

## بهبود عملکرد سیب‌زمینی و پوکی خاک با کاربرد کود گاوی و روش مناسب خاک‌ورزی در مزرعه

محمدرضا بختیاری<sup>۱\*</sup>، علیرضا یزدان پناه<sup>۲</sup>

۱- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- مربی پژوهشی واحد تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

\* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: [rm.bakhtiari@areeo.ac.ir](mailto:rm.bakhtiari@areeo.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۵

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۳/۰۸/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷

### چکیده

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی استان همدان است که به‌صورت گسترده‌ای در این استان کشت می‌شود. برای افزایش عملکرد سیب‌زمینی در واحد سطح، روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این راه‌ها، مصرف مقدار مناسب کود گاوی در مزرعه و استفاده از روش مناسب خاک‌ورزی به‌منظور مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک است. برای تعیین مقدار مناسب مصرف کود گاوی در مزرعه و تعیین تأثیرات عملیات خاک‌ورزی مناسب بر کاهش وزن مخصوص ظاهری و حاصلخیزی خاک زراعی و همچنین عملکرد سیب‌زمینی، تحقیقی با سه مقدار کود گاوی شامل: مقادیر صفر، ۲۰ و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار و پنج روش مختلف خاک‌ورزی به‌منظور مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک، شامل: ۱- گاواهن برگردان‌دار ۲- گاواهن مرکب (قلمی + غلتک) ۳- شش خیش ۴- پنجه‌غازی و ۵- سیکلوتیلر (کلوخه خردکن عمودی) انجام شد. بدین صورت که بلافاصله پس از برداشت گندم، قطعه زمین مورد نظر به‌وسیله گاواهن برگردان‌دار شخم زده شده، سپس کود گاوی با مقادیر مختلف به روش دستی در مزرعه توزیع و برای تعیین مناسب‌ترین روش مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک از این پنج روش خاک‌ورزی در پائیز استفاده شد. سپس در بهار سال بعد و قبل از کاشت سیب‌زمینی، عملیات تهیه بستر بذر با استفاده از دیسک انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار مصرف کود گاوی و روش‌های مختلف مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک بر چگالی ظاهری و عملکرد محصول، اثر دارند. مصرف کود گاوی با مقادیر ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار به‌ترتیب باعث افزایش عملکرد محصول به مقدار ۶/۴ و ۱۱/۳ درصد و کاهش چگالی ظاهری خاک به‌ترتیب با مقدار ۵/۴ و ۱۳/۱ درصد نسبت به عدم کاربرد کود گاوی شد. بنابراین توصیه می‌شود که قبل از کاشت سیب‌زمینی در مزرعه از کود گاوی با مقادیر بیش از ۲۰ تن در هکتار استفاده شود زیرا علاوه بر کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، باعث افزایش پوکی خاک زراعی شده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد سیب‌زمینی می‌شود. هم‌چنین به‌منظور مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک، پیشنهاد می‌شود که از سیکلوتیلر استفاده شود زیرا این ماشین با توزیع عمقی و یکنواخت کود در مزرعه، باعث افزایش پوکی و کاهش تراکم خاک شده که در افزایش عملکرد نیز مؤثر است.

