تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۲/ شماره ۸۰/زمستان ۱۴۰۰/ص ۳۲-۱۷
سایت مجله: https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله علمی– پژوهشی

ارزیابی تأثیر روش‌های کم‌خاک‌ورزی و مرسوم بر پارامترهای عملکردی ماشین، ویژگی‌های خاک و عملکرد کمی و کیفی نیشکر

حکیم ناصری[۱]،محمد غلامی پرشکوهی[۲*]، ایرج رنجبر[۳] و داود محمد زمانی[۴]

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب: دانشجوی دکتری؛ دانشیار؛ استاد؛ و استادیار دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۹

چکیده

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی اثر عملیات مختلف خاک‌ورزی بر پارامترهای عملکردی ماشین، ویژگی‌های کمی و کیفی نیشکر و همچنین ویژگی‌های فیزیکی خاک اجرا گردید. این تحقیق در شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی واقع در ۳۵ کیلومتری جاده اهواز- آبادان در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به روش بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد مقایسه شامل ۱- دو بار استفاده از زیرشکن با بولدوزر D8 (عملیات مرسوم)، ۲- خاک‌ورز مرکب آلپگو، ۳- خاک‌ورز مرکب ناردی و ٤- زیرشکن با بولدوزر D8 + زیرشکن تراکتوری مدل آهنگری خراسان بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر شاخص‌های تشکیل‌دهندهٔ عملکرد (ویژگی‌های کمی و کیفی نیشکر) وجود ندارد، اما تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و پارامترهای عملکردی تأثیر معنی‌دار دارند. در ارتفاع ساقه، عملکرد، بریکس شربت و درجهٔ خلوص، بیشترین مقادیر مربوط به تیمار دوم، به ترتیب با ۲۳٦ سانتی‌متر، ۱۰۲ تن در هکتار، ۱۹/۹۵ درصد و ۹۳/۸۵ درصد، و در میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری در عمق ۳۰ تا ٦۰، میزان مقاومت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، میزان مصرف سوخت و زمان عملیات، کمترین مقادیر به ترتیب به تیمار سوم با ۳۸/۳۳ میلی‌متر، تیمار دوم با ۱/۱۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب، تیمار دوم با ۱۰٤/۹٦ پاسکال، تیمار دوم با ٤۸/۳۳ لیتر در هکتار، تیمار دوم با ۲/۲۱ ساعت تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی

پارامترهای عملکردی، خاک‌ورزی، خاک‌ورز حفاظتی، شاخص‌های عملکرد

مقدمه

نیشکر گیاهی متعلق به خانوادهٔ گرامینه است که در سطحی بیش از ۲۲ میلیون هکتار در ۱۰۴ کشور دنیا کشت می‌شود (Anon, 2018) و حدود ۷۱ درصد ارز تولیدات جهانی شکر را به خود اختصاص داده است. اقتصاد برخی از کشورها متکی به کشت نیشکر است و این محصول در تجارت جهانی نقش عمده‌ای دارد. با توجه به نیاز ایران به شکر و به منظور کاهش یا قطع واردات آن، دولت علاوه بر تلاش بیشتر در جهت رفع مشکلات مراکز نیشکرکاری موجود، سرمایه‌گذاری عظیمی را در جنوب خوزستان برای توسعه سطح زیر کشت این گیاه پرارزش به کار گرفته است. دولت با تأسیس شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، ۸۴ هزار

*نگارنده مسئول: Email: gholamihassan@yahoo.com
http://doi: 10.22092/AMSR.2021.353026.1373

هکتار دیگر از اراضی این استان را، علاوه بر کشت و صنعت هفت تپه و کارون، پس از اصلاح و نمک‌زدایی به کشت نیشکر اختصاص داده است (Kaab *et al.*, 2019a,b). در عملیات کشاورزی بیشترین توان صرف خاک‌ورزی اولیه می‌شود که سهم آن از توان مصرفی در مزارع آمریکا ۶۰ درصد تخمین زده شده است (Lampurlanes *et al.*, 2016). خاک‌ورزی مرسوم در نیشکر دارای معایبی است که از آن جمله می‌توان به رفت و آمدهای مکرر ادوات و ماشین‌های سنگین در مزرعه و ایجاد فشردگی در خاک، سرمایه‌گذاری زیاد برای خرید یا اجاره ماشین‌های مورد نیاز، استهلاک، و مصرف زیاد سوخت به دلیل تعدد عملیات را نام برد (Mehrdadian *et al.*, 2011).

کاهش عملیات خاک‌ورزی می‌تواند سبب صرفه‌جویی در زمان، هزینه، نیروی کار و انرژی مصرفی شود و از تردد ادوات در مزرعه بکاهد. کاهش عملیات خاک‌ورزی با ایجاد پوششی از بقایای گیاهی در سطح خاک می‌تواند مانع فرسایش خاک شود و نیز مواد آلی آن را افزایش دهد، همچنین می‌تواند با حفظ و ذخیرهٔ رطوبت خاک برای مدت طولانی‌تر تأثیر مثبتی در افزایش عملکرد محصول داشته باشد (Radford *et al.*, 2006). نتایج بررسی‌ها نشان داده که به پروفیل خاک در عمق ۵۰-۴۰ سانتی‌متری، به علت فعالیت شدید نیشکر در این عمق، باید توجه کافی شود (Wang *et al.*, 2016).

