را بر شاخص‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده در خاک مزرعه داشت که این امر ناشی از به هم‌خوردگی بیش‌تر خاک به دلیل حرکت زیرشکن ده شاخه در حین عملیات بازروی می‌باشد.

استناد: منجزی، نسیم، مرزبان، افشین (۱۴۰۱). بررسی اثر بهینه نمودن عملیات بازروی در سرعت‌های مختلف حرکت ماشین بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مزارع نیشکر. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۱۲ (۱)، ۱۳۹-۱۲۱.

DOI: 10.22069/EJSMS.2022.18427.1974



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

نیشکر عموماً در نواحی حاره‌ای و نیمه حاره‌ای کشت و تولید می‌شود (۱)؛ جایی که این محصول در مدت زمان کوتاهی از سال، زمانی که بارندگی حداقل است، برداشت شده و نیز شرایط مطلوبی جهت به بار رسیدن محصول فراهم می‌گردد، اما در استان خوزستان فصل برداشت نیشکر مصادف با فصول پاییز و زمستان است که توأم با بارندگی است. بارندگی‌های پیش‌بینی نشده در فصل برداشت موجب می‌گردد تا در مزارعی با رطوبت بالا و شرایط نامناسب، برداشت محصول انجام شود و تراکم خاک در مزرعه را تشدید نماید. بهترین دیدگاه منطقی در این مورد این است که تراکم نیز به‌عنوان جزئی از سیستم تولید محصول در نظر گرفته شود و مدیریت کشاورزی در آن اعمال گردد. بنابراین با مطالعه و آگاهی نسبت به عوامل مؤثر در ایجاد تراکم در مزرعه این امکان وجود دارد که بتوان تأثیر منفی تراکم خاک را متوقف و یا آن را به حداقل رساند. مطالعات بسیاری در سراسر جهان انجام شده است تا با حداقل عملیات زراعی و کاهش تردد ماشین‌ها، زمین را برای یک دوره بهره‌برداری آماده نمایند (۲، ۳، ۴، ۵). از سوی دیگر، نیشکر گیاهی چندساله است و بهره‌برداری از آن به یک سال ختم نمی‌شود. عملکرد نیشکر در سال اول (مرحله کشت) معمولاً در بیش‌ترین مقدار بوده و در سال‌های بهره‌برداری بعدی، به تدریج از عملکرد آن کاسته می‌شود. جهت جلوگیری از کاهش میزان عملکرد نیشکر در سال‌های بهره‌برداری، لازم است پس از برداشت و پایان یک سال زراعی و یا بعد از برداشت مزرعه تهیه قلمه و پیش از رویش مجدد، عملیاتی جهت بهبود وضعیت فیزیکی خاک اطراف ریشه‌ها، انجام شود. به مجموعه این اقدامات، بازرویی^۱ اطلاق می‌شود. تولید نیشکر عموماً با حجم بالایی عملیات

خاک‌ورزی و استفاده از ماشین‌های سنگین همراه است. بنابراین تراکم خاک فرآیندی غیرقابل اجتناب بوده و از طرفی این میزان فشردگی خاک در بیش‌تر اراضی زیرکشت نیشکر، بعد از حدود ۳۵ مرحله آبیاری در دوره داشت محصول و انجام عملیات برداشت در شرایط مرطوب نیز ایجاد می‌شود. فشردگی می‌تواند رشد گیاهان را کاهش داده، نفوذ ریشه و حرکت آب و هوا را در خاک محدود نماید و در نهایت، باعث کاهش محصول شود (۶). خنیفر و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی به بررسی اثر عملیات شخم زیرشکن و کولتیواتور در مزارع بازرویی نیشکر در مزارع هفت‌تپه پرداختند. نتایج نشان داد عملیات بازرویی در رطوبت‌های بیش از ۱۷ درصد، تأثیری در بهبود رشد و عملکرد مزارع تازه کشت شده و مزارع بازرویی اول نداشت (۷). کاظمی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثر اعماق مختلف شخم در عملیات بازرویی نسبت به سیستم بدون بازرویی پرداختند. این آزمایش در چهار تیمار، ۱- بدون بازرویی، ۲- تراکتور مسی فرگوسن ۸۱۶۰، ۳- شخم به عمق ۵۰ سانتی‌متری بادستگاه بلدوزر D6، ۴- عمق ۷۰ سانتی‌متری با دستگاه بلدوزر D6 در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بازرویی بر پنجه‌های نیشکر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (۸). مهردادیان و همکاران (۲۰۱۱)، اثر تردد ماشین‌های برداشت بر فشردگی خاک‌های مزارع نیشکر جنوب غربی خوزستان را بررسی کردند. نتایج بیش‌ترین مقدار افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک را در عمق ۵-۰ سانتی‌متر با ۶/۶۹ درصد نشان داد. همچنین نتایج نشان از حساسیت شدید شاخص مخروطی خاک به رطوبت داشت (۹). آو و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی خاک و عملکرد محصول نیشکر را تحت تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در جنوب برزیل

1- Ratooning

مراحل بازرویی و بازسازی مزارع^۱ نیشکر: عملیات بازرویی معمولاً بعد از انجام عملیات برداشت مزارع و در رطوبت مناسب حدود ۱۵ درصد وزنی قابل اجرا است. این عملیات در مزرعه مورد آزمایش به صورت سه مرحله زیر اجرا شد:

الف- سوزاندن برگ‌ها و سرنی‌های حاصل از برداشت

ب- زیرشکنی: بعد از سوزاندن پوشال‌های مزرعه، زیرشکنی در عمق ۴۵-۴۰ سانتی‌متر در دو سمت ردیف نی‌ها با استفاده از دنباله‌بند چهار شاخه انجام شد و در هر بار رفت یا برگشت دو طرف پشته و یک طرف از هر کدام از پشته‌های کناری، شیار زده شد. عملیات زیرشکنی با استفاده از تراکتور با قدرت ۲۰۰ اسب بخار (مسی فرگوسن ۸۱۶۰) و بلدوزرهای D6 با توان ۲۶۰ اسب بخار و زیرشکن چهار شاخه (طول شاخه ۹۰ سانتی‌متر) و با راندامان ۰/۷ هکتار در ساعت انجام گرفت. فاصله هر شاخه با شاخه بعدی در یک ردیف، ۴۵ سانتی‌متر و فاصله مرکز دو شاخه در یک سمت کشنده با مرکز دو شاخه در سمت دیگر کشنده، ۱۸۳ سانتی‌متر بود.

