پیامد مخلوط سازی کود دامی با روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر چگالی ظاهری و ویژگی‌های شیمیایی خاک و عملکرد چغندرقند

علیرضا یزدان پناه [۱*] ، محمدرضا بختیاری [۲]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۲/۰۲)

چکیده:

به منظور تعیین مناسب‌ترین میزان مصرف کود دامی و تعیین روش مناسب خاک‌ورزی جهت مخلوط سازی کود دامی با خاک، بر بهبود چگالی ظاهری و ویژگی‌های شیمیایی خاک و همچنین عملکرد چغندرقند، تحقیقی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های نواری با سه تکرار اجرا شد. کود آلی از منبع کود گاوی به میزان ۰ ، ۲۰ و۴۰ تن در هکتار و روش‌های خاک‌ورزی شامل پنج روش، استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به عنوان خاک‌ورز مرسوم (شاهد)، گاوآهن مرکب، شش خیش، پنجه غازی و سیکلوتیلر بود. پس از هر سال آزمایش، خصوصیات فیزیکی خاک مانند چگالی ظاهری خاک، ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند کربن آلی خاک، فسسفر و پتاسیم قابل جذب خاک و عملکرد کمی و برخی ویژگی‌های کیفی چغندرقند مانند درصد عیار قند و تعداد ریشه در هکتار اندازه‌گیری شد. تجزیه نتایج دو ساله نشان داد که تیمارهای مصرف کود گاوی موجب افزایش مقدار محصول چغندرقند و بهبود خواص فیزیکی خاک مانند کاهش چگالی ظاهری و میزان فشردگی خاک می‌شود. همچنین با استفاده از ماشین‌های خاک‌ورزی ثانویه مانند سیکلوتیلر و پنجه غازی در زراعت چغندرقند، می‌توان موجب مخلوط شدن بهتر کود دامی با خاک و بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش عملکرد محصول و افزایش مقدار عیار قند شد. بطور کلی استفاده از سیکلوتیلر و پنجه غازی ضمن کاهش چگالی ظاهری خاک، عملکرد و درصد عیار قند را در محصول چغندرقند افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، چگالی ظاهری، خاک‌ورزی، کود دامی، ویژگی‌های شیمیایی خاک

یزدان پناه، ع. ر.، بختیاری، م. ر. ۱۴۰۲. پیامد مخلوط سازی کود دامی با روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر چگالی ظاهری و ویژگی‌های شیمیایی خاک و عملکرد چغندرقند. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۱. شماره ۳. صفحه: ۸۸-۹۷.

۱- عضو هیات علمی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

* پست الکترونیک: yazdanpanah2@yahoo.com

مقدمه

سطح زیر کشت چغندرقند در استان همدان حدود ۴ هزار هکتار بوده و کل تولید استان حدود ۱۷۰ هزار تن در سال است (آمار نامه کشاورزی استان همدان در سال ۹۶-۱۳۹۵). در آسیا ۳/۶۳ مگا بیلیون تن و در کل جهان ۲۸/۵۲ مگا بیلیون تن از این محصول در سال ۲۰۱۹ تولید شده است (طبق آمار FAO). اگر مواد آلی، هنگام جوانه‌زنی بذر چغندرقند در ناحیه سطحی خاک قرار گیرند، به دلیل پوک شدن خاک سطحی می‌تواند باعث افزایش عملکرد محصول شوند. همچنین با افزودن مواد آلی خاک در عمق مناسب، می‌توان تهویه و ظرفیت نگهداری آب خاک را افزود که آن نیز به نوبه خود دارای اهمیت زیادی در افزایش عملکرد است. در روش سنتی خاک‌ورزی که از گاوآهن برگردان‌دار استفاده می‌شود، کود دامی به صورت مناسبی با خاک مخلوط نمی‌شود بلکه به صورت یک لایه در عمق حدود ۲۵ تا ۳۵ سانتیمتری خاک قرار گرفته و از پیامدهای مثبت آن به علت جایگذاری نامناسب، کاسته می‌شود. حاج عباسی و همکاران (Hajabbasi *et al*., 2003) تاثیر مدیریت‌های مختلف خاک بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن را گزارش کرده‌اند. بیشتر این تاثیرات می‌تواند از طریق تاثیر عملیات مختلف خاک‌ورزی بر ساختمان خاک، خصوصیات هیدرولوژیکی، هوای خاک و یا درجه حرارت آن باشد. اگر عملیات خاک‌ورزی به موقع، به طور صحیح و یا با ماشین‌های خاک‌ورز مناسب انجام نشود، پیامدهای منفی بر خاک خواهد داشت. این اثرات ممکن است باعث کاهش کیفیت خاک و در نتیجه کاهش توان حاصلخیزی و پایداری آن شود که افزون بر آسیب رساندن به ساختمان خاک و کاهش ظرفیت نگهداری آب توسط خاک، سبب کاهش عملکرد کمی و کیفی محصول نیز می‌شود.

