



مقایسه اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد سیلویی علوفه ذرت

محمدحسین حدادی^{۱*}، مسعود محسنی^۲

^۱اعضای هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی

و منابع طبیعی مازندران، ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۳

چکیده

این تحقیق به منظور مقایسه اثر سه روش خاک‌ورزی بر عملکرد سیلویی علوفه ذرت (هیبرید سینگل کراس ۷۰۴)، در دو منطقه میاندرو (دشت ناز ساری) و قراخیل (قائم شهر) استان مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، به مدت سه سال در تابستان سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ پس از برداشت‌گندم انجام شد. روش‌های خاک‌ورزی شامل بدون خاک‌ورزی (Notillage)، خاک‌ورزی حداقل (Minimum tillage) و شخم و دیسک (Conventional tillage) بودند. کاشت با ردیفکار مخصوص و برداشت در مرحله خمیری شدن دانه (بعد از مرحله شیری شدن) با دست انجام گرفت. ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن تر بلال، وزن خشک بلال، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک صفت‌های اندازه‌گیری شده بودند. بر پایه نتایج، عملکرد علوفه تر ذرت در سه روش خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشت، هر چند بیشترین میزان علوفه تر در تیمار بدون خاک‌ورزی به میزان ۴۲/۵۳ تن در هکتار به دست آمد. روش‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد علوفه خشک ذرت داشتند، به طوری که بیشترین عملکرد علوفه خشک در تیمار بدون خاک‌ورزی به میزان ۱۵/۳۹ تن در هکتار مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: تولید، خاک‌ورزی حفاظتی، ذرت، علوفه، مازندران.

*مسئول مکاتبه: sarhadi134@yahoo.com

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات خانواده غلات است که نقش مهمی در تغذیه انسان و دام دارد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). در ایران سالانه مقادیر زیادی دانه و علوف ذرت برای مصرف طیور و دام از خارج وارد می‌گردد. از این رو افزایش تولید این گیاه امری بدیهی به نظر می‌رسد. سطح زیر کشت ذرت بعد از گندم از دیگر غلات در دنیا بیشتر بوده و توسعه آن در اکثر نقاط کشور میسر است. در ایران ذرت بیشتر برای تغذیه دام و طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ دارای سازگاری مطلوب با عملکرد مناسب در سطح کشور است. این رقم در بیشتر نواحی ایران به صورت بهاره یا تابستانه کشت می‌شود. در استان مازندران بیشترین کشت ذرت در تابستان و به عنوان کشت دوم انجام می‌شود. ذرت به دلیل داشتن ظرفیت عملکرد بالا، دوره رشد نسبتاً کوتاه، ارزش غذایی زیاد، استفاده در تغذیه انسان و دام و صنایع از گیاهان بسیار مهم بوده و سطح زیر کشت آن رو به افزایش است (سیف و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش عملکرد و توسعه کشت ذرت به منظور تأمین غذای انسان، خوراک دام و طیور و همچنین کاربرد در صنایع غذایی و صنعتی از اولویت‌های وزارت جهاد کشاورزی است. در سال ۱۳۹۲ سطح کشت ذرت علوفه‌ای در کشور ۱۳۰۵۶۰ هکتار و میزان تولید علوفه آن ۷۵۲۸۸۳۷ تن بود. در همین سال سطح زیر کشت و تولید ذرت دانه‌ای در ایران به ترتیب ۲۹۰۰۱۵ هکتار و ۱۸۵۱۹۹۹ تن بوده است. ضمن این که در سال یاد شده، سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای در مازندران ۹۴۴ و سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای ۴۰۴ هکتار بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۴).