ج- شکل‌دهی پشته: پس از این‌که عملیات زیرشکن انجام شد، عملیات شکل‌دهی مجدد پشته‌ها با دو هدف خاک‌دهی پای طوقه گیاه و شکل‌دهی پشته‌ها انجام شد. برای انجام این کار، تراکتور با قدرت ۱۱۰ اسب بخار کافی است (تراکتور MF399). هم‌چنین، از دیسک ۲۴ اینچ با ظرفیت ۰/۸-۰/۹ هکتار در ساعت برای این کار استفاده شد. در دیسک بازرویی بهتر است بشقاب‌های جلوپره‌ای (دنداندار) و بشقاب‌های عقبی ساده باشند. در راستای رسیدن به شکل مناسب پشته‌ها و طراحی دستگاه مناسب برای این کار، تلاش‌های متعددی انجام شد. طی آن با تغییرات در دیسک‌های ۲۴ و ۲۸ اینچ، بعضی

بررسی کردند. نتایج نشان داد که عملیات خاک‌ورزی در عمق‌های بیش‌تر از ۴۰ سانتی‌متر، اثر معنی‌داری بر متغیرهای مورد اندازه‌گیری نداشت (۱۰). باربوسا و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی پیامدهای عملیات خاک‌ورزی بر کیفیت فیزیکی خاک و عملکرد محصول نیشکر در جنوب برزیل پرداختند. نتایج نشان داد صرف‌نظر از نوع خاک، اعمال مدیریت‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری در عملکرد نیشکر نداشت (۱۱).

با توجه به سطح زیرکشت بالای نیشکر در استان خوزستان (۱۳۵ هزار هکتار) و از طرفی استفاده از ماشین‌های برداشت و سبدهای حمل نی با وزن بالا، افزایش فشردگی خاک مزارع و آماده‌سازی آن‌ها برای بهره‌برداری در سال‌های بعدی (بازرویی)، ضرورت کاربرد پژوهش‌های مرتبط با بهینه‌سازی این عملیات‌های سنگین، در تولید نیشکر را بسیار آشکار می‌سازد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر کیفیت عملیات بازرویی نیشکر بود. با انجام این مطالعه، تلاش گردید عملیات بازرویی مناسب (نوع ماشین و سرعت انجام) شناسایی شود.

مواد و روش‌ها

موقعیت محل اجرای طرح: این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ در شرکت کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر اجرا شد. این کشت و صنعت در ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز و در غرب رودخانه کارون و شرق جاده اهواز به خرمشهر و در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقه قرار گرفته است. این شرکت دارای ۴۸۰ مزرعه ۲۵/۵ هکتاری است. مزارع شرکت دارای طول ۱۰۰۰ متر و عرض ۲۵۰ متر می‌باشند.

ALC 408 (ALC400 مزرعه ۸) با بافت غالب خاک‌های این کشت و صنعت اجرا شد. کرت‌های آزمایش شامل ۳۶ فارو بوده و مساحت هر کرت ۹۱۵ مترمربع (شامل ۲ فارو با طول هر فارو ۲۵۰ متر (برابر طول ردیف‌های نیشکر) و عرض هر فارو ۱/۸۳ متر بود. جهت عدم تأثیر متقابل تیمارها بر همدیگر بین تیمارها یک فارو فاصله داده شد و فاصله بین کرت‌های اصلی دو فارو در نظر گرفته شد. مزرعه مورد آزمایش مزرعه‌ای با برداشت سال اول (بازرویی ۱) بوده و برداشت به‌روشن سوخته در رطوبت مناسب صورت گرفته بود. سطح مزرعه به‌صورت جوی و پشته بوده به‌طوری که عرض پشته‌ها ۱۱۳ سانتی‌متر و عرض جوی‌ها ۷۰ سانتی‌متر بود. در انتخاب مزرعه دقت گردید تا رطوبت در نقاط مختلف آن مشابه باشد و عمق عملیات بازرویی نیز ثابت در نظر گرفته شد (۴۵ سانتی‌متر). رقم محصول برداشت شده از مزرعه نیز ۱۰۶۲-۶۹ CP بود. پس از انجام عملیات بازرویی با دو نوع دستگاه، نمونه‌برداری از خاک در سه عمق ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ سانتی‌متری جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی شامل بافت خاک، شاخص مخروطی، قطر متوسط کلوخه‌ها و جرم مخصوص ظاهری خاک انجام شد. هم‌چنین یکنواختی سطح خاک و متوسط سرعت نفوذپذیری آب به خاک نیز اندازه‌گیری گردید. روش‌های اندازه‌گیری این عوامل عبارتند از:

نمونه‌برداری خاک: پس از برداشت محصول مزرعه و قبل از انجام عملیات زیرشکنی بازرویی، برای تعیین شاخص مخروطی خاک، بافت خاک و رطوبت خاک نیاز به نمونه‌برداری از خاک است. با توجه به این‌که مسیر تردد ماشین‌ها در جوی‌ها بود، نمونه‌برداری از هر تیمار در کف جوی انجام گردید. نمونه‌های تهیه شده در آزمایشگاه آب و خاک مدیریت مطالعات کاربردی شرکت کشت و صنعت امیرکبیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

بشقاب‌ها بیرون آورده شد و از طریق تنظیم فواصل آن‌ها سعی شد تا پشته‌هایی با عرض و ارتفاع کم و جوی‌های عریض با کف صاف ایجاد شود. هر ردیف دارای ۴ بشقاب ۲۴ اینچی بوده که فاصله هر بشقاب با بشقاب بعدی ۲۳ سانتی‌متر و مجموع فواصل بین بشقاب‌ها، ۶۹ سانتی‌متر در یک ردیف بود. فاصله مرکز ۴ بشقاب در یک ردیف (بین دیسک‌های ۲ و ۳ در یک ردیف) تا مرکز ۴ بشقاب در ردیف دیگر (بین دیسک‌های ۵ و ۶ ردیف دیگر) ۱۸۳ سانتی‌متر بود. در این روش، پشته‌هایی به عرض حدود ۱۱۰-۱۰۰ سانتی‌متر و جوی‌هایی به پهنای ۸۰-۷۰ سانتی‌متر ایجاد شد. علاوه بر تغییرات انجام شده در دستگاه شکل‌دهنده، ماشینی به نام ده سنگ طراحی شد تا ضمن تکمیل شکل‌دهی، با نفوذ عمقی در جوی باعث ایجاد جویچه‌های کوچک گردد تا علاوه بر هدایت مناسب آب، به نفوذ آن کمک نماید که هدف اصلی این پژوهش، بررسی اثر بهبودبخشی این دستگاه در مقایسه با دیسک شکل‌دهنده پشته بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مزرعه بود.