**واژه‌های کلیدی:** چگالی ظاهری خاک، حاصلخیزی خاک، شخم، کود دامی، مخلوط‌سازی

## بیان مسئله

نیاز غذایی روزافزون جمعیت دنیا، توجه شایانی به تولید مواد غذایی را می‌طلبد. سیب‌زمینی از جمله محصولات است که در جهان از اهمیت خاصی برخوردار است. در سال زراعی ۱۴۰۰-۰۱ استان همدان با تولید ۳۳۰،۸۶۱ تن سیب‌زمینی از سطحی برابر با ۴۵۸،۲۱ هکتار و با متوسط عملکرد ۱۴۰،۴۰ کیلوگرم در هکتار، رتبه نخست کشوری را به خود اختصاص داد (۱). بنابراین به‌منظور افزایش قدرت حاصلخیزی خاک، دستیابی به کشاورزی پایدار، حفظ خصوصیات مطلوب فیزیکی خاک مانند: پوکی آن در اثر مصرف کودهای آلی و با توجه به تأثیر مثبت کود آلی در بهبود این خصوصیات و در نتیجه افزایش عملکرد این محصول، مصرف کود گاوی ضروری است. محققان زیادی از جمله: حاج عباسی و همکاران تأثیر مطلوب مدیریت‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را گزارش کرده‌اند (۲). بیش‌تر این تأثیرات می‌تواند از طریق تأثیر عملیات خاک‌ورزی مختلف بر ساختمان خاک، خصوصیات هیدرولیکی، هوای ۳۸ خاک و یا درجه حرارت آن باشد. استفاده از ماشین‌های خاک‌ورزی مناسب می‌تواند باعث افزایش کیفیت خاک و در نتیجه افزایش توان حاصلخیزی و پایداری خاک شود که یکی از نتایج آن، افزایش کمی و کیفی محصول می‌باشد. همچنین حفظ و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مفید خاک، امری بسیار مهم است. در این راستا مصرف مقدار مناسب کودهای آلی به همراه استفاده از روش‌های مناسب خاک‌ورزی که بتواند باعث مخلوط‌سازی بهتر کودهای آلی شود، می‌تواند باعث پوکی بیشتر خاک شده و ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش دهد. این فرایند در نتیجه باعث افزایش عملکرد سیب‌زمینی می‌شود که یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری استفاده از منابع خاک است.

برای سنجش میزان اثرگذاری مصرف کود گاوی در بهبود زراعت سیب زمینی، بلافاصله پس از برداشت محصول قبل و در زمانی که خاک مزرعه دارای رطوبت مناسبی بود، زمین به‌وسیله گاواهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس مقادیر مختلف کود گاوی (صفر، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار)، در قطعات مختلف زمین توزیع شد. برای مخلوط‌سازی کود با خاک از پنج

روش خاک‌ورزی (۱- گاواهن برگردان‌دار ۲- گاواهن قلمی ۳- شش خیش ۴- پنجه غازی ۵- سیکلوتیلر) استفاده شد. در بهار سال بعد نیز قبل از کشت به‌منظور تهیه بستر مناسب و حذف علف‌های هرز، از عملیات دیسک‌زنی استفاده شد. در نهایت تأثیر توأم کود گاوی و روش‌های مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک (روش‌های مختلف خاک‌ورزی) بر چگالی ظاهری (پوکی) خاک و عملکرد سیب‌زمینی بررسی شد. لازم به ذکر است که قطعه زمینی که کود گاوی در آن مصرف نشد (تیمار صفر تن در هکتار) به همراه استفاده از گاواهن برگردان‌دار به‌عنوان روش مرسوم منطقه (تیمار شاهد) در نظر گرفته شده بود. همچنین یک سوم کودهای پایه (اوره، فسفات و پتاس) براساس آزمون خاک به همراه کاشت غده‌های سیب‌زمینی با ماشین کارنده و دو سوم آن نیز به‌صورت کود سرک به روش دستی در مزرعه توزیع شد.

## معرفی دستاورد

کاربرد همزمان کود گاوی و روش خاک‌ورزی بر نتایج زیر را بر ویژگی‌های خاک و عملکرد سیب‌زمینی به دنبال دارد:

## اثر بر وزن مخصوص ظاهری خاک (پوکی خاک)

اثر مصرف کود گاوی بر وزن مخصوص ظاهری خاک (پوکی خاک) در شکل ۱ نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که کاربرد مقادیر کودی ۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار به‌ترتیب چگالی ظاهری خاک را به مقادیر ۱۴۳۳، ۱۳۵۵ و ۱۲۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب تغییر داده است؛ به این معنی که با افزایش مقدار مصرف کود گاوی، وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. کم‌ترین وزن مخصوص ظاهری خاک به مصرف ۴۰ تن کود گاوی در هکتار تعلق دارد که دلیل آن این است که چون کود گاوی دارای وزن مخصوص کمی است، موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و در نتیجه افزایش پوکی خاک شده است. بنابراین برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، توصیه می‌شود که کود گاوی قبل از کاشت و در پائین مصرف شود. همچنین با توجه به عدم تأثیر روش مخلوط‌سازی کود با خاک و این‌که به‌منظور خاک‌ورزی اولیه از گاواهن برگردان‌دار استفاده شده است، بهتر است برای مخلوط‌سازی کود گاوی با خاک از ماشینی استفاده شود که ظرفیت مزرعه‌ای بالایی داشته