هدف از خاک‌ورزی تهیه بستر مناسب برای استقرار و رشد گیاه است (خورشید و همکاران، ۲۰۰۶؛ آیکینز و همکاران، ۲۰۰۶). حفاظت خاک بستگی به نحوه استفاده از آن دارد. تخریب و فرسایش خاک سطحی باعث کاهش توانایی آن برای ذخیره آب و مواد غذایی و رشد ریشه گیاهان می‌شود. نوع خاک‌ورزی از جمله عوامل مهمی است که می‌تواند باعث تخریب و یا بهبود ساختمان خاک شود. روش معمول خاک‌ورزی با استفاده از ادوات خاک‌ورزی مانند گاو آهن برگرداندار و دیسک در چند مرحله باعث به هم خوردن ساختمان طبیعی خاک سطحی می‌گردد، اما در روش‌های بدون خاک‌ورزی و یا حداقل خاک‌ورزی که به ترتیب هیچ و یا حداقل استفاده از ادوات خاک‌ورزی را در بردارد، ساختمان خاک دست نخورده باقی می‌ماند و یا دست‌خوردگی کمی پیدا می‌کند. ضمن این که با شخم و دیسک کمتر، در هزینه‌های آماده‌سازی زمین صرفه جویی شده و تبخیر رطوبت نیز کاهش می‌یابد (آردل و همکاران، ۲۰۰۱).

یافته‌های تحقیقاتی در سال‌های اخیر نشان داده است که عملیات خاک‌ورزی مکرر، علاوه بر افزایش هزینه تولید، به ندرت مفید و اغلب زیان‌آورند. برخلاف انتظار، ادوات سنگین و جدیدی که برای خاک‌ورزی، کاشت و برداشت استفاده می‌شوند، به ساختمان خاک آسیب رسانده و فشردگی خاک را افزایش می‌دهند و بدین ترتیب نفوذ آب در خاک و ظرفیت ذخیره آب را کاهش می‌دهند. خاک‌ورزی اولیه به منظور کاهش مقاومت و پیوستگی خاک، پوشاندن بقایای گیاهی سطحی و همگن‌سازی ساختار خاک است که با گاوآهن انجام می‌شود (صدقی و عباسپور، ۱۳۹۳؛ آردل و همکاران، ۲۰۰۱؛ میرالز و ریچاردز، ۲۰۰۰). در روش خاک‌ورزی حداقل که قبل از کاشت انجام می‌گیرد، عملیات خاک‌ورزی اولیه معمولاً حذف می‌گردد. گاهی در این نوع شخم از چیزل یا دیسک استفاده می‌گردد که سبب می‌شود ۱۵ تا ۲۵ درصد پوشش باقی‌مانده حفظ شود (مورگان، ۱۹۹۶).

به‌طور کلی شخم حداقل موجب کاهش هزینه‌های استقرار محصول، کاهش اتلاف رطوبت در عملیات مقدماتی خاک‌ورزی و به حداقل رساندن فرسایش خاک می‌شود (آنا و همکاران، ۱۹۹۹؛ زنتنر و همکاران، ۲۰۰۴؛ مریل و همکاران، ۱۹۹۹؛ کامپ بل و اختر، ۱۹۹۸؛ رائو و دائو، ۱۹۹۹). محققان در شمال چین نشان دادند که عملکرد دانه ذرت در کشت بدون خاک‌ورزی در سال‌های خشک بیشتر است (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷). در کشت حفاظتی میزان رطوبت خاک بیشتر از کشت مرسوم است (گاوآهن‌تر و همکاران، ۲۰۰۹). روش حفاظتی نقش بسیار مهمی در جلوگیری از فرسایش خاک دارد (اقبال و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی نتایج تحقیقات مختلف بیانگر آن است که استفاده از شخم حداقل باعث افزایش عملکرد و اجزاء آن شده است (فری و همکاران، ۱۹۸۸). با توجه به کاستی‌های خاک‌ورزی که مهم‌ترین آن افزایش فشردگی خاک بوده و منجر به ایجاد لایه سخت در سطح تحتانی خاک زراعی می‌گردد، حداقل‌سازی عملیات خاک‌ورزی باید مورد توجه محققان قرار گیرد، زیرا از اتلاف انرژی جلوگیری و نیز از استهلاک قطعات می‌کاهد. همچنین در اجرای عملیات و هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌شود. در خاک‌های دارای بافت سنگین، انجام کاشت بدون عملیات خاک‌ورزی نتیجه رضایت‌بخشی ندارد (همت و اسدی، ۱۳۷۶).