روش اجرای طرح: به‌منظور تعیین اثر عملیات بازرویی مناسب، با بررسی اثر دستگاه شکل‌دهنده پشته و دستگاه مرکب شکل‌دهنده پشته و زیرشکن ده شاخه (بازرویی مرسوم (زیرشکن ۴ شاخه+ دیسک شکل‌دهنده پشته) و بازرویی با دستگاه ترکیبی (زیرشکن ۴ شاخه+ دیسک شکل‌دهنده پشته و زیرشکن ۱۰ شاخه)) در سه سطح سرعت ۵، ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت روی برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری^۱، یکنواختی سطح خاک و نفوذپذیری آب در قالب طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر در مزرعه

1- Mean Weight Diameter (MWD) of clods

2- Bulk density

جرم مخصوص ظاهری خاک: برای تعیین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک از استوانه‌های فلزی مخصوص جهت نمونه‌برداری استفاده شد. نمونه‌ها بعد از خشک‌شدن طی ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد وزن شده و وزن به‌دست آمده بر حجم استوانه که حجم نمونه محسوب می‌شود، تقسیم گردید تا مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق مورد نظر به‌دست آید. در هر تیمار و تکرار در عمق‌های ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری انجام شد. برای برداشت نمونه به‌جز عمق ۱۵-۰، خاک قسمت بالایی توسط بیل با احتیاط کامل به نحوی که در قسمت پایین‌تر تراکم و یا به‌هم‌خوردگی ایجاد ننماید، برداشته شد.

شاخص مخروطی خاک: میزان مقاومت فروری خاک به‌وسیله دستگاه فروسنج مخروطی الکترونیکی (ایکل کمپ^۱) اندازه‌گیری گردید. شاخص فروری نصب شده روی فروسنج بر طبق استاندارد انجمن مهندسين کشاورزی آمریکا^۲ به شماره S313.3 و EP542 انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری شاخص مخروطی، در پنج نقطه از هر کرت آزمایش، نیروی لازم برای فرو بردن مخروط در خاک در عمق ۴۵ سانتی‌متر با رطوبت ۱۵ درصد اندازه‌گیری شد که از تقسیم میانگین نیرو به سطح مقطع مخروط، شاخص مخروطی بر حسب کیلوپاسکال تعیین گردید (۱۲).

درصد رطوبت خاک مزرعه: درصد رطوبت خاک مزرعه پس از انتقال سیلندرهای محتوی نمونه‌های خاک به آزمایشگاه تعیین شد.

قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها (MWD): به‌منظور بررسی تأثیر عملیات بازرویی بر ویژگی‌های فیزیکی

خاک، بعد از انجام هر تیمار، شاخص قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها تعیین شد. برای محاسبه قطر کلوخه‌ها از سری غربال‌های پنج‌تایی استفاده گردید. برای نمونه‌گیری از قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی در سه نقطه تصادفی از هر تکرار و در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر و ۴۵-۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. داده‌های به‌دست آمده به روش قطر متوسط وزنی تحلیل شدند (۱۳، ۱۴، ۱۵).

بافت خاک مزرعه: بافت خاک مزرعه به روش هیدرومتری تعیین گردید (۱۶، ۱۷، ۱۸).

نفوذپذیری آب به خاک: به‌منظور اندازه‌گیری متوسط سرعت نفوذ آب به خاک از استوانه‌های مضاعف استفاده گردید (۱۹، ۲۰). به‌طور هم‌زمان در داخل استوانه‌ها به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از سطح خاک، آب ریخته و نفوذ آب در خاک در فواصل زمانی ثابت یک دقیقه و سپس ۱۰ دقیقه اندازه‌گیری گردید. در هنگام نزدیک شدن سطح آب داخل استوانه‌ها به سطح خاک، اندازه‌گیری زمان متوقف و بعد از افزودن مجدد آب در داخل استوانه‌ها، قرائت نفوذ آب در خاک ادامه یافت. زمان نفوذ بر اساس، ۱۰ فاصله یک دقیقه‌ای برای اندازه‌گیری سرعت نفوذ اولیه و ۱۳ فاصله ده دقیقه‌ای انتخاب و اندازه‌گیری به تعداد ۲ تکرار در هر ردیف انجام شد (۲۰).

یکنواختی سطح خاک: جهت اندازه‌گیری همواری سطح از آزمون یکنواختی سطح (پستی و بلندی) استفاده شد. در این آزمون از یک قاب ۰/۵ متر × ۰/۵ متر استفاده گردید، که ۹ میله به طول ۲۰ سانتی‌متر داشت و به‌طور عمودی بر چهار گوشه و وسط اضلاع و وسط خود قاب سوار شده بودند. هرکدام از این میله‌ها درون راهنمای خودشان آزاد و معلق بودند. محلی به‌طور تصادفی برای انجام آزمون مشخص و قاب روی آن قسمت انداخته شد. طول هر یک از

1- Eijkel kamp
2- American Society of Agricultural Engineering (ASAE)

مزرعه، نمونه‌هایی از خاک مزرعه جهت تعیین ویژگی‌های اولیه خاک برداشته شد. جدول ۱، ویژگی‌های اولیه خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارهای بازرویی (میانگین تکرارهای آزمایش) را نشان می‌دهد. این نمونه‌برداری از این جهت انجام گرفت که همگن بودن شرایط آزمایش برای تیمارها رعایت گردد. نتایج بررسی نمونه‌های گرفته شده از مزرعه‌ی موردنظر نشان داد که خاک مورد مطالعه از یکنواختی خوبی برخوردار بوده و این مزرعه جهت اجرای پژوهش مورد نظر، مناسب است. بر اساس این نتایج، بافت خاک مزرعه ALC 408 سنگین و به کلاس بافت لوم رسی (۲۹/۲ درصد شن، ۴۳/۳ درصد سیلت و ۲۷/۵ درصد رس) تعلق دارد.

میل‌های خارج شده از قاب اندازه‌گیری و از طول اصلی میل‌ها کم گردید. اعداد به دست آمده نشان‌دهنده پستی و بلندی بود (۲۱). برای توصیف آماری اعداد به دست آمده از ضریب تغییرات نمونه استفاده شد (۲۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: محاسبات آماری داده‌های این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد. هم‌چنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های اولیه خاک مورد مطالعه: بعد از عملیات برداشت نیشکر و قبل از شروع عملیات بازرویی در

جدول ۱- ویژگی‌های اولیه خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارهای بازرویی.