زیرشکنی عملیات خاصی است که در محصولاتی همچون غلات و در صورت وجود فشردگی خاک، هر چند سال یک بار، صورت می‌گیرد اما در مورد کشت نیشکر به دلیل اینکه این گیاه چند ساله است و امکان ایجاد فشردگی در خاک‌های نسبتاً سنگین خوزستان، با ورود ماشین‌های مختلف در طول این چند سال وجود دارد، به عنوان یکی از عملیات اساسی تهیهٔ زمین، مرسوم است. در زمینهٔ تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد محصول تحقیقاتی صورت گرفته که به چند نمونه اشاره می‌شود. حیدری و رضوانی (Hiedari & Rezvani, 2003) با بررسی اثر زیرشکنی بر عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی در سه دوره آبیاری در ایستگاه تحقیقاتی تجرک همدان نشان دادند که این کار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد سیب‌زمینی ندارد و در لایه‌های پایین‌تر از ۲۰ سانتی‌متر فقط موجب کاهش مقاومت خاک به طور جزئی شده است. خنیفر و همکاران (Khanifer *et al.*, 2010) با بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و کیفی واریته‌های تجاری نیشکر گزارش دادند که عملکرد کمی و کیفی نیشکر در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری ندارد. عادل و همکاران (Adel *et al.*, 2014) با بررسی تأثیر سه روش خاک‌ورزی (مرسوم، کاهش‌یافته و کم‌خاک‌ورزی) بر عملکرد گندم، گزارش کردند که تیمار کم‌خاک‌ورزی برای گندم بالاترین عملکرد را دارد. حماد و داولبیت (Hammad & Dawelbeit, 2001) اثر خاک‌ورزی و شرایط مزرعه را بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد نیشکر در ایالت کنانای سودان مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که استفاده از گاوآهن چیزل در عمق ۲۰ سانتی‌متر، قبل از استفاده از دیسک، به طور معنی‌داری عملکرد نی را نسبت به روش‌های مرسوم خاک‌ورزی افزایش می‌دهد. یاداو و همکاران (Yadav *et al.*, 2004) می‌گویند نیشکر نیازمند آماده‌سازی و بستری مناسب برای رشد است. برزگر و همکاران (Barzegar *et al.*, 2000) اثر طولانی‌مدت خاک‌ورزی و کشت نیشکر را بر بافت خاک‌ها بررسی کردند. نجفی‌نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al.*, 2007) با بررسی روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و حداقل خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت نشان دادند که تیمار حداقل خاک‌ورزی و تیمار مرسوم به ترتیب با ۱۵/۹۶ و ۱۴/۹۴ تن در هکتار، بیشترین و کمترین عملکرد را داشته‌اند.

در خوزستان، اغلب کشت و صنعت‌ها از روش‌های مرسوم تهیهٔ بستر برای کشت نیشکر استفاده می‌کنند و در به کارگیری کم‌خاک‌ورزی در تولید محصول تردید دارند. برای حل مشکلات فوق و بررسی روش مناسب تهیهٔ زمین، کاهش انرژی مصرفی و هزینه‌ها و نیز برای بهبود شرایط خاک و با توجه به این نکته که عملیات خاک‌ورزی برای هر منطقه باید بر اساس شرایط خاص آن منطقه باشد، پرداختن به این تحقیق در جنوب خوزستان ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به رویکرد نوین و ضرورت‌های انتخاب سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی به جای روش‌های مرسوم، این پژوهش در نظر دارد علاوه بر بررسی عملکرد و واکنش نیشکر به روش‌های کم‌خاک‌ورزی و مقایسهٔ آن با روش مرسوم، تأثیر این روش‌ها را بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و نیز بر پارامترهای عملکردی ماشین بررسی کند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در کشت و صنعت حکیم فارابی، یکی از کشت و صنعت‌های هفت‌گانهٔ شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به مدت یک سال اجرا شد. کشت و صنعت حکیم فارابی در ۳۵ کیلومتری جاده اهواز- آبادان و در شرق رودخانهٔ کارون و شرق جادهٔ اهواز – آبادان واقع شده است. مساحت این کشت و صنعت ۱۲۰۰۰ هکتار است که ۱۰۰۰۰ هکتار آن زیر کشت نیشکر است (شکل ۱).

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل اجرای تحقیق
Fig. 1- Location of the research site

این پژوهش در مزرعه نیشکر S3-24 با رقم نیشکر CP-69 اجرا شد. به منظور تعیین ویژگی‌های اولیهٔ خاک، قبل از اجرای تیمارها، از پنج نقطهٔ محل اجرای طرح از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری نمونه‌های مجزا برداشت و از ترکیب نمونه‌ها یک نمونهٔ مرکب تهیه شد.

کلیهٔ مراحل تهیهٔ بستر و کشت به ترتیب شامل این عملیات بودند: تسطیح (با دستگاه اسکریپر لیزری)، خاک‌ورزی خاص هر تیمار، دیسک‌زنی عمود بر هم، مالچ‌کشی، ایجاد فاروها برای کشت، کودریزی (کود پایه)، کشت دستی قلمه، پوشش ماشینی قلمه، سمپاشی پیش‌رویشی، آماده کردن مسیر آبیاری با دستگاه گریدر، شروع آبیاری، داشت (آبیاری + کنترل محصول در برابر آفات و علف‌های هرز)، خاک دادن پای بوته (هیلینگ‌آپ) و کوددهی سرک.

طرح آزمایش در این مطالعه بلوک‌های کامل تصادفی بود که با چهار تیمار و در سه تکرار اجرا شد. هر دو مرحله زیرشکنی تیمار اول و نیز مرحلهٔ اول زیرشکنی تیمار چهارم با بولدوزر مدل

D8، و تمام عملیات خاک‌ورزی آلپگو و ناردی تیمارهای دوم و سوم، و نیز مرحله دوم زیرشکنی تیمار چهارم با تراکتور مسی‌فرگوسن ۲۱۰ اسب بخار مدل ۸۱۶۰ اجرا شد. مراحل اجرای تیمارها به شرح زیر بودند:

- تیمار اول (T1): زیرشکن مرحلهٔ اول + زیرشکن مرحلهٔ دوم (عملیات مرسوم)،
- تیمار دوم (T2): خاک‌ورز مرکب آلپگو،
- تیمار سوم (T3): خاک‌ورز مرکب ناردی،
- تیمار چهارم (T4): زیرشکن مرحلهٔ اول (بولدوزر D8) + زیرشکن مرحلهٔ دوم (مدل آهنگری خراسان).