هکتار بود. بنابراین براساس این جدول، مصرف ۴۰ تن کود گاوی در هکتار بیشترین عملکرد را ایجاد کرده است. این امر به این دلیل است که کود گاوی مصرفشده با بهبود حاصلخیزی خاک و پوکی آن، موجب افزایش عملکرد محصول شده است. افزایش مقدار محصول در اثر مصرف کود گاوی به همراه روش خاکورزی مناسب، با نتایج نیاکوتاوا و همکاران (به نقل از آگبید) مطابقت داشت (۴).

همچنین با توجه به این که بین سطوح روشهای مختلف مخلوطسازی کود با خاک اختلافی وجود ندارد، لذا بهتر است که برای مخلوطسازی کود گاوی با خاک از سیکلوتیلر استفاده شود زیرا این ماشین با مخلوطسازی یکنواخت کود تا عمق ۲۵ سانتیمتری، همچنین در تسطیح خاک و خرد کردن کلوخهها نسبت به سایر ماشینهای استفادهشده در این تحقیق (گاواهن برگرداندار، گاواهن مرکب، شش خیش و پنجه غازی) از توانایی بیشتری برخوردار است.

باشد و نیاز به انرژی کمتری برای کار در مزرعه باشد. لذا توصیه میشود که برای مخلوطسازی کود با خاک از گاواهن برگرداندار استفاده نشود و بهتر است از سایر ماشینهای خاکورزی مانند: گاواهن مرکب، شش خیش، پنجه غازی و یا سیکلوتیلر استفاده شود. ضمناً به دلیل این که سیکلوتیلر کود را به صورت عمودی و به طور یکنواخت تا عمق بیشتری (۲۵ سانتیمتری) در خاک توزیع و سطح خاک را تسطیح میکند، دارای اولویت بیشتری نسبت به سایر ماشینهای خاکورزی میباشد. (۲).

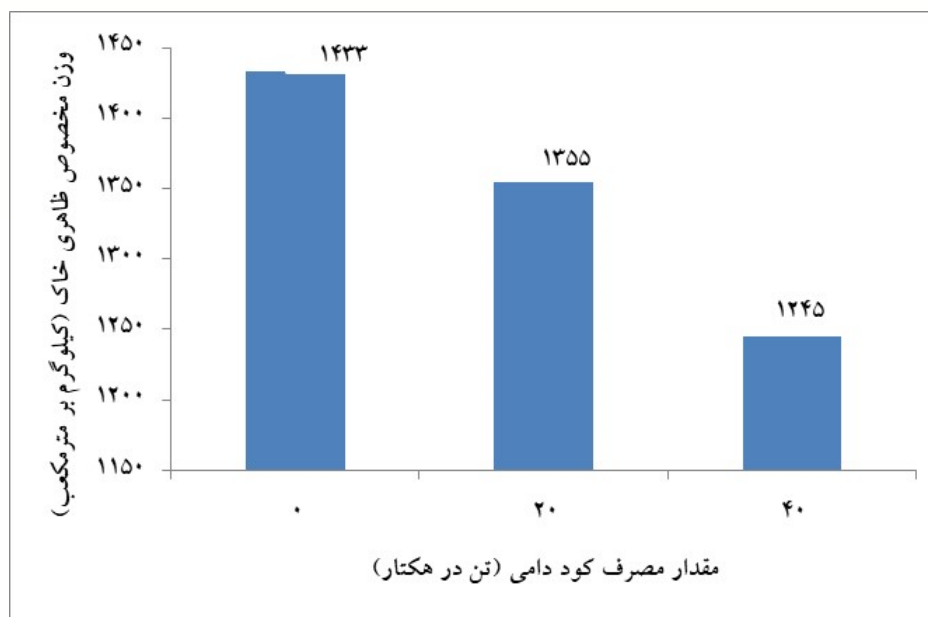
### تأثیر کود گاوی و عملیات خاکورزی بر عملکرد