در بررسی اثر سطح کودی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی سیب‌زمینی که از سال ۱۳۸۵ به مدت دو سال زراعی در ایستگاه اکباتان اجرا شده بود، دریافته شد که اثر فاکتور سطح کودی بر فشردگی خاک در مراحل مختلف نمونه‌گیری و همچنین روی پشته‌ها نسبت به داخل جویچه‌ها معنی‌دار نیست. اثر روش‌های خاک‌ورزی نیز بر فشردگی خاک در مراحل مختلف نمونه‌گیری و همچنین روی پشته‌ها نسبت به داخل جویچه‌ها معنی‌دار نبود اما اثر سطح کودی بر عملکرد سیب‌زمینی در سال‌های اول و دوم اجرای آزمایش معنی‌دار بود و تیمار۴۰ تن در هکتار کود گاوی بالاترین عملکرد را در هر دو سال ایجاد نمود. اثر سطح کودی بر چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای آزمایش در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک معنی‌دار بود، اما در عمق ۲۰ تا۳۰ سانتیمتری خاک تنها تیمار ۴۰ تن در هکتار اثر معنی‌داری بر چگالی ظاهری خاک ایجاد نمود و این تیمار کمترین چگالی ظاهری را داشت (Yazdanpanah & Bakhtiari, 2005).

در تحقیقی با عنوان بررسی اثر شخم دائم بر ماده آلی و پایداری ساختمان خاک، محققین به این نتیجه رسیدند که میزان ماده آلی در خاک‌های شخم خورده در مقایسه با خاک بکر از نظر آماری اختلاف دارد. یکی از علل کاهش ماده آلی در اراضی که در معرض شخم و فعالیت زراعی قرار می‌گیرند، دست خوردگی و شکستن خاکدانه‌هاست که در نتیجه آن میزان نفوذ اکسیژن به خاک افزایش می‌یابد و باعث تجزیه ماده آلی خاک و کاهش میزان آن می‌شود. در این تحقیق، مقدار ماده آلی در لایه سطحی خاک بیشتر از لایه زیرین بود (Hajabbasi *et al*., 2003).

در تحقیق دیگری که بر روی چغندرقند انجام گرفت، دریافته شد که عملکرد ریشه در زراعت چغندرقند با مصرف کود دامی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد هر چند مصرف کود دامی (حتی قبل از کشت گندم) باعث کاهش درصد قند شد اما در نهایت عملکرد شکر در هکتار افزایش یافت. در این تحقیق، با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی، درصد کربن آلی خاک از ۰/۸۱ به ۰/۹۴ افزایش یافت. چگالی ظاهری خاک که نشان دهنده شاخص شرایط فیزیکی خاک مزرعه می‌باشد، در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری از ۱/۴۶ گرم بر سانتی متر مکعب در تیمار بدون مصرف کود دامی به ۱/۳۸ گرم بر سانتی متر مکعب در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی، کاهش یافت (Taleghani *et al*., 2006).

در آزمایش دیگری، نتایج بررسی خاک زمین‌های آیش در مدت ۱۰ سال در سیستم کشاورزی انتقالی در ناحیه جنگلی جنوب غربی نیجریه، نشان داد که مصرف کود دامی باعث تجمع مواد آلی در ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک شد اما در قسمت فوقانی خاک مواد غذایی در ۷ سال اول دوره آیش افزایش و سپس به علت جذب مواد غذایی توسط گیاهان، مقدار آن کاهش پیدا کرد. همچنین تخلخل خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک با پیشرفت زمان در دوره آیش نیز افزایش پیدا کرد. بررسی نتایج ضرایب همبستگی نشان

داد که اثر مواد آلی بر روی تجمع مواد غذایی و خواص فیزیکی خاک در زمین‌های تحت آیش، بیش از اثر ذرات رس بود (Beare *et al.*, 2000).

در بررسی دیگری، اثر ۲۰ سال عملیات خاک‌ورزی، مدیریت بقایای گیاهی و افزایش کود شیمیایی (اوره) بر کربن آلی، ازت کل، جمعیت میکروبی، معدنی شدن غیر هوازی ازت و pH در اعماق ۲۵-۰، ۵۰-۲۵ و ۱۰۰-۵۰ میلی متری خاکی با بافت ریز (۶۵٪ رس) از نوع ورتی سول[1]مطالعه شد. بررسی‌ها نشان دادند که با افزایش عمق خاک، تمامی این خصوصیات، اختلاف معنی‌داری در سیستم بدون خاک‌ورزی و همچنین سیستم دارای بقایای گیاهی نسبت به شاهد دارند. همچنین مقدار کربن آلی، ازت کل و جمعیت میکروبی در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به شاهد بیشتر بود. همچنین نتایج نشان داد که pH خاک در لایه ۲۵-۰ میلی متری در تیمارهای بدون خاک‌ورزی، تیمار نگه داری بقایای گیاهی و نیز تیمار کاربرد ۶۹ کیلوگرم ازت خالص در هکتار نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. در لایه ۱۰۰-۰ میلی متری، روندهای مشابهی در نواحی که بقایای گیاهی در آن بجا مانده بود و یا کود ازته به آنها اضافه شده بود، مشاهده شد. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که خاک‌ورزی هیچ اثری معنی‌داری بر کربن آلی و ازت کل نداشت، گرچه جمعیت میکروبی بیشتری در خاک تحت روش خاک‌ورزی مرسوم (تیمار شاهد) نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی مشاهده شد. بنابراین چنین نتیجه گرفته شدکه عدم خاک‌ورزی، باقی ماندن بقایای گیاهی و افزایش کود، باعث تمایز در خواص خاک حتی در یک خاک ورتی سول می‌شود (Dalal *et al.*, 2001).