هر تکرار (کرت) در ۸۰ متر عرض معادل ۴۴ فارو (ردیف) با عرض کار هر فارو ۱/۸۳ متر (فاصله ردیف‌ها) و ۲۴۷ متر طول اجرا شد و مساحت کل هر تکرار ۲ هکتار بود. بنابراین، برای ۱۲ کرت موجود ۲۴ هکتار اختصاص داده شد. جدول ۱ و شکل ۲ مشخصات فنی ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات فنی ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده

Table 1 - Technical specifications of machines and tools used in experimental fields

ردیف Row	نام ماشین Machine	مدل Model	نام سازنده Manufacturer	توان کششی Tensile strength	عرض کار (متر) Working width (m)	تعداد شنگ‌ها Number of Shengs	فاصلهٔ شنگ‌ها (سانتی‌متر) Sheng distance (cm)	عمق کار (سانتی‌متر) Working depth (cm)
1	تراکتور Tractor	8160	مسی فرگوسن Messi Ferguson	210	-	-	-	-
2	بلدوزر Bulldozer	D 8	کاتر پیلار Caterpillar	360	3	3	100	70-80
3	زیرشکن Subsoiler	خراسان Khorasan	آهنگری خراسان Khorasan Blacksmith	210	2.5	2.5	50	50-60
4	خاک‌ورز مرکب Compound tillage devices	آلپگو Alpego	شرکت آلپگو ایتالیا Italian Alpego Company	210	2.5	2.5	50	55-60
5	خاک‌ورز مرکب Compound tillage devices	ناردی Nardi	شرکت ناردی ایتالیا Italian Nardi Company	210	2.5	2.5	50	45-50

تیمارها از نظر ویژگی‌های کمی (شامل ارتفاع و عملکرد نیشکر)، از نظر ویژگی‌های کیفی (شامل بریکس شربت و درجهٔ خلوص)، از نظر ویژگی‌های خاک (شامل میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری و میزان مقاومت خاک)، و از نظر پارامترهای عملکردی (شامل میزان مصرف سوخت و زمان عملیات) و هزینهٔ عملیات ارزیابی شدند.

به منظور اندازه‌گیری عملکرد نیشکر، محصول سه فارو (۰/۱۳۵ هکتار) از هر کرت به روش برداشت ماشینی (هاروستر) بریده و پس از انتقال با سبد حمل نی به باسکول کارخانه، وزن شد. برای تعیین ارتفاع ساقه، از هر فارو کرت فاروهای وسط کرت‌ها، ۳ نقطه و در مجموع ۳۰ نقطه ارتفاع بوته با میلهٔ مدرج، اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه شد.

درصد مواد جامد محلول در عصارهٔ نیشکر را بریکس می‌گویند. برای اندازه‌گیری بریکس شربت، با قرار دادن چند قطره از عصارهٔ اولیه روی منشور دستگاه بریکس‌متر، درپوش صفحه بسته می‌شود و بعد از فشار دادن دکمه قرائت، مقدار بریکس روی صفحهٔ نمایشگر دستگاه نمایان خواهد شد (شکل ۳) (Abo El-Hamd *et al.*, 2013).

شکل ۲- نمایی از ادوات به‌کار رفته در مطالعهٔ حاضر

Fig. 2- A view of the technical components of the devices used in the present study

شکل ۳- نمایی از دستگاه بریکس‌متر

Fig. 3 - View of the brix meter

به منظور تعیین درجهٔ خلوص شربت نیشکر، بر اساس بریکس قرائت شده، از جدول‌های مربوط پل فاکتور به دست می‌آید و در پل قرائت شده ضرب می‌شود تا پل حقیقی به دست آید. پل حقیقی در ۱۰۰ ضرب و بر بریکس تقسیم می‌شود تا درجهٔ خلوص شربت محاسبه گردد (رابطهٔ ۱) (Kumar *et al.*, 2015).

$$Pty\% = \frac{pol \times polfactor \times 100}{Brix} \quad (۱)$$

که در آن،

Pol = عددی که با دستگاه پلاریمتر قرائت می‌شود؛ *Polfactor* = عددی که به کمک جدول و عدد Brix به دست می‌آید؛ *Brix* = عددی که با بریکس‌متر قرائت می‌شود؛ و *Pty%* = درجهٔ خلوص

شربت نیشکر.

برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک، بعد از آبیاری دوم از رینگ‌های فلزی مخصوص به منظور اخذ نمونهٔ دست نخوردهٔ خاک استفاده شد. نمونه‌های دست نخوردهٔ مربوط به عمق‌های صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس در آون خشک شدند و با استفاده از رابطهٔ ۲ جرم مخصوص ظاهری خاک محاسبه شد (Afzalinia *et al.*, 2020).

$$BD = \frac{Wd}{V} \qquad (۲)$$

که در آن،

BD= جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)؛ Wd = جرم خاک خشک (گرم)؛ و V = حجم استوانه (سانتی‌متر مکعب).

به منظور اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری پس از عملیات خاک‌ورزی از الک‌های مخصوص عبور داده شد و از رابطهٔ ۳ مقدار آن مشخص شد (Barzegar *et al.*, 2000).

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \frac{wi}{w} \times Di \qquad (۳)$$

که در آن،

MWD= میانگین وزنی قطر ذرات خاک (سانتی‌متر)؛ Wi= وزن روی هر الک (گرم)؛ W= وزن کل خاک نمونه‌برداری شده (گرم)؛ و Di= قطر هر الک (سانتی‌متر).

برای اندازه‌گیری مقاومت به نفوذ خاک از دستگاه فروسنج مخروطی مدل Eijkelkamp ساخت کشور هلند استفاده شد. این دستگاه قادر است مقاومت مکانیکی خاک را تا ۱۰ مگاپاسکال اندازه‌گیری کند. نوک این دستگاه از یک مخروط با زاویه رأس ۳۰ درجه و قطر ۱۲/۸۳ میلی‌متر ساخته شده و طبق معیار انجمن مهندسین زراعی آمریکا استفاده گردید (Anon, 1995). در این تحقیق، مقاومت به نفوذ در عمق‌های صفر تا ۳۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در زمان گاورو بودن مزرعه و پس از آبیاری دوم اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت تیمارهای آزمایشی از روش باک پر استفاده گردید. بدین ترتیب که با پر کردن مخزن سوخت در آغاز و پس از اتمام هر عملیات در مساحت مشخص، مقدار سوخت مصرف شده بر حسب لیتر در هکتار محاسبه گردید (Almassi *et al.*, 2014). برای اندازه‌گیری زمان عملیات، نیز یک مساحت خاص (۰/۲ هکتار)، مشخص شد و با کرنومتر زمان عملیات ثبت و به ساعت برای هر هکتار تبدیل شد (Almassi *et al.*, 2014). هزینهٔ عملیات هر تیمار در روش‌های مختلف عملیات خاک‌ورزی بر اساس قیمت‌های مصوب شرکت محاسبه شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی خاک

ویژگی‌های اولیهٔ خاک، قبل از اجرای تیمارها، شامل مواد آلی ۰/۱۸ درصد، نیتروژن خاک ۰/۷۴ درصد، هدایت الکتریکی ۲/۸۹ دسی‌زیمنس بر متر، pH برابر ۸/۱۱ و جرم مخصوص حقیقی ۲/۴۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

تجزیهٔ نتایج به دست‌آمده از ویژگی‌های فیزیکی خاک در اثر اجرای تیمارهای مورد ارزیابی نشان می‌دهد تیمارها از نظر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری دارند. تیمارها از نظر جرم مخصوص ظاهری فقط در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، در سطح ۱ درصد، و در مقاومت به نفوذ فقط در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۳).