Table 1. Preliminary characteristics of the studied soil before applying ratooning treatments.

واحد Unit	مقدار Value	پارامترهای اندازه‌گیری شده Measured parameters
مگاپاسکال MPa	2.4	شاخص مخروطی خاک Cone index
درصد %	15	رطوبت خاک Soil moisture
درصد %	27.5	رس Clay
درصد %	43.3	سیلت Silt
درصد %	29.2	شن Sand
لوم رسی Clay loam		بافت خاک Soil texture

وزنی کلوخه‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌چنین اثر بلوک (تکرار) معنی‌دار نشد که بدین معنی است که بین تکرارهای موجود در هر تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

بررسی اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها نشان داد که اثر اصلی نوع ماشین برای این شاخص، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و اثر اصلی سرعت حرکت ماشین بر قطر متوسط

حرکت و اثر متقابل هر دو بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک بعد از عملیات بازرویی در سطح پنج درصد معنی دار شد. در ادامه، مقایسه میانگین اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر نفوذپذیری آب به خاک نیز نشان داد که اثرات اصلی نوع ماشین و سرعت حرکت بر متوسط سرعت نفوذپذیری آب به خاک بعد از عملیات بازرویی در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت معنی دار نشد. هم چنین اثر بلوک (تکرار) در این آزمایش در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲).

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، مشخص می شود که تیمارهای بازرویی به کارگرفته شده بر میزان جرم مخصوص ظاهری خاک دارای اختلاف معنی داری بود. بر اساس نتایج حاصله، اثر نوع ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک در عملیات بازرویی در سطح یک درصد معنی دار شد. اثر سرعت حرکت ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک نیز در سطح پنج درصد معنی دار بود. اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت و اثر بلوک (تکرار) بر جرم مخصوص ظاهری خاک معنی دار نشده است.

نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول، اثرات اصلی نوع ماشین و سرعت

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر برخی ویژگی های فیزیکی خاک.

Table 2. Results of variance analysis of type of machine and the forward speed on some physical properties of soil.

منابع تغییرات Sources	درجه آزادی df	قطر متوسط وزنی کلوخه ها (میلی متر) Mean Weight Diameter of clods (MWD) (mm)	جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk density (gr.cm ⁻³)	ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک (درصد) Soil surface uniformity (%)	متوسط سرعت نفوذ آب به خاک (سانتی متر در ساعت) Mean soil water infiltration (cm.hr ⁻¹)
تکرار Replication	2	122.951 ^{ns}	28.56 ^{ns}	6.380 ^{ns}	0.972*
نوع ماشین Type of machine	1	983.350**	946.009**	154.650*	4.740**
خطای اصلی Main Error	2	9.268	9.152	8.057	0.042
سرعت حرکت Forward speed	2	117.875*	27.227*	33.431*	0.725**
اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت Type of machine* forward speed	2	194.501**	14.198 ^{ns}	19.500*	0.036 ^{ns}
خطای فرعی Sub-error	8	21.639	3.238	4.281	0.016
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		11	9	20	16

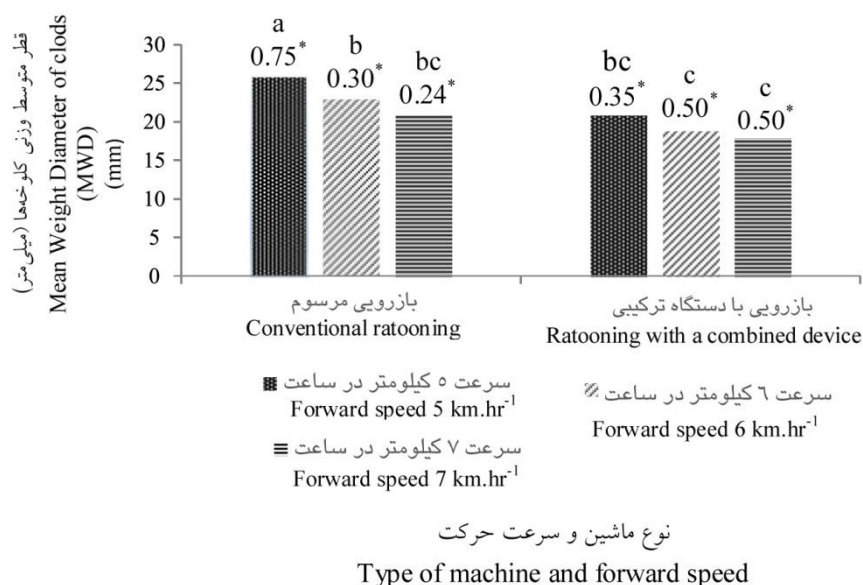
^{ns} عدم وجود تفاوت معنی دار ^{ns} None significant

* تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد Significant at the probability level of 5%

** تفاوت معنی دار در سطح ۱ درصد Significant at the probability level of 1%

دادند. سرعت حرکت بالا موجب ضربه به خاک و افزایش عکس‌العمل بین ابزار و خاک می‌شود که مسلماً خرد شدن بیش‌تر را به دنبال دارد. کارتر (۲۰۰۰) نیز نشان داد که میانگین قطر کلوخه‌ها متأثر از سرعت حرکت ماشین است (۲۳). هم‌چنین نتایج سایر پژوهش‌گران از جمله خفاف و خدر (۲۰۰۸)، مینگ و همکاران (۲۰۰۸) و نامداری و همکاران (۲۰۱۰) نیز تأییدکننده این مطلب است که افزایش سرعت حرکت ماشین بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها اثر کاهنده دارد (۲۴، ۲۵، ۲۶). به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که بازرویی با دستگاه ترکیبی از نظر شاخص قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها نسبت به دستگاه مرسوم بهتر عمل کرده است و خاکی با ویژگی‌های مناسب را برای رشد مجدد گیاه نیشکر فراهم کرده است.