به منظور بررسی اثر مواد آلی خاک و جمعیت میکروبی بر پایداری ساختمان خاک سطحی (cm ۵-۰)، مطالعه‌ای توسط کارتر (Carter, 1992) در یک خاک با بافت لوم شنی در سه تیمار خاک‌ورزی در نواحی علفزار جزیره پرنس ادوارد در کانادا انجام شد. نتایج نشان داد که سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته (کم خاک‌ورزی)، می‌توانند در نواحی مرطوب باعث افزایش روند بهبود پایداری ساختمان خاک شنی (بافت سبک) در دوره‌های زمانی کوتاه شوند.

در تحقیق دیگری، اثر مصرف کود دامی و مواد آلی بر محتوای کربن خاک (به روش احتراق خشک)، محتوای عناصر غذایی ماکرو و میکرو، تولید CO_2، خواص هیگروسکوپی خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک لس از نوع چرنوزم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار دریافت کنندهٔ کود NPK به همراه ۳۰ تن کود دامی در هکتار به صورت هر دو سال یک بار، باعث افزایش کربن آلی خاک به مقدار ۰/۷۳ درصد نسبت به تیمار شاهد (کود نخورده) شد. همچنین رابطه مستقیمی بین تیمار کود دهی با کود دامی و مواد آلی خاک و تمامی خواص ذکر شده خاک وجود داشت. به طور کلی مناسب‌ترین تیمار که بیشترین مقدار ماده آلی خاک را ایجاد کرد، تیمار NPK به علاوه ۲۰ تن کود دامی هر دو سال یکبار، تعیین شد (Korschens & Klimanek, 2003).

در دو آزمایش مزرعه‌ای که در خاک‌های با بافت رسی در سال‌های ۲۰۰۹ و۲۰۱۰ در مصر انجام شد (Abu E. L. Magd *et al.*, 2012)، اثر کود دامی و پتاسیم بر بهبود برخی خواص خاک و حاصلخیزی آن و کیفیت محصول چغندرقند بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش کود دامی با هر میزان، باعث بهبود خواص خاک (چگالی ظاهری، pH خاک، EC و یون‌های محلول سدیم، بی‌کربنات و کلر) می‌شود. بیشترین میزان کود آلی، بیشترین اثر را بر خواص خاک داشت. محصول ریشه چغندرقند و اجزای عملکرد آن (وزن اندام هوایی، قطر ریشه، طول ریشه و مقدار قند) به گونه‌ای معنی‌دار با افزایش کود دامی تحت تاثیر قرار گرفت. با افزایش کود دامی، کیفیت و کمیت چغندرقند نیز افزایش یافت. همچنین کود پتاسه نیز بر تمامی مشخصات مورد مطالعه به طور معنی‌دار تاثیر گذار بود. به طوری که بیشترین عملکرد از افزایش بیشترین مقدار کود پتاسه حاصل شد. دالال و همکاران (Dalal *et a.l*, 2001) گزارش کردند که کود دامی نقش مهمی در حلالیت مواد غذایی خاک ایفا می‌کند، همانگونه که در فعال سازی آنزیم‌ها و فرایندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی که منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه و جذب عناصر غذایی می‌شود. در این تحقیق به نقل از ساکر و همکاران (Saker *et a*l, 1992) بیان شد که بهترین راه حفظ حاصلخیزی خاک، افزایش مواد آلی به صورت متناوب همراه با کودهای شیمیایی است. همچنین در این تحقیق به نقل از کاپور و کانوار (Kapour & Kanwar, 2001) بیان شد که افزایش پیاپی کود دامی

[1] Vetri Soil

موجب افزایش روی، آهن و مس در برگ‌های چغندرقند می‌شود. همچنین به نقل از زالات و نرموتالا (Zalat & Nermutala, 2001) بیان شد که تیمارهایی که تنها کود دامی دریافت کرده بودند، بالاترین مقدار قند و نیز مواد جامد محلول را تولید نمودند (Abu Magd *et al*., 2012).

محققین در آزمایشات گلدانی مشاهده کردند که ریشه‌های چغندرقند که در مخلوط خاک و کود رشد کرده‌اند، نسبت به آنهایی که در خاک تنها رشد کرده بودند، درصد بیشتری ریشه‌های ثانویه تولید کردند. آنها همچنین بیان نمودند که استفاده بیش از حد از کود دامی، موجب رشد ثانویه و شاخه‌ای شدن چغندرقند می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخه‌ای شدن در تیمارهای بیشتر از ۴۰ تن در هکتار ایجاد می‌شود. در این آزمایشات، گیاهانی که در غلظت زیاد کود رشد نموده بودند، دچار کاهش رشد گشته و کلروز بین رگبرگی در برگ‌های جوان آنها مشاهده شد (Nelson & Ruppel. 2001).

در تحقیق دیگری، محققین گزارش نمودند که مقدار قند تولید شده توسط چغندرقند کود داده شده با کود گاوی، کمتر ولی مقدار محصول آن بیشتر است (Halorson & Hartman, 2001). در بررسی دیگری محققین گزارش نمودند که نیترات شستشو یافته از کود مرغی در سال‌های بعد نسبت به سال اول بیشتر است. در این تحقیق به نقل از مالزر و گراف (Malzer & Graff, 1995) بیان شد که شستشوی نیترات کود دامی در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر می‌باشد (Schmi *et al*., 1996).