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه

Table 2- Chemical and physical properties of farm soil

بافت خاک Soil texture	رطوبت خاک (درصد) Soil moisture (%)	مواد آلی (درصد) Organic matter (%)	نیتروژن خاک (درصد) Soil nitrogen (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS m^{-1})	pH	جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density (gr cm^{-3})
شنی رسی لومی Sandy clay loam	11	0.18	0.74	2.89	8.11	2.44

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس تأثیر روش خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک

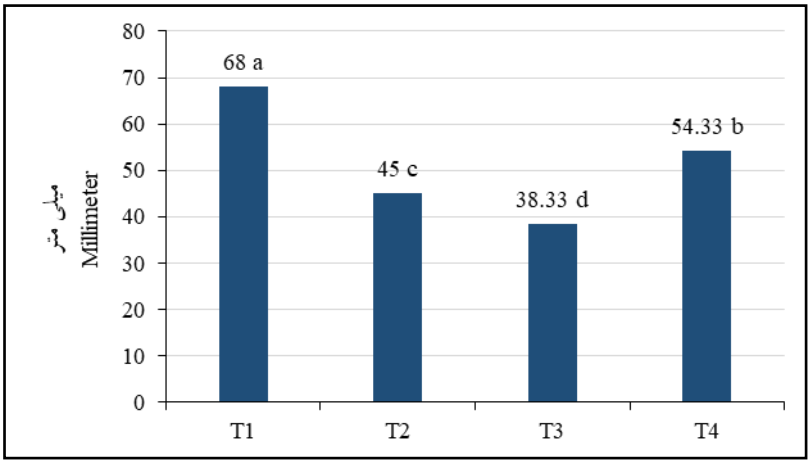
Table 3- Analysis of variance of the effect of tillage method on physical properties of soil

منابع تغییرات S.O.V	درجهٔ آزادی df	میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها Weight average diameter of lumps	جرم مخصوص ظاهری Bulk density		مقاومت به نفوذ Penetration resistance	
			عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر Depth 0-30 cm	عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر Depth 30-60 cm	عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر Depth 0-30 cm	عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر Depth 30-60 cm
تیمار Treatment	3	495.86**	0.12 ns	0.03**	0.004**	0.0006 ns
بلوک Block	2	28.08*	0.10 ns	0.0008 ns	0.0001 ns	0.0002 ns
خطا Error	6	0.52	0.07	0.0003	0.0006	0.002
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (٪)		6.41	2.52	1.45	0.89	4.16

*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns: اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

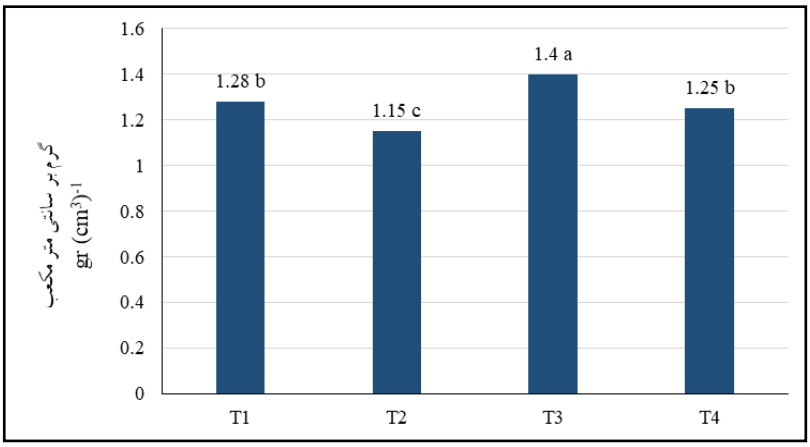
*:The difference is significant at the 5% level. **: The difference is significant at the level of 1%. ns: No significant difference.

شکل‌های ۴ تا ۶ مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک را نشان می‌دهد که در این مطالعه اختلاف معنی‌داری داشته‌اند. شکل ۴ نشان می‌دهد که بیشترین میزان میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در تیمار یک (عملیات مرسوم) با ۶۸ میلی‌متر و کمترین آن در تیمار سوم، خاک‌ورز مرکب ناردی، با ۳۸/۳۳ میلی‌متر دیده می‌شود. با توجه به شکل ۵ بیشترین میزان میانگین جرم مخصوص ظاهری در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر در تیمار سوم (خاک‌ورز مرکب ناردی) با ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و کمترین آن در تیمار دوم، خاک‌ورز آلپگو، با ۱/۱۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب دیده می‌شود. شکل ۶ نشان می‌دهد بیشترین میزان مقاومت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در تیمار یک (عملیات مرسوم) با ۱/۱۶ گرم بر سانتی‌متر مربع و کمترین آن در تیمار دوم، خاک‌ورز آلپگو ، با ۱/۰۷ گرم بر سانتی‌متر مربع است.