#### سیبزمینی

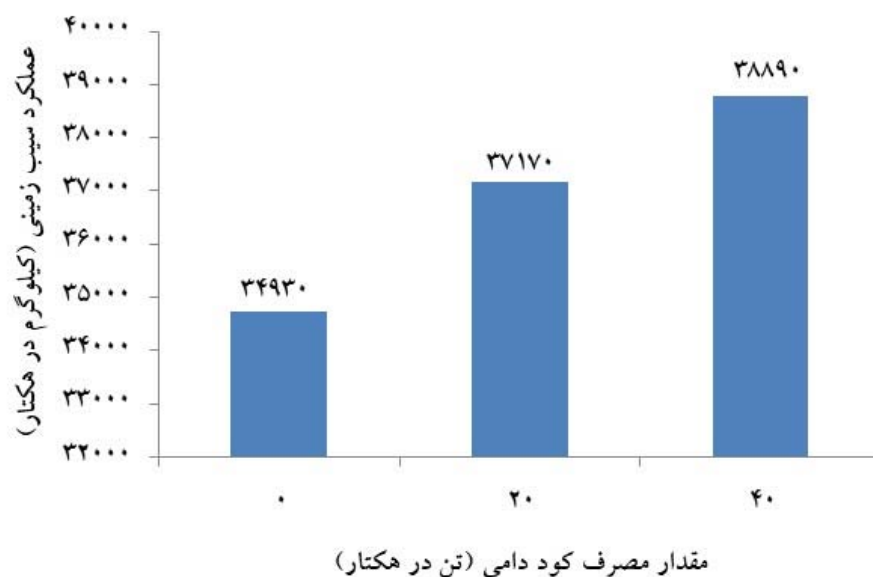
زنجبرک همانگونه که در شکل ۲ مشاهده میشود، کاربرد تیمارهای کودی بر عملکرد سیبزمینی مؤثر بوده و تیمارهای ۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار مصرف کود گاوی به ترتیب دارای عملکردی با مقادیر ۹۳۰،۳۴، ۱۷۰،۳۷ و ۸۹۰،۳۸ کیلوگرم در

جدول ۱- مشخصات فنی ماشینهای مختلف خاکورزی

| نوع ماشین                     | عرض کار<br>(سانتی متر) | میانگین عمق کار<br>(سانتی متر) | مشخصات                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| گاواهن برگرداندار             | ۱۳۰                    | ۲۶/۴                           | سوار شونده، چهار خیش، عرض هر خیش ۳۲/۵ سانتی متر.<br>این ماشین کود گاوی را به صورت یک لایه در عمق ۲۵ تا ۳۵ سانتی متری خاک قرار می دهد.                                                                                                                                      |
| گاواهن مرکب                   | ۳۰۰                    | ۲۱/۷                           | سوار شونده، دارای ۷ عدد تیغه قلمی + غلتک.<br>کود گاوی را تا عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی متری به صورت نسبی مخلوط می کند.                                                                                                                                                             |
| شش خیش                        | ۱۷۵                    | ۱۷/۶                           | سوار شونده، دارای شش عدد خیش کوچکتر از گاواهن برگرداندار.<br>کود گاوی را تا عمق ۱۵ تا ۲۵ سانتی متری مخلوط می کند.                                                                                                                                                          |
| پنجه غازی                     | ۳۰۰                    | ۱۷/۲                           | سوار شونده، دارای ۷ عدد تیغه پنجه غازی.<br>کود گاوی را در سطح خاک باقی می گذارد و معمولاً تیغهها در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی متری زیر خاک، عمل قطع ریشه علفهای هرز را به عهده دارند. در این روش به کود اجازه داده میشود که روی سطح خاک و زیر بارشهای پاییزه و زمستانه قرار گیرد. |
| سیکلوتیلر (کلوخه خردکن عمودی) | ۲۰۰                    | ۲۳/۵                           | سوار شونده، ساخت شرکت ماشین برزگر همدان.<br>کود گاوی را تا عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک به صورت عمودی مخلوط می کند.                                                                                                                                                         |



شکل ۱- نقش مصرف کود گاوی در بهبود وزن مخصوص ظاهری (پوکی) خاک



شکل ۲- تاثیر مصرف کود گاوی بر بهبود عملکرد سیب زمینی

مفید است زیرا مصرف و مخلوط سازی مناسب آن با خاک نه تنها موجب ازدیاد عملکرد می شود، بلکه موجب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نظیر: کاهش وزن مخصوص ظاهری