نتایج مطالعه دیگری، نشان داد که کود مرغی در مقایسه با کود دامی مایع، دیرتر ازت خود را آزاد می‌سازد. در این تحقیق دریافته شد که افزایش کود مایع خوکی به مقدار ۵۰۰۰ گالن در ایکر و نیز افزایش کود دامی به مقدار ۵ و ۱۰ تن در ایکر، موجب افزایش محصول و مقدار قند چغندرقند شد در حالی که افزایش کود ازته تاثیری بر مقدار محصول نداشت. حداکثر مقدار محصول از تیمار ۱۲۰ پوند در ایکر کود شیمیایی، ۵۰۰۰ گالن در ایکر کود مایع خوکی و ۲/۵ و ۵ تن کود دامی در ایکر بدست آمد. همچنین حداکثر قند قابل استحصال در واحد سطح در تیمارهای ۱۲۰ پوند کود ازته در ایکر و۵۰۰۰ گالن کود مایع خوکی و ۲/۵ و ۵ تن در ایکر کود دامی، بدست آمد (Lamb & Schmitt, 2000).

از آنجایی که بیشتر کشاورزان برای مخلوط سازی کود دامی با خاک از گاوآهن برگردان‌دار استفاده می‌کنند و از طرفی این وسیله دارای ظرفیت مزرعه‌ای پایینی است و انرژی زیادی مصرف می‌کند و استفاده مکرر از آن باعث سفت شده خاک و ایجاد لایه سخت می‌شود، لذا جایگزینی آن با ماشین‌های دیگر خاک‌ورزی لازم و ضروری می‌باشد. همچنین به منظور تعیین میزان مصرف کود دامی در هکتار جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز ضرورت انجام این تحقیق را افزایش داد. بنابراین هدف از اجرای این تحقیق تعیین مناسب‌ترین ماشین‌های مخلوط‌سازی کود دامی با خاک و میزان مصرف کود دامی به منظور کاهش چگالی ظاهری و بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک و افزایش عملکرد چغندرقند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قطعه زمینی واقع در ایستگاه تحقیقاتی اکباتان، واقع در شهرستان همدان با بافت لوم رسی که شاخص خاک‌های منطقه می‌باشد، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت طرح کرت‌های نواری با ۱۵ تیمار در ۳ تکرار (سطوح مختلف کود آلی به عنوان کرت‌های نواری افقی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی به عنوان کرت‌های نواری عمودی)، به مدت دو سال زراعی اجرا شد. در این تحقیق جهت تحلیل داده‌ها از نرم افزاری آماری SAS ویرایش ۹/۱ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

تیمارهای مورد نظر، شامل کود گاوی به میزان ۰ و۲۰ و۴۰ تن در هکتار از منبع کود گاوی پوسیده که در پاییز سال اول به زمین داده شد و مخلوط سازی آن به کمک روش‌های مختلف خاک‌ورزی به صورت زیر انجام شد (جدول ۱):

گاوآهن برگردان‌دار (در پاییز سال اول) + دیسک و ماله (در بهار سال دوم) به عنوان شاهد. این ماشین کود گاوی را به صورت یک لایه در عمق ۲۵ تا ۳۵ سانتیمتری قرار می‌دهد. سایر تیمارها که به عنوان کم خاک‌ورزی در نظر گرفته می‌شوند، عبارتند از:

گاوآهن مرکب (در پاییز سال اول) + دیسک و ماله (در بهار سال دوم). کود گاوی را تا عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتری مخلوط می‌نماید.

شش خیش (در پاییز سال اول) + دیسک و ماله (در بهار سال دوم). کود گاوی را تا عمق ۱۵ تا ۲۵ سانتیمتری مخلوط می‌نماید. پنجه غازی (در بهار سال دوم) + دیسک و ماله (در بهار سال دوم). کود گاوی را در سطح خاک باقی می‌گذارد و معمولاً تیغه‌ها تا عمق ۱۵ تا ۲۰ زیر خاک، عمل قطع ریشه علف‌های هرز را به عهده دارد. در این تیمار، عملیات خاک‌ورزی پاییزه حذف شده تا به کود اجازه داده شود که روی سطح خاک و زیر برف و باران پاییزه و زمستانه قرار گرفته و سپس در بهار نسبت به خاک‌ورزی بهاره با پنجه غازی اقدام شود.سیکلوتیلر یا کلوخه خردکن عمودی (در پاییز سال اول) + دیسک و ماله (در بهار سال دوم). که کود گاوی را تا عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک مخلوط می‌نماید.

مساحت هر کرت ۶۰ متر مربع بود که به صورت ردیفی در ۶ خط به فواصل ۵۰ سانتی متر و به طول ۲۰ متر و فاصله بوته‌های روی خطوط نیز بین ۱۸ تا ۲۰ سانتیمتر و بذر مورد استفاده رقم اکباتان انتخاب شد. روش آبیاری مورد استفاده، آبیاری نواری (تیپ)[1]بود. کودهای شیمیایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک مصرف شد و مقدار عناصر N، P و K مورد نیاز پس از تجزیه کود گاوی مورد استفاده از کودهای شیمیایی مورد نیاز کسر شد. سطح برداشت از هر کرت به مساحت ۱۲متر مربع که شامل چهار خط وسط به عرض ۲ متر و طول ۶ متر انجام شد. قبل از اعمال تیمارها در سال اول یک نمونه خاک مرکب تهیه شده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به منظور بررسی روند تغییرات بعضی از این عوامل اندازه گیری شد. سایر فاکتورها به شرح زیر اندازه گیری گردید.