شکل ٤- مقایسهٔ میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها ناشی از تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

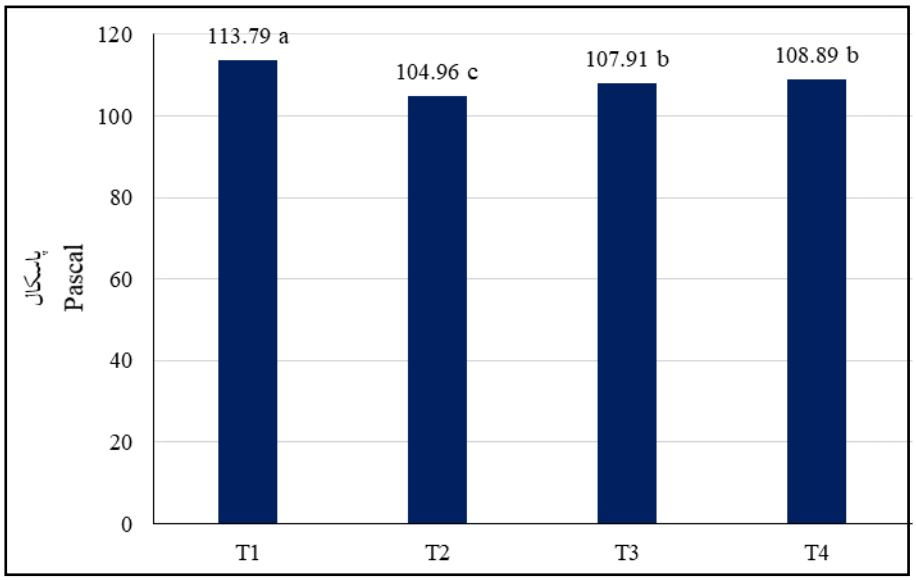
Fig. 4- Comparison of weight average diameter of lumps due to different tillage treatments



شکل ٥- مقایسهٔ میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ٦٠-٣٠ سانتی‌متر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

Fig. 5 - Comparison of the average soil bulk density at a depth of 30-60 cm of different tillage treatments

معنی‌دار شدن میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها را می‌توان بیشتر به منضمات ادوات مورد استفاده در تیمارهای خاک‌ورزی مورد ارزیابی نسبت داد. به عبارتی دیگر، در سیستم‌های خاک‌ورزی شدید (تیمار اول، دو بار زیرشکنی با بولدوزر، و تیمار چهارم، زیرشکنی بار اول با بولدوزر و بار دوم با تراکتور سنگین)، اگر چه زیرشکنی در دو مرحله اجرا می‌شود ولی به این زیرشکن‌ها ابزار شکستن کلوخ وصل نیست. در مقابل، سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی (تیمار دوم، خاک‌ورز آلپگو، و تیمار سوم، خاک‌ورز ناردی) هر یک دارای منضمات، دو چنگه غلتکی در آلپگو، و دو ردیف دیسک در ناردی، برای خرد کردن کلوخ است (شکل ۳). از این‌رو داشتن کلوخ کوچک‌تر در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و خصوصا داشتن کمترین قطر کلوخ در تیمار خاک‌ورز ناردی با توجه به قدرت دنبالهٔ دیسک در خردکردن کلوخه‌ها منطقی است.



شکل ٦- مقایسهٔ میانگین مقاومت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

Fig. 6- Comparison of average soil resistance at a depth of 0-30 cm of different tillage treatments

تغییر در میزان جرم مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر تغییرپذیری فضای خاک است. اغلب مطالعات برای سنجش میزان تراکم خاک یا سنجش میزان بهبودی خاک، براساس جرم مخصوص ظاهری خاک و نیز مقاومت نفوذی خاک است. وقتی میزان جرم مخصوص ظاهری به بیشتر از ۱/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب برسد، می‌تواند بیان‌کنندهٔ آغاز تراکم خاک باشد. در صورتی‌که این میزان به ۱/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب برسد رشد ریشه محدودتر یا متوقف می‌شود. در واقع ترددهای پی در پی ماشین‌ها در زمین‌های مرطوب عامل مهم در این مسئله است (Merten *et al.*, 2015). جرم مخصوص ظاهری بین ۱/۵ تا ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب رشد ریشه‌ها را در خاک‌هایی با بافت لوم شنی محدود می‌کند، باک لابریول و همکاران (Bacq-Labreuil *et al.*, 2018) در خاک‌هایی با بافت لوم رسی در جرم مخصوص ظاهری ۱/۷ گرم بر متر مکعب نتایج مشابهی گزارش داده‌اند. در این تحقیق هیچ یک از تیمارها به حد بحرانی تراکم، که بر عملکرد تأثیر داشته باشد، نرسیده است (شکل ۵). به نظر می‌رسد در سیستم‌های خاک‌ورزی شدید (تیمارهای اول و چهارم)، به دلیل دو بار استفاده ادوات سنگین، افزایش جرم مخصوص ظاهری قابل انتظار هست اما در تیمار سوم (خاک‌ورز ناردی) دلیل به دست آمدن بیشترین جرم مخصوص ظاهری، در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری، با وجود یک مرحله‌ای بودن عملیات، به عمق کمتر کار این ابزار برمی‌گردد (جدول ۲). به عبارتی دیگر، بخشی از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر مورد ارزیابی بدون دسترسی به این خاک‌ورز بوده و تحت فشار بیشتری قرار گرفته است. در مقابل، خاک‌ورز آلپگو، با وجود یک مرحله‌ای بودن عملیات، عمق کار آن تا ۶۰ سانتی‌متر بوده (جدول ۲) و کمترین جرم مخصوص ظاهری در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر را به دست داده است.

با توجه به نتایج به دست آمده، مقاومت به نفوذ خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری معنی‌دار شده است و این مسئله و در این عمق با توجه به بحث میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها تحلیل می‌شود. به سخنی دیگر، سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی (تیمارهای دوم و سوم) به دلیل داشتن دنباله کلوخ خردکن، علاوه بر به جا گذاشتن کلوخه‌هایی با قطرکمتر، با

مقاومت به نفوذ کمتری مواجه بودند. البته انتظار می‌رفت که در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری، با توجه به تفاوت تیمارها و سیستم‌های خاک‌ورزی از نظر تعداد زیرشکنی و نیز تا حدودی عمق، اختلاف معنی‌دار می‌شد ولی نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که اختلاف تیمارها در این خصوصیت به قدری نبوده است که بر خطاهای احتمالی فائق بیاید.

پارامترهای عملکردی

بر اساس نتایج تجزیهٔ واریانس، هر سه متغیر مصرف سوخت، زمان عملیات و هزینهٔ عملیات تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی، اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۴).