نتایج آزمایش بورگس و همکاران (بورگس و همکاران، ۱۹۹۶) با سه تیمار بدون شخم و شخم حداقل و شخم معمولی با دو سطح بدون بقایا و با بقایای کاه و کلش گندم بر روی ذرت نشان داد که برای کاشت معمولی روش‌های بدون شخم و یا شخم حداقل اقتصادی‌تر از شخم معمولی است. نظام بدون خاک‌ورزی روشی است که هدف آن کاهش عملیات به صفر است. در روش بدون خاک‌ورزی بقایای زراعت پیشین دست نخورده باقی می‌ماند (وین و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به توسعه سطح

کشت ذرت در استان مازندران و نیز افزایش تبخیر رطوبت در زمان آماده‌سازی زمین در اواخر بهار و تابستان، روش بدون خاک‌ورزی با تراکم گیاه مناسب می‌تواند مفید باشد و کشاورزان به کاشت ذرت بعد برداشت گندم یا برنج‌های زودرس تشویق شوند. از این‌رو این روش خاک‌ورزی در سال‌های اخیر در مازندران رواج یافته است (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱- مزرعه ذرت در کشت حفاظتی (سمت راست) و ردیفکارذرت ساخت ایران (شرکت تراشکده) در کشت حفاظتی در دشت ناز ساری (سمت چپ).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی و مقایسه اثرات سه روش خاک‌ورزی بر عملکرد سیلویی رقم سینگل کراس ۷۰۴ این طرح در دو منطقه میاندرد (دشت ناز ساری) با طول جغرافیائی ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰/۵ متر از سطح دریا و قائم‌شهر (قراخیل) در ۱۰ کیلومتری جاده بابل به قائم‌شهر با عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیائی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴/۷ متر در تابستان سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳، بعد از برداشت گندم انجام گردید. فاصله ردیف‌های کشت ۷۵ و فاصله گیاه روی ردیف کشت ۱۶ سانتی‌متر بود. هر تیمار در هشت خط به طول ده متر پس از برداشت گندم با استفاده از ردیفکار ذرت در چهار تکرار کشت شد. در هر دو منطقه آبیاری با استفاده از آبیاری بارانی انجام و اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت. ذرت انجام شد. سه روش خاک‌ورزی شامل بدون خاک‌ورزی (No tillage)، خاک‌ورزی حداقل (Minimum tillage) و شخم و دیسک (Conventional tillage) بودند.

صفت‌های اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداددانه در ردیف بلال تعداد ردیف دانه در بلال، وزن تر بلال، وزن خشک بلال، وزن ترساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، عملکرد علوفه ترو عملکرد علوفه خشک بودند. برای تعیین عملکرد علوفه تر در هر تیمار، چهار ردیف وسط (با حذف دو متر از ابتدا و انتهای خط) به طول شش متر در مرحله خمیری شدن دانه (بعد از شیری شدن و قبل از سفت شدن دانه) برداشت و سپس توزین شد. پس از جدا نمودن برگ‌ها و بلال‌ها و پس از اندازه‌گیری وزن تر آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال، نمونه‌ها برای خشک شدن، ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در درون دستگاه آون قرار گرفتند و پس از خشک شدن با ترازوی دیجیتال و با دقت توزین شدند. داده‌های منتج از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه تر: نتایج تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد علوفه تر ذرت در سه روش خاک‌ورزی، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول‌های ۱ و ۲). در این میان تیمار بدون خاک‌ورزی با ۴۲/۵۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد علوفه تر را داشته است. ضمن این که تیمار دیسک با ۴۲/۳۵ تن در هکتار و شخم و دیسک با ۴۰/۳۰ تن در هکتار عملکرد علوفه تر در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند (جدول ۲).