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از این نمودار، تیمارهای بازرویی با دستگاه ترکیبی در سرعت‌های ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت و تیمارهای بازرویی مرسوم با سرعت ۷ کیلومتر در ساعت و بازرویی با دستگاه ترکیبی با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. تیمار بازرویی مرسوم با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت و تیمارهای بازرویی با دستگاه ترکیبی در سرعت‌های ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت به‌ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها را به خود اختصاص



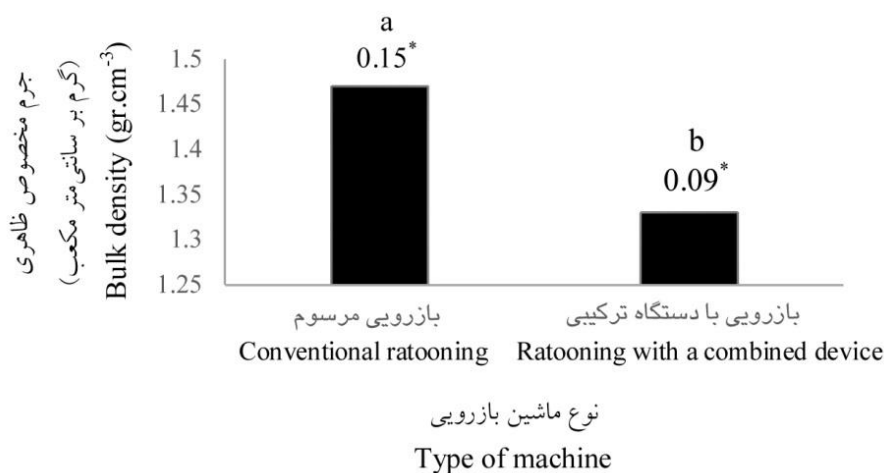
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند
*انحراف استاندارد

Figure 1. Means comparison of interaction between type of machine and forward speed on mean weight diameter of clods.

Means with similar letters do not differ significantly at the 5% level
*The standard deviation

نیشکر در جرم مخصوص ظاهری بین ۱/۵ تا ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش پیدا می‌کند (۲۷). نتایج مشابهی توسط سری استاوا (۱۹۹۰) در جرم مخصوص ظاهری ۱/۷ گرم بر مترمکعب قبلاً گزارش شده بود (۲۸). لرزاده و همکاران (۲۰۰۲)، حد بحرانی جرم مخصوص ظاهری خاک برای ریشه نیشکر را ۱/۹-۱/۸ مگاگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند که با این حد از فشردگی خاک، ریشه‌ها به‌صورت سطحی و محدود رشد می‌کنند (۲۹). هم‌چنین در بعضی پژوهش‌ها گزارش شده است که زیرشکنی خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود (۳۰). در پژوهشی دیگر که توسط ارشدی و افشاری (۲۰۰۸) صورت گرفت در بیان تأثیر ماشین مرکب زیرشکن-چیزل بر عملکرد محصولات کشاورزی دریافتند که استفاده از زیرشکن جرم مخصوص ظاهری را به میزان ۴ درصد کاهش می‌دهد (۳۱).

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر جرم مخصوص ظاهری خاک: همان‌طور که در شکل ۲، نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی نوع ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک نشان داده شده است، بین اثر دستگاه مرسوم و دستگاه ترکیبی بازرویی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت. استفاده از دستگاه ترکیبی، جرم مخصوص ظاهری را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد. میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عملیات بازرویی با دستگاه مرسوم برابر ۱/۴۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود در حالی که با دستگاه ترکیبی این مقدار به ۱/۳۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دستگاه ترکیبی بازرویی نسبت به دستگاه مرسوم در کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک موفق‌تر عمل کرده است. رنگیه و همکاران (۱۹۸۸) دریافتند که عملکرد



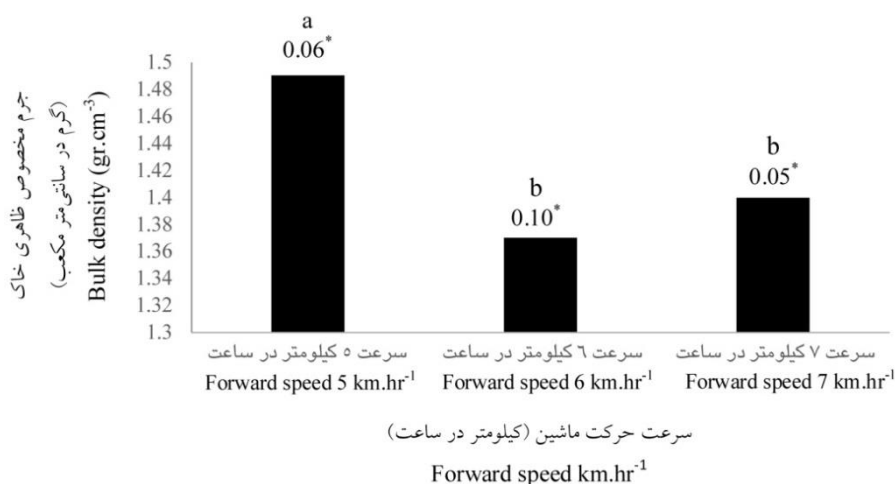
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر نوع ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک.

* انحراف استاندارد

Figure 2. Means comparison of effect of type of machine on soil bulk density.
*The standard deviation

جهت گسیختگی بیش تر خاک در این عملیات نسبت به سرعت پایین ۵ کیلومتر در ساعت و سرعت بالای ۷ کیلومتر در ساعت برای عملیات بازرویی می توان ذکر کرد. در پژوهشی مشابه، در ارزیابی کاربرد زیرشکن مرسوم و ارتعاشی بر تخلخل، مقاومت فروری و نفوذپذیری خاک و راندمان عملیات بازرویی در کشت و صنعت دعبیل خزایی خوزستان، نتایج نشان داد که که سرعت ۴/۵ کیلومتر در ساعت با میانگین تخلخل ۵۱/۵۵ درصد نسبت به دو سرعت ۶/۵ و ۲/۵ کیلومتر در ساعت با میانگین های تخلخل به ترتیب، ۵۰/۱۲ و ۴۸/۵ درصد در سطح ۱ درصد برتری داشت (۳۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر سرعت حرکت ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، جرم مخصوص ظاهری خاک در سرعت های ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت با هم اختلاف معنی داری نداشتند. میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار سرعت ۵، ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت به ترتیب برابر ۱/۴۹، ۱/۳۷ و ۱/۴۰ گرم بر سانتی متر مکعب به دست آمد. نتایج نشان دهنده این است که با افزایش سرعت حرکت ماشین، جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش یافته است. سرعت ۶ کیلومتر در ساعت نسبت به دو سرعت ۵ و ۷ کیلومتر در ساعت در سطح ۵ درصد برتری دارد. علت این امر را حد بهینه سرعت دستگاه (۶ کیلومتر در ساعت)



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر سرعت حرکت ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک.