جدول ٤- تجزیهٔ واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای عملکردی و هزینهٔ عملیات

Table 4- Analysis of variance of the effect of different treatments on performance parameters and operating costs

منابع تغییرات S.O.V	درجهٔ آزادی df	پارامترهای عملکردی Performance parameters		هزینهٔ عملیات Cost of operation
		میزان مصرف سوخت Fuel consumption amount	زمان عملیات Operation duration	
تیمار Treatment	3	16.44**	23.56**	57000000**
بلوک Block	2	22.75**	0.08 ns	3600 ns
خطا Error	6	2.19	0.04	100000
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		1.32	4.52	12.82

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns: اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

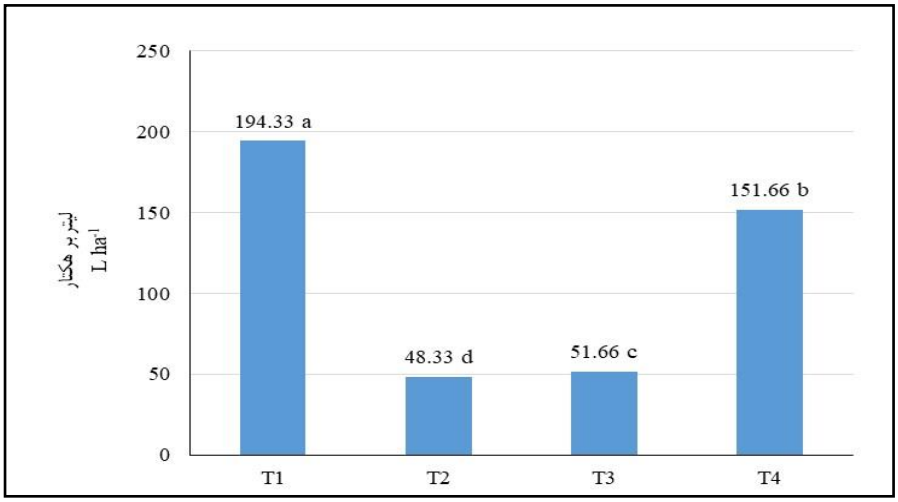
**: The difference is significant at the level of 1%. ns: No significant difference

شکل‌های ۷، ۸ و ۹ مقایسهٔ میانگین تأثیر تیمارهای مختلف را بر میزان مصرف سوخت، زمان و هزینهٔ اجرای عملیات نشان می‌دهد. این اشکال نشان می‌دهند که کمترین میزان سوخت، زمان و هزینهٔ عملیات در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی (تیمارهای دوم و سوم) و بیشترین آنها در سیستم‌های خاک‌ورزی شدید (تیمارهای اول و چهارم) است. از عوامل افزایش زمان، هزینه و سوخت در روش‌های خاک‌ورزی شدید می‌توان به تعداد بیشتر مراحل و تا حدودی عمق کار بیشتر اشاره کرد.

ویژگی‌های کمی و کیفی

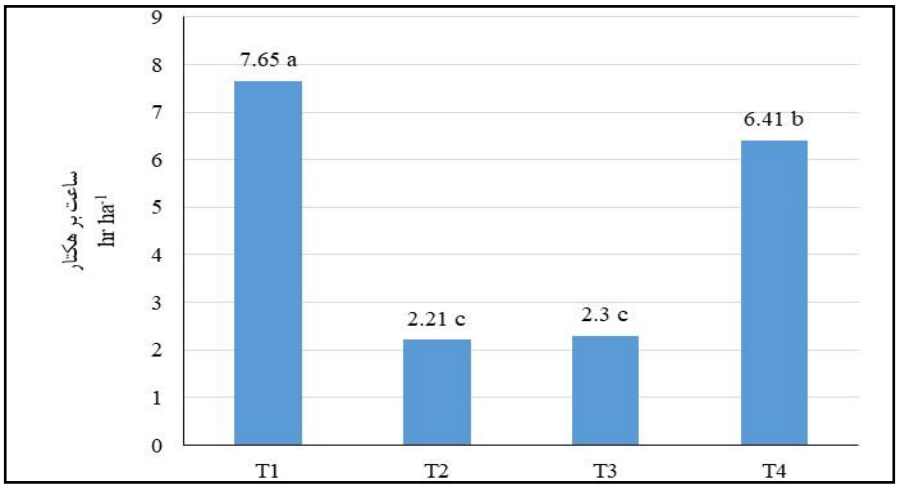
همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، نتایج ویژگی‌های کمی و کیفی مرتبط با عملکرد نیشکر شامل ارتفاع نیشکر، عملکرد نیشکر، بریکس شربت و درجهٔ خلوص، تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی قرار نمی‌گیرد و تیمارهای مورد ارزیابی از این لحاظ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۶ مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود هیچ یک از ویژگی‌های کمی و کیفی اختلاف معنی‌داری با هم ندارد.



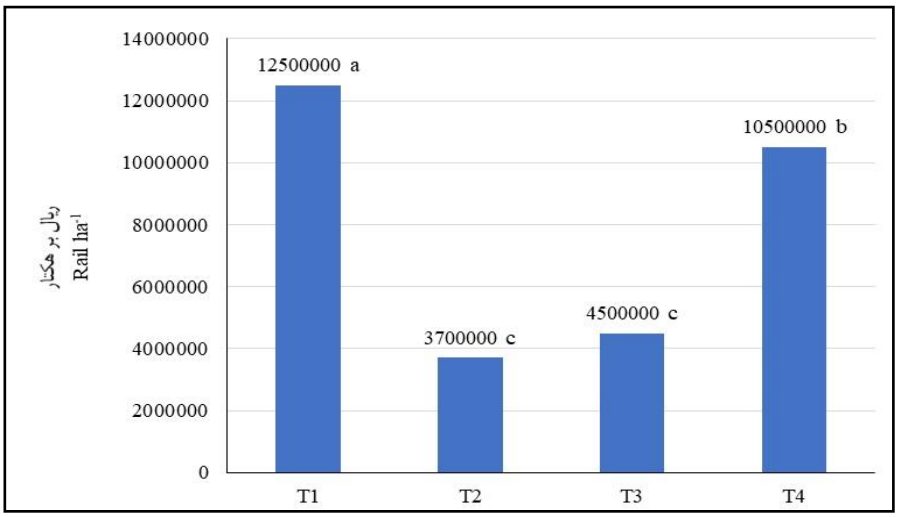
شکل ۷- مقایسهٔ میانگین میزان مصرف سوخت ناشی از تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

Fig. 7- Comparison of average fuel consumption in different treatments



شکل ۸- مقایسهٔ میانگین زمان عملیات ناشی از تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

Fig. 8- Comparison of average operating duration in different treatments



شکل ۹- مقایسهٔ میانگین میزان هزینهٔ عملیات ناشی از تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