وزن تر برگ: نتایج تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها، بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار تأثیر روش خاک‌ورزی بر وزن تر برگ می‌باشد (جدول‌های ۱ و ۲). هر چند بیشترین وزن تر برگ از تیمار خاک‌ورزی دیسک (۷/۴۸ تن در هکتار) به دست آمد. سیستم بدون خاک‌ورزی با ۷/۰۲ تن و تیمار شخم و دیسک با عملکرد ۶/۷۶ تن در هکتار به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب اثر خاک‌ورزی بر برخی صفات مورد مطالعه در دو مکان و سه سال.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد علوفه	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن تر بلال
سال	۲	۷۶۰/۸۰ **	۴۸/۶۰ **	۴۰۰/۵۰ **	۳۰/۱۱ ^{ns}
مکان	۱	۳۷۵۶**	۴۲۴/۳۰ **	۷۶۱/۸۰ **	۱۷۰/۸۰ **
مکان×سال	۲	۵۴/۵۰ ^{ns}	۲۰/۱۰ ^{ns}	۱۲/۵۰ ^{ns}	۲۲/۴۰ ^{ns}
خطا ۱	۱۸	۶۰/۸۰	۲/۵۰	۱۷/۱۰	۱۱/۴۰
خاک‌ورزی	۲	۳۷/۰۰ ^{ns}	۳/۲۰ ^{ns}	۱۲/۵۰ ^{ns}	۲/۳۰ ^{ns}
خاک‌ورزی×سال	۴	۵۳/۷۰ ^{ns}	۱/۵۰ ^{ns}	۱۷/۵۰ ^{ns}	۱۷/۴۰ ^{ns}
مکان×خاک‌ورزی	۲	۱۰/۵۹ ^{ns}	۲/۱۰ ^{ns}	۶/۹۰ ^{ns}	۱۳/۵۰ ^{ns}
مکان×سال×خاک‌ورزی	۴	۶۰/۹۰ ^{ns}	۳/۰۰ ^{ns}	۲۳/۰۰ ^{ns}	۷/۹۰ ^{ns}
خطا ۲	۳۶	۲۵/۱۰	۱/۵۰	۴/۹۰	۴/۹۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۰۰	۱۷/۲۰	۱۳/۷۰	۱۲/۰۰

**، * و^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی در دو مکان و سه سال.

تیمارها	عملکرد علوفه (تن در هکتار)	وزن تر برگ (تن در هکتار)	وزن تر ساقه (تن در هکتار)	وزن تر بلال (تن در هکتار)
بدون خاک‌ورزی	۴۲/۵۳ ^a	۷/۰۳ ^a	۱۶/۷۴ ^a	۱۸/۷۷ ^a
دیسک	۴۲/۳۵ ^a	۷/۴۸ ^a	۱۶/۴۴ ^{ab}	۱۸/۴۴ ^a
شخم و دیسک	۴۰/۳۰ ^a	۶/۷۶ ^a	۱۵/۳۷ ^b	۱۸/۱۷ ^a

در هر ستون و برای هر صفت، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

وزن تر ساقه: چنان‌که از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص است، بین سه روش خاک‌ورزی، تفاوت معنی‌داری برای وزن تر ساقه در سطح ۵ درصد وجود دارد. بیشترین وزن تر ساقه به میزان ۱۶/۷۴ تن در هکتار مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار دیسک به مقدار ۱۶/۴۴ تن در هکتار نداشت. کمترین وزن تر ساقه را تیمار شخم و دیسک به مقدار ۱۵/۳۷ تن در هکتار داشت که تفاوت معنی‌داری با تیمار بدون خاک‌ورزی داشت (جدول ۲).

وزن تر بلال: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر بلال در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (جدول ۲). با تیمار بدون خاک‌ورزی بیشترین وزن تر بلال به میزان

۱۸/۷۷ تن در هکتار به‌دست آمد که با تیمار دیسک (۱۸/۴۴ تن در هکتار) و تیمار شخم و دیسک (۱۸/۱۷ تن در هکتار) تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۲).