*انحراف استاندارد

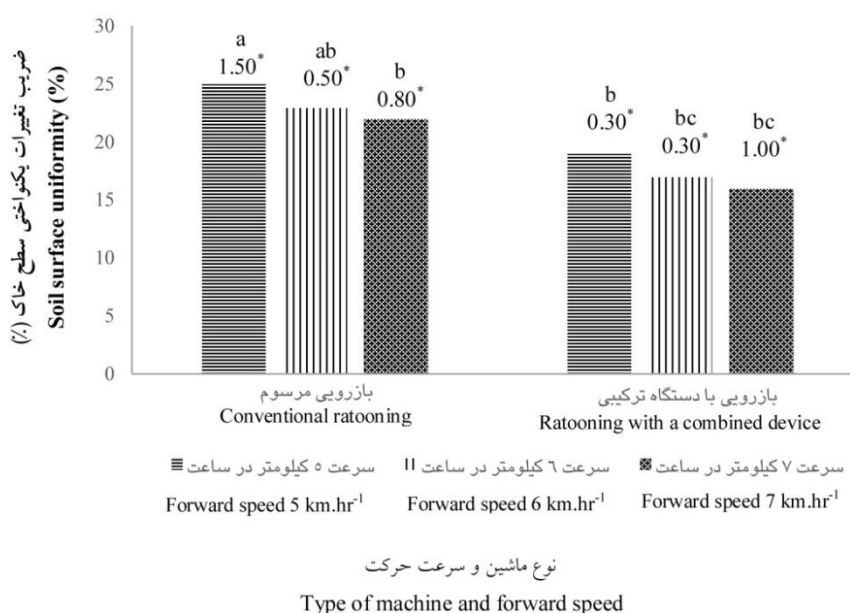
Figure 3. Means comparison of effect of forward speed on soil bulk density.
*The standard deviation

نتایج، تیمارهای بازرویی با دستگاه مرسوم در سرعت ۷ کیلومتر در ساعت و بازرویی با دستگاه ترکیبی در سرعت ۵ کیلومتر در ساعت اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نداشتند. تیمارهای بازرویی با دستگاه ترکیبی در سرعت های ۶ و ۷ کیلومتر در ساعت نیز

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس این

در تیمارهای مورد مطالعه می‌دهد. عمرانی (۲۰۱۲)، آزمایشی برای سنجش همواری سطح عملیات خاک‌ورزی نیشکر انجام داد و متوسط ضریب تغییرات را ۴۴/۲ درصد به دست آورد که دلایلی مانند سرعت حرکت نامناسب، بی‌تجربگی کاربران تراکتور و عدم توجه به تنظیمات تراز طولی و عرضی گاوآهن مورد استفاده، دانست (۳۴).

اختلاف معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک در مزرعه نیشکر در تیمار بازرویی با دستگاه ترکیبی در سرعت ۷ کیلومتر در ساعت برابر ۱۶ درصد به دست آمد. طبق نظر زندوکیلی و همکاران (۲۰۱۵)، میزان قابل قبول ضریب تغییرات در آزمایش همواری سطح عملیات خاک‌ورزی ۲۰ تا ۲۵ درصد است (۳۳). بنابراین نتایج آزمون، نشان از وضعیت مطلوب همواری سطح خاک



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت حرکت بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک. *انحراف استاندارد

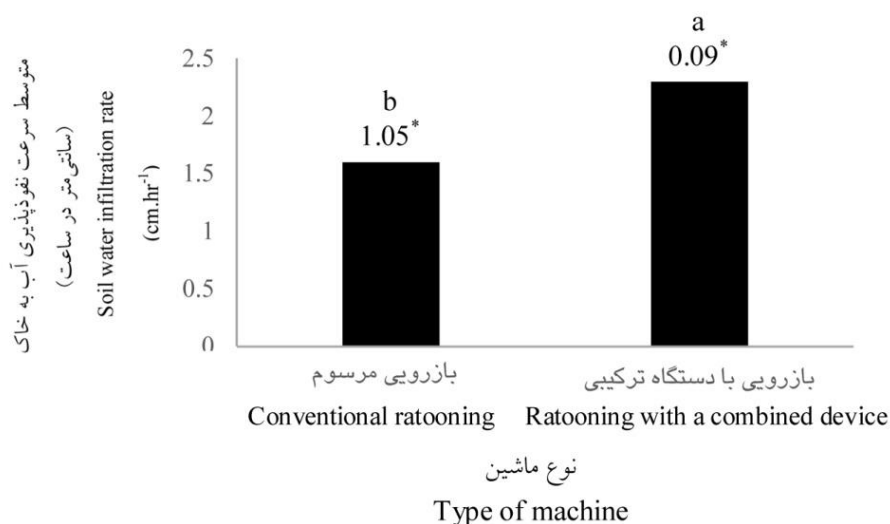
Figure 4. Means comparison of interaction between type of machine and forward speed on soil surface uniformity. *The standard deviation

خاک پس از عملیات بازرویی با دستگاه مرسوم و ترکیبی به ترتیب برابر ۱/۶ و ۲/۳ سانتی‌متر در ساعت به دست آمد. به عبارتی طبق جدول شاخص نفوذپذیری (جدول ۳)، استفاده از دستگاه ترکیبی در عملیات بازرویی موجب تغییر نفوذپذیری از نسبتاً کند به متوسط گردیده است؛ این مطلب را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که به دلیل حرکت زیرشکن

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر نوع ماشین و سرعت حرکت بر نفوذپذیری آب به خاک: نتیجه مقایسه میانگین اثر نوع ماشین بر نفوذپذیری آب به خاک در شکل ۵ به نمایش درآمده است. بر این اساس، متوسط سرعت نفوذ آب به خاک در دو تیمار دستگاه مرسوم و دستگاه ترکیبی بازرویی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. متوسط سرعت نفوذ آب به

خرد شدن لایه‌های سطحی و عمقی در خاک و تشکیل فضاهای بزرگ بین کلوخه‌ها و ترک‌های حاصله در عمق و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، ضمن افزایش حجم ذخیره آب در خاک، سبب افزایش نفوذ آب به خاک می‌گردد (۳۵).