Fig. 9 - Comparison of the average cost of operations in different treatments

جدول ۵- تجزیهٔ واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های کمی و کیفی نیشکر

Table 5 - Analysis of variance of the effect of different treatments on quantitative and qualitative characteristics of sugarcane

منابع تغییرات S.O.V	درجهٔ آزادی df	ارتفاع نیشکر Sugarcane height	عملکرد Yield	بریکس شربت Brix Syrup	درجهٔ خلوص Degree of purity
تیمار Treatment	3	47.22 ns	10.30 ns	1.71 ns	2.12 ns
بلوک Block	2	1236.08 ns	5.82 ns	2.13 ns	2.66 ns
خطا Error	6	1139.63	17.30	1.78	1.67
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		14.63	4.19	8.07	7.53

ns: اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. ns: No significant difference

جدول ٦- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی تیمارهای مختلف*

Table 6- Comparison of average quantitative and qualitative characteristics of different treatments*

تیمار Treatment	ارتفاع نیشکر (سانتی متر) Sugarcane height (cm)	عملکرد (تن بر هکتار) Yield (ton ha^{-1})	بریکس شربت (درصد) Brix Syrup (%)	درجه خلوص (درصد) Degree of purity (%)
T1	227.33 a	98.00 a	18.38 a	91.51 a
T2	236.00 a	102.00 a	19.95 a	93.85 a
T3	238.67 a	98.33 a	19.87 a	92.36 a
T4	235.67 a	98.67 a	18.96 a	90.64 a

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

*:In each column, the difference between the means with at least one common letter is not significant.

تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر ویژگی‌های کمی عملکرد محصولات مختلف، منوط به توانایی این روش‌ها در تغییرات شرایط و ویژگی‌های خاک است. اکثر منابع بر ضرورت پایش اثر روش‌های خاک‌ورزی شدید و حفاظتی در زمانی چند ساله تاکید دارند. منابع معتبری که سیستم‌های خاک‌ورزی را در دورهٔ بلندمدت رصد کرده‌اند گاه به کمتر شدن عملکرد در روش‌های کم‌خاک‌ورزی، نسبت به روش‌های خاک‌ورزی شدید مرسوم در سال‌های ابتدایی تحقیق، و افزایش این عملکرد در طول سال‌های بعدی اذعان کرده‌اند (Sannigrahi *et al.*, 2020). به عبارتی دیگر، در طول زمان، تغییرات مثبت ویژگی‌های فیزیکی خاک که در اثر سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و با تردد کمتر به‌وجود آمده به حالتی تا حدودی پایدار رسیده و در ویژگی‌های کیفی خاک همچون فعالیت میکروارگانیسم‌ها و درصد مواد آلی تأثیر ایجابی داشته‌است و نتایج عملکرد به نفع سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی سوق پیدا می‌کنند. در این تحقیق نیز تمام ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی (تیمارهای دوم و سوم) نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم شدید (تیمارهای اول و چهارم) بهتر بوده است و انتظار می‌رود با تداوم

به کارگیری سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی، نتایج عملکرد کمی به نفع آنها افزایش یابد. با وجود معنی‌دار نشدن اختلاف در عملکرد کمی بین تیمارها، انتظار می‌رود در دوره‌های بعدی خاک‌ورزی، به واسطهٔ در پیش گرفتن سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی، اثر اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک آشکار شود. در این دوره نیز خاک‌ورز مرکب آلپگو، با توجه به کسب بهترین ویژگی‌های فیزیکی خاک، با اختلاف کم، عملکرد کمی بیشتری نسبت به سایر تیمارها به دست داده است. از نظر عملکرد کیفی نیشکر اختلاف معنی‌داری در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در واقع اثر تیمارهای خاک‌ورزی، در زمان کوتاه، بر بریکس و درجهٔ خلوص نیشکر معنی‌دار نیست و در جدول‌ها و نتایج به دست آمده این مسئله دیده می‌شود. اما تحلیل این‌گونه است که روش‌های خاک‌ورزی با توجه بر تأثیر آنها بر مقاومت خاک، جرم مخصوص ظاهری و دانه‌بندی خاک، بتوانند بر میزان تهویه و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و نیز فعالیت ریشه تأثیر بگذارند و بر ویژگی‌های کیفی همچون بریکس و درجهٔ خلوص مؤثر باشند که نتایج به دست آمده این تأثیر را نشان نمی‌دهند. دلیل معنی‌دار نبودن این تفاوت‌ها را می‌توان به تأثیر بیشتر صفات کیفی از ژنتیک گیاه و واریتهٔ آن، تغذیه و تا حدودی تغییرات دمایی و رطوبتی نسبت داد (Kumar *et al.*, 2015).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای مختلف (سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی) تأثیری بر اجزای عملکرد نیشکر (ویژگی‌های کمی و کیفی) ندارند، یعنی اجزای عملکرد نیشکر تحت تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی قرار نمی‌گیرند. ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی قرار گرفتند و در تمامی تیمارها سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی شدید (مرسوم) بهترند و میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری خاک و مقاومت خاک را کاهش می‌دهند. تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای عملکردی سوخت و زمان و نیز بر هزینهٔ اجرای عملیات معنی‌داری است. بیشترین میزان مصرف سوخت، زمان و هزینه در سیستم‌های خاک‌ورزی شدید و کمترین آنها در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی دیده می‌شود.

با توجه به بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای مورد مطالعه، مشاهده می‌گردد که کاربرد سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی ضمن حفظ درآمد، از هزینه‌ها می‌کاهند و بهبود شرایط خاک مزرعه را در پی دارند. بنابراین، در شرایط مشابه، سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی خصوصا خاک‌ورز آلپگو می‌تواند به عنوان سیستم خاک‌ورزی جایگزین در مزارع نیشکر پیشنهاد گردد.

مراجع

Abo El-Hamd, A. S., Bakheet, M. A., & Gadalla, A. F. I. (2013). Effect of Chemical Ripeners on Juice Quality, Yield and Yield Components of Some Sugarcane Varieties under the Conditions of Sohag Governorate. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences (JAES), 34*(2), 1458-1464.

Adel, A., Rajaei, N., & Farsinazhad, K. (2014). The effect of different tillage methods and crop residue management on wheat yield and yield components. *Plant ecophysiology, 16*, 27-37.