الف- چگالی ظاهری خاک

ب) عملکرد و عیار قند چغندرقند: پس از برداشت محصول، عملکرد هر کرت جداگانه توزین و مقدار قند هر تیمار نیز اندازه‌گیری شد.

ج) ویژگی‌های شیمیایی خاک: مقدار کربن آلی، فسفر و پتاسیم در کرت‌های مختلف به عنوان ویژگی‌های شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- مشخصات فنی ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی مورد استفاده در این پژوهش

Table 1. Technical characteristics of tillage machines used in this research.

Type of machines	Mean of work depth (cm)	Work width (cm)	Specifications
Moldboard plow	26.4	130	Mounted plow, four plows, the width of each plow 32.5 cm
Combination plow	21.7	300	plow, with 7-shank chisel plow + Roller
Six-shank plow	17.6	175	Mounted plow, with 6 shanks smaller than moldboard plow
Sweep	17.2	300	Mounted plow, with 7-shank sweep
Cyclotiller	23.5	200	Mounted plow, Producted by Machine Barzeg

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب مقادیر مختلف کوددهی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای پروژه در جدول ۲ درج شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر فاکتور کوددهی فقط بر چگالی ظاهری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. اثر فاکتور خاک‌ورزی بر عملکرد ریشه چغندرقند، درصد عیار قند، تعداد ریشه چغندرقند درهکتار و چگالی ظاهری خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. همچنین اثر متقابل خاک‌ورزی و کوددهی فقط بر درصد عیار قند در سطح ۵ درصد و چگالی ظاهری خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده‌اند.

اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای عملکردی محصول و چگالی ظاهری خاک

نتایج مقایسه میانگین‌های مرکب مقادیر مختلف کوددهی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای پروژه در جدول ۳ درج شده است. همانگونه که از این جدول مشهود است، اثر مقدار کود فقط بر چگالی ظاهری خاک معنی‌دار شده و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۴۰ تن در هکتار کود گاوی با مقدار ۱/۴۴۹۰ کیلوگرم در متر مکعب می‌باشد.

1. Tape

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب مقادیر مختلف کوددهی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای پروژه

Table 2. Results of combined analysis of variance of various amounts of fertilizer and various tillage methods on some crop factors and soil Bulk density in two years of experiment

Source of variation	df	(Bulk density)	No. of root ha^{-1}	Sugar percentage	Root yield
Year (Y)	1	0.1095 ^{ns}	239703 ^{ns}	0.8202 ^{ns}	96317743 ^{ns}
Rep×Year	4	0.0022	72512677	0.4468	77438569
Manure (M)	3	0.1103 **	7867383 ^{ns}	0.0217 ^{ns}	21119495 ^{ns}
Year × Manure	2	0.1016 **	79655821 ^{ns}	0.2304 ^{ns}	22371018 ^{ns}
R×M×Y	8	0.0003	60799397	0.1138	95387659
Tillage (T)	4	0.4864 **	650942994 **	12.2716 **	2151286496 **
Year×Tillage	4	0.0862 **	303956422 **	3.1347 **	1198150950 **
R×T×Y	16	0.0003	103235199	0.8166	43250658
M×T	8	0.1014 **	81347708 ^{ns}	0.3184 *	48526806 ^{ns}
Y×M×T	8	0.1069**	66270913 ^{ns}	0.1319 ^{ns}	49009018 ^{ns}
Error	32	0.0025	59806151	0.1073	137881864
Total	89	-	-	-	-
%CV		1.05	12.30	2.25	22.46

ns, *, **: Not significant; Significant at 5% and Significant at 1%, respectively.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های مرکب مقادیر مختلف کوددهی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای پروژه

Table 3. Results of combined mean comparison of various amounts of fertilizer on some crop factors and soil bulk density in two years of experiment

Various amounts of manure	Soil Bulk density (Mg m^{-3})	No. of root/ha (no ha^{-1})	Sugar percentage (%)	Root yield (kg ha^{-1})
M0 t ha^{-1}	1.46 b	62284 a	14.57 a	53174 a
M20 t ha^{-1}	1.56 a	63072 a	14.56 a	51516 a
M40 t ha^{-1}	1.44 c	63245 a	14.61 a	52120 a

Means in the same columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

چنانکه از نتایج مقایسه میانگین‌های مرکب مقادیر مختلف کوددهی (جدول ۴)، ملاحظه می‌شود، ماشین خاک‌ورز شش خیش، پنجه غازی و سیکلوتیلر موجب افزایش عملکرد ریشه چغندرقند شده‌اند. بیشترین مقدار از کاربرد سیکلوتیلر با میانگین ۶۱۰۹۳ کیلوگرم در هکتار، حاصل گشته که این میانگین با کاربرد شش خیش و پنجه غازی به ترتیب با مقادیر ۶۱۵۵۲ و ۵۷۸۷۸ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار نیست و در یک گروه آماری قرار دارند. همچنین کاربرد پنجه غازی و سیکلوتیلر موجب افزایش مقدار عیار قند شده است. این جدول نشان می‌دهد که کاربرد گاوآهن مرکب، موجب افزایش تعداد ریشه چغندرقند در هکتارشده است و حداقل آن به گاوآهن برگردان‌دار تعلق دارد. همچنین مقدار چگالی ظاهری خاک با کاربرد ماشین‌های خاک‌ورز مختلف، کاهش یافته و کمترین مقدار با کاربرد سیکلوتیلر و شش خیش به ترتیب با میانگین‌های ۱/۳۱۸۹ و ۱/۳۰۹۴ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شده است.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین‌های مرکب روش‌های خاک‌ورزی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای آزمایش