ده شاخه میزان به هم خوردگی خاک بیش‌تر گردیده است. حرکت ساقه زیرشکن باعث ایجاد شکاف در محل عبور ساقه در کف جوی‌ها و افزایش میزان نفوذپذیری آب به خاک گردیده است؛ علت این است که در استفاده از زیرشکن، به دلیل شکسته شدن و



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر نوع ماشین بر نفوذپذیری آب به خاک.
*انحراف استاندارد

Figure 5. Means comparison of effect of type of machine on soil water infiltration.
*The standard deviation

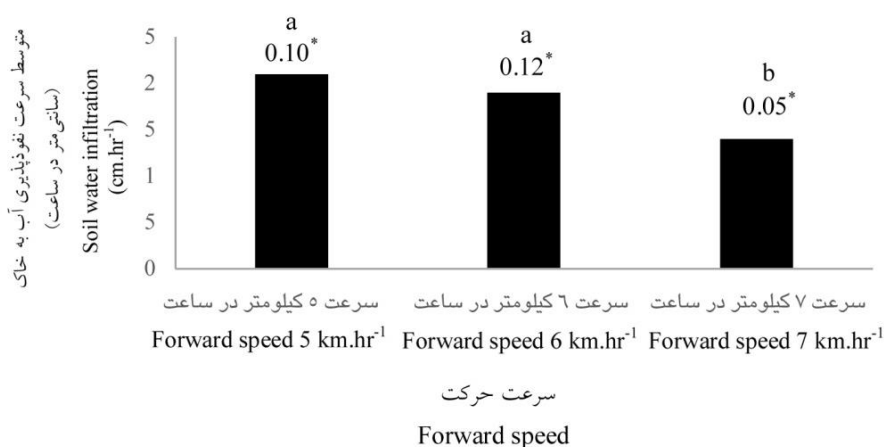
جدول ۳- شاخص و میزان نفوذ پذیری آب در خاک (نصیریان، ۲۰۰۸).

Table 3. Index of soil water infiltration (Nasirian, 2008).

شاخص نفوذپذیری Index of infiltration	نفوذپذیری (سانتی‌متر در ساعت) Soil water infiltration (cm.hr ⁻¹)
خیلی کند Very slow	< 0.127
کند Slow	0.127-0.5
نسبتاً کند Relatively slow	0.5-2
متوسط Medium	2-6.35
نسبتاً سریع Relatively fast	6.35-12.7
سریع Fast	12.7-25

تیمار سرعت ۷ کیلومتر در ساعت به ترتیب برابر ۲/۱ و ۱/۴ سانتی متر در ساعت رخ داده است. علت کاهش نفوذپذیری آب در سرعت‌های بالاتر به این خاطر است که شیارهای ایجاد شده در سرعت بالای دستگاه به وسیله ریزش دیواره‌های شیار سریع‌تر پر می‌گردند در حالی که ثابت این شیارها در سرعت‌های پایین حرکت زیرشکن و دستگاه بازروی در خاک ماندگارتر است.

نتیجه مقایسه میانگین اثر سرعت حرکت ماشین بر نفوذپذیری آب به خاک در شکل ۶ نشان داده شده است. میزان نفوذپذیری آب به خاک در تیمارهای سرعت حرکت ۵ و ۶ کیلومتر در ساعت از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند. بیش‌ترین متوسط سرعت نفوذ آب به خاک در سرعت ۵ کیلومتر در ساعت و کم‌ترین میزان نفوذپذیری آب به خاک در



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر سرعت حرکت بر نفوذپذیری آب به خاک.
* انحراف استاندارد

Figure 6. Means comparison of of effect of forward speed on soil water infiltration.
*The standard deviation

ماشین ترکیبی بازروی نسبت به ماشین مرسوم موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری خاک، همواری سطح خاک و نفوذپذیری آب به خاک گردیده است، که این امر ناشی از به هم خوردگی بیش‌تر خاک به دلیل حرکت زیرشکن ده شاخه در حین عملیات بازروی می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، استفاده از دستگاه ترکیبی بازروی در عملیات بازروی نیشکر بیش‌ترین تأثیر مثبت را دارد.

نتیجه گیری

بررسی نتایج آزمایش نشان می‌دهد که بهبود خواص فیزیکی خاک شامل، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها و یکنواختی سطح خاک با دستگاه ترکیبی بازروی در سرعت ۷ کیلومتر در ساعت نسبت به دو سرعت ۵ و ۶ کیلومتر در ساعت برتری دارد، اما میزان کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در دستگاه ترکیبی بازروی در سرعت ۶ کیلومتر در ساعت از دو سرعت دیگر بیش‌تر می‌باشد و هم‌چنین نفوذپذیری آب به خاک در دستگاه ترکیبی در سرعت ۵ کیلومتر در ساعت نسبت به سایر تیمارها برتری دارد. هم‌چنین، نتایج آزمایش نشان می‌دهد که استفاده از

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۱۳۲۹ از محل اعتبارات پژوهانه واحد پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد. بنابراین

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز بابت تأمین هزینه‌های این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

1. Wang, X., Feng, Y., and Yu, L. 2020. Sugarcane/soybean intercropping with reduced nitrogen input improves crop productivity and reduces carbon footprint in China, *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137517>.
2. Garside, A.L., and Bell, M.J. 2009. Row spacing and planting density effect on the growth and yield of sugarcane. 3. Responses with different cultivars. *Crop Pasture Science*. 60: 555-565.
3. Kapur, R., Duttamajumder, S.K., and Krishna Rao, K. 2011. A breeder's perspective on the tiller dynamics in sugarcane. *Current Science*. 100: 183-189.
4. Matsuoka, S., and Garcia, A.A.F. 2011. Sugarcane underground organs: going deep for sustainable production. *Tropical Plant Biology*. 4: 22-30.
5. Olaoye, G. 2001. Effects of ratooning on yield and yield components of non-irrigated sugarcane germplasm accessions in the southern Guinea savanna zone of Nigeria. *Ghana Journal of Agricultural Science*. 34: 109-117.
6. Guaman, V., Bath, B., Hagman, J., Gunnarsson, A., and Persson, P. 2016. Short time effects of biological and inter-row subsoiling on yield of potatoes grown on a loamy sand, and on soil penetration resistance, root growth and nitrogen uptake. *European Journal of Agronomy*. 80: 55-65.
7. Khanifar, H., Ghasemipoor, A., and Rahmati, M.E. 2010. Investigation of the effect of subcutaneous and cultivator plowing operations in sugarcane recycling farms. 6th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering of Iran. September 24-25. University of Tehran. (In Persian)
8. Kazemi, K., Bahadori, F., Mousavian, N., and Adavi, Z. 2010. Investigation of the effect of different plowing depths on intercropping operations compared to non-intercropping system. The first national conference on sustainable agriculture and healthy crop production. November 19-20. Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan. (In Persian)
9. Mehردادیان, A., Asoodar, M., and Abbasi, F. 2011. Effect of Sugarcane Harvest Machinery Traffic on Soil Compaction in South West of Khuzestan. *Journal of Agricultural Engineering*. 34: 2. 1-14. (In Persian)
10. Awe, G.O., Reichert, J.M., and Fontanel, E. 2020. Sugarcane production in the subtropics: Seasonal changes in soil properties and crop yield in no-tillage, inverting and minimum tillage. *Soil and Tillage Research*. 196: 1-12.
11. Barbosa, L.C., Magalhães, P.S.G., Bordonal, R.O., Cherubin, M.R., Castioni, G.A.F., Tenelli, S., Franco, H.C.J., and Carvalho, J.L.N. 2019. Soil physical quality associated with tillage practices during sugarcane planting in south-central Brazil. *Soil and Tillage Research*. 195: 1-11.
12. Abbaspour Gilandeh, Y., and Shayegani Soltan pour, A.R. 2014. Soil cone index prediction using artificial neural networks model and its comparison with regression models. *Soil Management and Sustainable Production*. 4: 2. 187-204. (In Persian)
13. Adam, K.M., and Erbach, D.C. 1992. Secondary tillage tool effect on soil aggregation. *Transactions of the ASAE*. 35:6. 1771-1776.