Afzalinia, S., Karami, A., & Alavimanes, S. M. (2020). Effects of tillage systems on soil properties, fuel consumption, and wheat yield in the wheat-sesame rotation. *Soil and Water Science, 33*, 441-455.

Almassi, M., Kiani, Sh., & Loveimi, N. (2014). Principles of Agricultural Mechanization. Fifth Ed. Gofteman Andishie Moaser Pub. (in Persian)

Anon. (1995). Soil cone penetrometer. *ASAE standard S313.2*. Agricultural Engineering Year Book.

Anon. (2018). Food and Agriculture Organization (FAO). http://www.fao.org.

Bacq-Labreuil, A., Crawford, J., Mooney, S. J., Neal, A. L., Akkari, E., McAuliffe, C., Zhang, X., Redmile-Gordon, M., & Ritz, K. (2018). Effects of cropping systems upon the three-dimensional architecture of soil systems are modulated by texture. *Geoderma, 332,* 73-83.

Barzegar, A. R., Asoodar, M. A., & Ansari, M. (2000). Effectiveness of sugarcane residue incorporation at different water contents and the Proctor compaction loads in reducing soil compactibility. *Soil and Tillage Research, 57*(3), 167-172.

Hammad, E, A., & Dawelbeit, M, I. (2001). Effect of tillage and field condition on soil physical properties, cane and sugar yields in vertisols of kenana sugar estate, Sudan. *Soil and Tillage Journal*, *62*(3-4), 101-109.

Hiedari, A., & Rezvani, M. (2003). Effect of subsoiling on quantitative and qualitative yield of potatoes in three irrigation cycles (Research Report). Agricultural Research, Education and Extension Organization. (in Persian)

Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., & Chau, K. W. (2019a). Combined life cycle assessment and artificial intelligence for prediction of output energy and environmental impacts of sugarcane production. *Science of the Total Environment, 664*, 1005-1019.

Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., & Chau, K. W. (2019b). Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. *Energy, 181*, 1298-320.

Khanifer, H., Ghasemipour, A., & Hashemi, M. H. (2010). *Investigation of the effect of plowing and cultivator operation in sugarcane ratoon farms. Proceedings of the Sixth National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization*. Sep. 15. Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. Karaj. (in Persian)

Kumar, R., Saha, S. K., & Mendiratta, S. K. (2015). Effect of feeding sugarcane press mud on carcass traits and meat quality characteristics of lambs. *Veterinary World, 8*, 793-797.

Lampurlanes, J., Plaza-Bonilla, D., Alvaro-Fuentes, J., & Cantero-Martínez, C. (2016). Longterm analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field Crops Research, 189*, 59-67.

Mehrdadian, A., Asoodar, A., & Abbasi, F. (2011). Effect of sugarcane harvest machinery traffic on soil compaction in south west of khuzestan. *Journal of Agricultural Engineering. 13*, 1-14. (in Persian)

Merten, G. H., Araújo, A. G., Biscaia, R. C. M., Barbosa, G. M. C., & Conte, O. (2015). No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. *Soil Tillage Research, 152*, 85-93.

Najafinezhad, A., Javaheri, M. A., Gheibi, M., & Rostamia, M. A. (2007). Influence of tillage practices on the grain yield of maize and some soil properties in maize-wheat cropping system of Iran. *Journal of Agriculture and Social Science, 3*(3), 1813-2235.

Radford, B. J., Yule, D. F., McGarry, D., & Playford, C. (2006). Amelioration of soil compaction can take 5 years on a Vertisol under no till in the semi-arid subtropics. Soil and Tillage Research. *Soil and Tillage Research, 82*, 57-64.

Sannigrahi, S., Chakraborti, S., Banerjee, A., Rahmat, S., Bhatt, S., Jha, S., Singh, L. K., Paul, S. K., & Sen, S. (2020). Ecosystem service valuation of a natural reserve region for sustainable management of

natural resources. *Environmental and Sustainability Indicators, 5*, 100014. https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100014.

Wang, J., Lin, H., Sun, W., Xia, Y., Ma, J., Fu, J., Zhang, Z., Wu, H., & Qian, M. (2016). Variations in the fate and biological effects of sulfamethoxazole, norfloxacin and doxycycline in different vegetable-soil systems following manure application. *Journal of Hazardous Materials, 304,* 49-57.

Yadav, R, N, S., Chaudhuri, D., Sharma, M. P., Singh, P, R., & Kamthe, S, D. (2004). Evaluation, refinement and development of tractor operated sugarcane cutter planters. *Sugar Technology Journal, 6* (l&2), 5-14.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.22/No.80/Winter 2022/P:17-32
Journal Home Page: https://amsr.areeo.ac.ir

Research Paper

Evaluation of the Effect of Reduced and Conventional Tillage Methods on Machine Performance Parameters, Soil Properties and Quantitative and Qualitative Efficiency of Sugarcane

H. Naseri, M. Gholami Parashkoohi*, I. Ranjbar and D. Mohammad Zamani

*Corresponding Author: Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran. Email: gholamihassan@yahoo.com
Received: 24 December 2020, Accepted: 9 March 2021
http://doi: 10.22092/AMSR.2021.353026.1373

Abstract

This research was carried out in Hakim Farabi Agro-Industry Company located in 35 km of Ahvaz-Abadan road in the years 2016 to 2018 by the method of random complete blocks design and was performed in three replications. The comparative treatments included 1- using the subsoil twice D8 bulldozer (conventional operation), 2- Alpego composite tillage, 3- Nardi composite tillage and 4- subsoil using D8 bulldozer + Khorasan forging tractor subsoil. The results of this study showed that there was no significant difference between different treatments in terms of yield components (quantitative and qualitative indices of sugarcane). Also, different treatments had a significant effect on soil physical properties and performance parameters. In stem height, yield, syrup brix and purity, the highest values related to the second treatment, with 236 cm, 102 t ha-1, 19.95% and 93.85%, respectively, and in the weight average of the diameter of the lumps, specific mass apparent, at depths of 30 to 60, soil resistance at depths of 0-30 cm, fuel consumption and operating time, the lowest values, respectively, related to the third treatment with 38.33 mm, the second treatment with 1.15 gr$(cm^3)^{-1}$ The second treatment was 104.96 pascal, the second treatment was 48.33 liters per hectare, and the second treatment was 2.21 hours.

Keywords: Conservation Tillage, Performance Parameters, Tillage, Yield Indicators

© 2022 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)