Table 4. Results of combined mean comparison various tillage methods on some crop factors and soil bulk density in two years of experiment

Tillage machines	Bulk density (Mg m^{-3})	No. of root/ha (No ha^{-1})	Sugar percentage (%)	Root yield (kg ha^{-1})
Moldboard plow	1.65 a	57285 c	13.93 b	39566 b
Combination plow	1.60 b	72917 a	13.97 b	41260 b
Six-shank plow	1.30 d	60808 bc	14.05 b	61552 a
Sweep	1.57 c	63298 b	15.49 a	57878 a
Cyclotiller	1.31 d	60027 bc	15.48 a	61093 a

Means in the same column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

اثر متقابل تیمارهای مختلف بر فاکتورهای عملکردی محصول و چگالی ظاهری خاک

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر متقابل تیمارهای مختلف کوددهی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای پروژه در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین‌های مرکب اثر متقابل مقادیر مختلف کوددهی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی فاکتورهای محصول و چگالی ظاهری خاک در دو سال اجرای آزمایش

Table 5. Results of combined means comparison of interactional effects of manure and tillage methods on some crop factors and soil bulk density in two years of experiment

Interactional effects of various amounts of manure and tillage	Bulk density ($Mg\ m^{-3}$)	No. of roo t ha^{-1} ($No\ ha^{-1}$)	Sugar percentage (%)	Root yield ($kg\ ha^{-1}$)
0 t ha^{-1} and Moldboard plow	1.65 a	57285 c	13.93 b	39566 b
0 t ha^{-1} and Combination plow	1.60 b	72917 a	13.97 b	41260 b
0 t ha^{-1} and Six-shank plow	1.30 d	60808 bc	14.05 b	61552 a
0 t ha^{-1} and Sweep plow	1.57 c	63298 b	15.49 a	57878 a
0 t ha^{-1} and Cyclotiller	1.31 d	60027 bc	15.48 a	61093 a
20 t ha^{-1} and Moldboard plow	1.65 a	57285 c	13.93 b	39566 b
20 t ha^{-1} and Combination plow	1.60 b	72917 a	13.97 b	41260 b
20 t ha^{-1} and Six-shank plow	1.30 d	60808 bc	14.05 b	61552 a
20 t ha^{-1} and Sweep plow	1.57 c	63298 b	15.49 a	57878 a
20 t ha^{-1} and Cyclotiller	1.31 d	60027 bc	15.48 a	61093 a
40 t ha^{-1} and Moldboard plow	1.65 a	57285 c	13.93 b	39566 b
40 t ha^{-1} and Combination plow	1.60 b	72917 a	13.97 b	41260 b
40 t ha^{-1} and Six-shank plow	1.30 d	60808 bc	14.05 b	61552 a
40 t ha^{-1} and Sweep plow	1.57 c	63298 b	15.49 a	57878 a
40 t ha^{-1} and Cyclotiller	1.31 d	60027 bc	15.48 a	61093 a

Means in the same columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

همانگونه که از جدول ۵ مشخص است، با کاربرد شش خیش، پنجه غازی و سیکلوتیلر در تمام سطوح کود دامی، باعث افزایش عملکرد ریشه چغندرقند شده است. کاربرد اختلاف معنی‌داری است. تعداد ریشه چغندرقند در هکتار با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود گاوی و استفاده از گاوآهن مرکب بیشترین مقدار است. این مطلب با داده‌های نلسون و روپل (Nelson & Ruppel, 2001) مطابقت دارد. از آنجایی که در جلوی گاوآهن مرکب از تیغه‌های قلمی استفاده شده و در قسمت عقب آن غلطک کنگره‌ای دارد، بنابراین ابتدا کود دامی با تیغه‌های قلمی با خاک مخلوط می‌شود، طوری که در حدود ۷۰٪ آن روی سطح خاک باقی می‌ماند. سپس غلطک کنگره‌ای روی سطح خاک را فشرده و دندانه‌ای می‌کند که هر در دو حالت باعث جذب بیشتر آب، جلوگیری از ایجاد سله سطحی و تعدیل دمای سطح خاک (به دلیل جلوگیری از تابش مستقیم اشعه خورشید)، می‌شود. چگالی ظاهری خاک با کاربرد ۲۰ تن کود دامی در هکتار و استفاده از شش‌خیش کاهش یافته است که با سیکلوتیلر و ۲۰ تن در هکتار، شش خیش، ۴۰ تن در هکتار پنجه غازی و سیکلوتیلر برای همه سطوح کودی، باعث افزایش درصد عیار قند نیز شده است که با تیمارهای استفاده از گاوآهن برگرداندار و گاوآهن مرکب دارای و سیکلوتیلر و ۴۰ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار دارند. این مطلب با داده‌های یزدان‌پناه و بختیاری (Yazdanpanah & Bakhtiari, 2005) مطابقت دارد. با توجه به اینکه این ماشین‌ها (شش خیش و سیکلوتیلر)، هر دو باعث شکست لایه‌های خاک می‌شوند و مخصوصا سیکلوتیلر، کود دامی را به طوری کامل با لایه‌های خاک مخلوط می‌کند به همین دلیل باعث کاهش چگالی ظاهری خاک شده‌اند. با توجه به اینکه عیار قند مهم‌ترین فاکتور از بین فاکتورهای عملکردی چغندرقند است، بنابراین تیمارهایی که دارای عیار قند بالایی باشند، می‌توانند به عنوان مناسب‌ترین گزینه انتخاب شوند. در این آزمایش تیمارهای استفاده از پنجه‌غازی و سیکلوتیلر برای کلیه تیمارهای کودی، علاوه بر داشتن بیشترین عملکرد ریشه، دارای بیشترین درصد عیار قند نیز شده‌اند. ضمناً