### توصیه ترویجی

استفاده از کود گاوی پوسیده و مخلوط سازی آن با خاک به وسیله ماشین خاک ورزی مناسب در زراعت سیب زمینی بسیار

شود. بهتر است از ماشینی استفاده شود که دارای ظرفیت مزرعه‌ای بالایی بوده و همچنین نیاز به انرژی کم‌تری داشته باشد. قطعاً استفاده از گاواهن برگردان‌دار به دلیل مصرف بالای انرژی و ظرفیت مزرعه‌ای کم، گزینه مناسبی نیست. لذا توصیه می‌شود که از سیکلوتیلر استفاده شود زیرا ضمن مخلوط‌سازی یکنواخت کود تا عمق ۲۵ سانتی‌متری، باعث خرد شدن کلوخه‌ها و تسطیح بهتر خاک مزرعه نیز می‌شود.

۵- در صورت وجود علف‌های هرز در مزرعه، لازم است که علف‌های هرز به روش شیمیایی یا مکانیکی (استفاده از پنجه غازی) کنترل شود. سپس نسبت به کشت سیب‌زمینی در بهار اقدام شود.

۶- در صورت وجود کلوخه در مزرعه و یا ناهمواری در سطح مزرعه، لازم است که با استفاده از دیسک، کلوخه‌ها را خرد کرده و ناهمواری‌های سطح زمین را بهبود بخشید. سپس اقدام به کشت سیب‌زمینی در بهار کرد.

و افزایش پوکی خاک نیز می‌شود. بنابراین توصیه‌های زیر برای کاشت سیب‌زمینی پیشنهاد می‌شود. لازم به توضیح است که کلیه عملیات ماشینی باید در خاک گاورو انجام شود.

۱- بلافاصله پس از برداشت محصول قبل و در رطوبت مناسب، زمین به وسیله گاواهن برگردان‌دار شخم زده شود.

۲- در مزرعه کمینه (حداقل) ۲۰ تن کود گاوی در هکتار توزیع شود. مسلماً ۴۰ تن در هکتار می‌تواند تأثیر بیش‌تری بر روی بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش عملکرد داشته باشد. مصرف ۲۰ تا ۴۰ تن در هکتار کود گاوی در مزرعه باعث افزایش عملکرد به مقدار ۶/۴ تا ۱۱/۳ درصد و افزایش پوکی خاک به مقدار ۵/۴ تا ۱۳/۱ درصد نسبت به عدم استفاده از کود گاوی شده است.

۳- براساس آزمون خاک، نوع و مقدار کودهای شیمیایی مورد نیاز مشخص و در مزرعه مصرف شود.

۴- لازم است که برای مخلوط‌سازی بهتر و همچنین توزیع یکنواخت عمقی کود، از ماشین‌های خاک‌ورزی در پائیز استفاده

## فهرست منابع

4- Agbede, T.M. 2010. Tillage and fertilizer effects on some soil properties, leaf nutrient concentrations, growth and sweet potato yield on an Alfisol in southwestern Nigeria. Soil and Tillage Research, 110 (1): 25-32.

۱- بی‌نام. ۱۴۰۲. آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱-۱۴۰۰، جلد

اول: محصولات زراعی. معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول. ۱۰۳ صفحه.

۲- حاج عباسی، محمدعلی؛ حسن عربزادگان و عباس همت. ۱۳۸۲. اثر تناوب زراعی و خاک‌ورزی بر مواد آلی، چگالی ظاهری و اندازه خاکدانه دیمزارهای مراغه. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، ۹ تا ۱۲ شهریور ۱۳۸۲، رشت، ایران. صفحه ۱۰۲۷ تا ۱۰۲۹.

۳- شیرانی، حسین؛ محمدعلی حاج عباسی؛ مجید افیونی و عباس همت. ۱۳۸۹. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود آلی بر مقاومت فروروی خاک تحت کشت ذرت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. جلد ۱۴، شماره ۵۱، صفحه ۱۴۱ تا ۱۵۵.