14. Habibi As, J., and Gilani, A. 2014. The effect of tillage and rice planting methods on technical parameters of machine, yield and wheat yield components and residual management in rice-wheat rotation in Khuzestan. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 15: 2. 45-62. (In Persian)
15. Solhjoo, A.A., Loghavi, M., Roozbeh, M., and Ahmadi, H. 2001. The effect of soil moisture percentage and plowing depth on soil crushing rate and reduction of secondary tillage operations. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 2: 6. 1-12. (In Persian)
16. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. P 383-411. In: A. Klute (ED.). *Methods of soil analysis, Part A. Physical and mineralogical methods*. Agronomy Monograph No. 9, 2nd Edition, American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, WI.
17. Mahdavi, A., Rezavinia, Z., Bazgir, M., and Rostaminia, M. 2019. The Effect of Land use Changes on Soil Quality Indicators and Carbon Sequestration in Semi-arid Areas. *Desert Ecosystem Engineering Journal*. 8: 22. 101-113. (In Persian)
18. Yazdanpanahi, A., Ahmadaali, K., Zare, S., and Jafari, M. 2019. The Effect of Two Different Biochars on the Soil Physical Properties Affecting Irrigation Management in Desert Regions. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 50: 4. 966-975. (In Persian)
19. Chegeni, M., Ansari-dust, Sh., and Eskandari, H. 2014. Effect of Tillage Methods and Residuals Management on Some Physical Properties of Soil to Achieve Sustainable Agriculture. *Journal Agricultural Science and Sustainable Production*. 24: 2. 31-40. (In Persian)
20. Soleimani, L., Haghizadeh, A., and Zinivand, H. 2016. Determining the best models for estimating influence in different applications, for optimal management of watersheds (Case study: Kakashraf watershed, Lorestan province). *Journal of Watershed Management*. 7: 13. 33-41. (In Persian)
21. Sedaghat Hosseini, M., and Saebi Fard, H. 2006. *Testing and Evaluation of Agricultural Machinery and Equipment: Principles and Applications*. Written by Frank M. Inz. Fourth Edition, Agricultural Education Publishing, Tehran, pp. 326-334. (In Persian)
22. Smith, D.W., Sims, B.G., and O'Neill, D.H. 1994. *Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment: principles and practices*. FAO Agricultural Services Bulletin (FAO).
23. Carter, M.R. 2000. *Soil sampling and methods of analysis*. Canadian Society of Soil Science. pp. 651-657.
24. Khaffaf, A., and Khadr, A. 2008. Effect of some primary tillage implement on soil pulverization and specific energy. *Farm Machinery and Power*. pp. 731-745.
25. Ming, G., You-Jin, L., Zi-Fang, W., Xiao-Hong, T., and Chao-Fu, W. 2008. Effect of tillage system on distribution of aggregates and organic carbon in a hudragric anthrosol Pedosphere. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 18: 5. 574-58.
26. Namdari, M., Rafiei, Sh., and Jafari, A. 2010. Investigation of the effect of tractor depth and speed on plowing characteristics. 6th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering. (In Persian)
27. Rangiah, P.K., Duraj, R., and Renugopalan, S. 1988. Biofertilizer for suger cane proc-51st. *Ann. Conv sugar tech- Assoc. india*. pp. 101-107.
28. Srivustuva, H. 1990. Compaction Effect on Root Growth in Sugarcane Tropical Agriculture. 67: 382-383.
29. Lorzadeh, Sh., Nadiyan, H., Bakhshandeh, A., Noormohamadi, Gh., and Darvish, F. 2002. Effects of different levels of soil compaction on yield, yield components and sucrose in sugarcane cv. CP 48-103, in Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 4: 1. 36-47. (In Persian)

30. Ghasemi Abdolmaleki, Y. 2012. The effect of different tillage methods on some soil physical properties (Case study: Naz Sari plain). Master Thesis in Soil Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)
31. Arshadi, A., and Afshari, F. 2008. Influence of Zirchkan-Chehel Composite Machine on Agricultural Product Performance. Proceedings of the 5th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
32. Nasirian, A. 2008. Evaluation of the application of conventional submersibles and vibration on porosity, penetration resistance and soil permeability and conducting operations of reconnaissance operations in agriculture and industry of Dabal Khazaei Khuzestan. Master Thesis in Agricultural Mechanization Engineering, Islamic Azad University, Shushtar Branch. (In Persian)
33. Zandvakili, B., Bahadori, A., Saudi, J., Saeedi, A., Heydarian, Sh., and Karami, A. 2015. Sugarcane from experience to standard. First edition, Kordgar Publishing, Ahvaz, pp. 56-93. (In Persian)
34. Omrani, A. 2012. Investigation of the situation of agricultural machinery management in sugarcane cultivation (Case study of Amirkabir agro-industry). Master Thesis in Agricultural Mechanization Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian)
35. Bouma, H. 1996. Compaction and subsoiling effects on sugarcane yield and physical properties. Transactions of the ASAE. 39: 5. 1641-1649.