فاکتورهای تعداد ریشه چغندرقند در هکتار و چگالی ظاهری خاک نیز برای آنها قابل قبول است.

اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی خاک

جدول ۶ نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف را بر ویژگی‌های شیمیایی خاک، شامل مقدار کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، پس از برداشت چغندرقند، نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی خاک معنی‌دار نبوده است.

جدول ۶- نتایج آنالیز واریانس مرکب اثر تیمارهای مختلف بر کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک پس از برداشت

Table 6. Data of combined variance analysis of treatments effect on organic C, soil available P and K after harvesting

Source of variation	Degree of freedom	F value		
		Available K	Available P	Organic carbon
Year	1	2.53 ns	3.17 ns	2.16 ns
Year×Replication	4	3.25 ns	5.41 ns	8.18 ns
Manure	2	3.45 ns	3.35 ns	2.47 ns
Y×M	2	0.25 ns	0.25 ns	0.32 ns
Tillage	4	0.32 ns	0.52 ns	0.68 ns
Y×M	4	0.25 ns	0.31 ns	0.99 ns
Y×M×T	8	0.32 ns	0.23 ns	0.66 ns
M×T	8	0.32 ns	0.54 ns	0.78 ns
Total	89	-	-	-
%CV		18.15	15.14	25.46

ns, *, **: Not significant; Significant at 5% and Significant at 1%, respectively.

همان‌گونه که از جدول فوق مشاهده می‌شود، تیمارهای مختلف بر خواص شیمیایی خاک تاثیر نداشته‌اند. این امر احتمالاً به این دلیل بوده است که کود گاوی مدت زمان کافی برای تاثیر بر ویژگی‌های خاک را نداشته است. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط خان و همکاران (Khan *et. al.*, 2007) مغایرت دارد، اما با نتایج گزارش شده توسط پیر و همکاران (Pare *et al.*, 1999) مطابق است.

نتیجه‌گیری کلی

مخلوط سازی مناسب کود دامی با خاک، تأثیر مصرف کود را بهبود می‌دهد. اگر مواد آلی در زمان جوانه زنی بدر چغندرقند در ناحیه سطحی خاک قرار گیرد و موجب پوک شدن و کاهش سله خاک شود، می‌تواند عملکرد چغندرقند را که دارای بذر کوچکی است و نسبت به سله خاک، حساس است از طریق کاهش سله، افزایش داده و علاوه بر آن از طریق افزودن مواد آلی خاک در عمق مناسب باعث بهبود تهویه و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک شود که آن نیز به نوبه خود دارای اهمیت زیادی در افزایش عملکرد است. در روش سنتی خاک‌ورزی که از گاوآهن برگردان‌دار استفاده می‌شود، کود دامی به صورت مناسبی با خاک مخلوط نمی‌شود و به صورت یک لایه در عمق حدود ۲۰ تا ۳۵ سانتیمتری خاک قرار گرفته و از تاثیرات مثبت آن به علت جایگذاری نامناسب کاسته می‌شود.

تیمارهای مصرف کود گاوی موجب افزایش مقدار محصول چغندرقند و بهبود خواص مطلوب فیزیکی خاک مانند کاهش چگالی ظاهری می‌شود. همچنین با استفاده از ماشین‌های خاک‌ورزی ثانویه مانند سیکلوتیلر و پنجه غازی در زراعت چغندرقند می‌توان موجب مخلوط شدن بهتر کود دامی با خاک و بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش عملکرد ریشه چغندرقند و افزایش مقدار عیار قند شد.

به طور کلی استفاده از گاوآهن مرکب، شش خیش، پنجه غازی و سیکلوتیلر به همراه کاربرد ۴۰ تن کود دامی در هکتار موجب افزایش پوکی خاک می‌شود و همچنین استفاده از گاوآهن برگردان‌دار برای همه سطوح کودی و سیکلوتیلر در سطوح کودی ۰ و ۲۰ تن در هکتار نیز باعث کاهش پوکی خاک شده است. با استفاده از جدول ۵ می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از شش خیش، پنجه غازی و سیکلوتیلر برای همه سطوح کودی باعث افزایش عملکرد ریشه چغندرقند نیز شده است و فقط پنجه غازی و سیکلوتیلر توانسته میزان عیار قند را افزایش دهد.

بنابراین استفاده از پنجه غازی و سیکلوتیلر برای تمام سطوح کودی (۰ ، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) باعث افزایش عملکرد ریشه و عیار قند چغندرقند شده است و این در حالی است که گاوآهن برگردان‌دار و گاوآهن مرکب علاوه بر کاهش معنی‌دار تعداد ریشه چغندرقند در هکتار، همچنین باعث کاهش درصد عیار قند نیز شده است.

References

Abu E. L., Magd B. M., M. Seham Abd E. L., Azeem S. A. and Shikha E. L. 2012. Effect of farmyard manure and potassium fertilization on some soil properties and productivity of sugar beet crop. J of Agriculture Research. Kafer EL-Sheikh University. 38(3) 2012, p. 420.

Carter M. R. 1992. Influence of reduced tillage systems on organic matter, microbial biomass, macro-aggregate distribution, and structural stability of the surface soil in a humid climate. *Soil and Tillage research*, 23: 4, 361-372.

Dalal R. C., Henderson P. A., Glasby J. M. 2001. Organic matter and microbial biomass in a Vertisol after 20 yr of zero-tillage. *Soil Biology and Biochemistry*, 23: 5, 435-441.

Khan A. U. H., Iqbal M., and Islam K. R. 2007. Dairy Manure and Tillage Effects on Soil Fertility and Corn Yields. *Bioresource Technology*, 98: 1972–1979.

Korschens M., Klimanek E. M. 2003. Relationships between the content of organic matter in the soil and major soil proper ties as investigated in the long-term experiment at lauchstadt. *Archiv-Fur-Acker-Und-Pflanzenbau-und Bodenkunde*, 24: 1, 25-30.

Lamb J. A., and Schmitt M. A. 2000. Management of turkey and manure drove nitrogen in the sugar beet cropping system. Department of Soil Water and Climate, University of Minnesota State. Paul. MN.

Nelson J. M., and Ruppel F. G. 2001. The Effect of Manure on Sprangling of Sugarbeet Roots. Journal of the A. S. S. B. T. (16): 3.

Hajabbasi M. A., Arabzadegan H., and Hemmat A. 2003. Effect of Rotation and Tillage on Organic Matter, Bulk Density, and Aggregate Size of Maragha Dry Lands. 8th Iran Soil Congress, 1027-1029. (In Persian)

Pare T., Daniel H., Moulin A. P., and Townley-Smith L. 1999. Organic Matter Quality and Structural Stability of a Black Chernozemic Soil under Different Manure and Tillage Practices. *Geoderma*, 91: 311–326.

Reisi F. 2003. Effect of permanent Plowing on Soil organic matter and Structure. 8th Iran Soil Congress, 1047-1049. (In Persian)

Taleghani, F. et. al. 2000. Effect of various amounts of manure on quantitative and qualitative characters of sugar beet in wheat-sugarbeet alteration. Sugarbeet institute research reports. No. 22, 2. (In Persian)

Taleghani D. F., Sadeghzadeh Hemayati S., Noshad H., Dehghanshoar M., Tohidloo G., & Hamdi., F. 2006. Effects of different manuring levels on some quantity and quality factors of sugar beet in wheat-sugar beet rotation. *Journal of Sugar Beet Seed Institute*, 22 (2). (In Persian)

Unknown. 2018. Statistical report of Hamedan province organization of jehad e agriculture Hamedan, Iran. (In Persian)

Yazdanpanah A., and Bakhtiari, M. R. 2005. Research on Manure and Tillage effects on Soil Physical-Chemical properties and potato yield. Final report of the project. 15 pages. (In Persian)

Study of Manure Mixing Effects by Different Tillage Methods on Soil Bulk Density, Chemical Properties of Soil and Sugarbeet Yield

Alireza Yazdanpanah [*1] , Mohammadreza Bakhtiari [2]

(Received: February, 2021 Accepted: February, 2022)

Abstract

To find the best treatment of cow manure mixing using the best tillage methods and improving sugarbeet yield and soil bulk density and chemical properties, a randomized complete block design the form of a strip plot was replicated three times. Three rates of manure (0, 20, and 40 t/ha) and five tillage methods were used. The analysis of two years of combined data showed that cyclotiller with the mean of 61093 kg/ha and sweep had the highest yield and effect on soil bulk density. Soil chemical properties like soil organic carbon, soil phosphorus, and soil potassium were also measured for data analysis. The results of two-years analyses of data also showed that the cow manure treatments caused more yield of sugarbeet and improved soil physical properties like reducing soil bulk density and soil compaction. Also, using secondary soil tillage machines of cyclotiller and sweep can improve the mixing of manure with soil and soil physical properties and yield of sugarbeet and sugar percentage. In other words, using a cyclotiller and sweep raised the yield and sugar percentage of sugarbeet and reduced soil compaction.

Keywords: Chemical properties, Manure, Soil bulk density, Sugarbeet, Tillage

Yazdanpanah A. R. and Bakhtiari M. R. 2023. Study of manure mixing effects by different tillage methods on soil bulk density, chemical properties of soil and sugarbeet yield. *Applied Soil Research*, 11(3): 88-97.

1. Staff Member. Soil and Water Research Department. Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran.
2.Assistant Professor. Agricultural Engineering Research Department. Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran.
*Corresponding Author Email: yazdanpanah2@yahoo.com