عملکرد علوفه خشک: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد علوفه خشک دارند (جدول ۳)، به‌طوری‌که در روش بدون خاک‌ورزی بیشترین عملکرد علوفه خشک به میزان ۱۵/۳۱ تن در هکتار حاصل می‌شود. این روش خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری با دو روش دیگر خاک‌ورزی داشت. روش خاک‌ورزی دیسک با ۱۴/۵۳ تن در هکتار رتبه دوم را به خود اختصاص داد ضمن این که کمترین مقدار علوفه خشک از تیمار شخم و دیسک با ۱۴/۳۴ تن در هکتار به‌دست آمد که با تیمار دیسک با عملکرد ۱۴/۳۶ تن در هکتار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب اثر خاک‌ورزی بر برخی صفات مورد مطالعه در دو مکان و سه سال.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال
سال	۲	۱۶۸/۵۱ **	۲۵/۰۳ **	۷۴/۳۱ **	۱/۲۸ ^{ns}
مکان	۱	۹۵/۹۴ **	۵/۰۵ **	۴۴/۶۹ **	۲۸/۱۰ **
سال × مکان	۲	۶/۲۱ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۵۷/۰ ^{ns}	۱/۵۸ ^{ns}
خطا ۱	۱۸	۳/۸۰	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۵۶
خاک‌ورزی	۲	۵/۶۴ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۲/۲۷ *	۱/۰۱ ^{ns}
سال × خاک‌ورزی	۴	۶/۳۱ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۱/۱۰ ^{ns}
خاک‌ورزی × مکان	۲	۸/۰۴ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۴۰ ^{ns}	۰/۸۵ ^{ns}
خاک‌ورزی × سال × مکان	۴	۴۰/۶ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۱ ^{ns}	۱/۶۲ ^{ns}
خطا ۲	۳۶	۷۱/۲	۰/۰۹	۰/۵۰	۰/۶۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۱/۰۹	۱۱/۱۳	۱۳/۰۶	۱۲/۱۰

**، * و^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

وزن خشک برگ: بر پایه نتایج مقایسه میانگین‌ها، روش‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر میزان وزن خشک تر ذرت ندارند. تیمار دیسک با ۲/۶۸ تن در هکتار بیشترین میزان وزن خشک را ایجاد کرد. تیمارهای بدون خاک‌ورزی با ۲/۵۰ تن در هکتار و شخم و دیسک با ۲/۴۱ تن در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی در دو مکان و سه سال.

تیمارها	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	وزن خشک برگ (تن در هکتار)	وزن خشک ساقه (تن در هکتار)	وزن خشک بلال (تن در هکتار)
بدون خاک ورزی	۱۵/۳۱ ^a	۲/۵۰ ^a	۵/۷۷ ^a	۷/۰۴ ^a
دیسک	۱۴/۵۳ ^b	۲/۶۸ ^a	۵/۱۸ ^b	۶/۶۷ ^b
شخم و دیسک	۱۴/۳۶ ^b	۲/۴۱ ^a	۵/۳۴ ^b	۶/۶۱ ^b

در هر ستون و برای هر صفت، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

وزن خشک ساقه: نتایج تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها، مندرج در جدول‌های ۳ و ۴ بیانگر تأثیر معنی‌دار روش‌های خاک‌ورزی بر وزن خشک ساقه است. از این رو بیشترین وزن خشک ساقه از روش بدون خاک‌ورزی به مقدار ۵/۷۷ تن در هکتار به دست‌آمد که با روش‌های دیگر خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری دارد روش دیسک با ۵/۱۸ تن در هکتار در رتبه دوم قرار گرفت. روش شخم و دیسک با ۵/۳۴ تن در هکتار کمترین میزان وزن خشک ساقه را ایجاد نمود، اما با تیمار دیسک تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۴).

وزن خشک بلال: در روش بدون خاک‌ورزی بیشترین وزن خشک بلال به میزان ۷/۰۴ تن در هکتار تولید شده است که با روش‌های دیگر خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد. روش دیسک با ۶/۶۷ تن در هکتار در رتبه دوم قرار گرفت. روش شخم و دیسک با ۶/۶۱ تن در هکتار کمترین وزن خشک بلال را تولید کرد که تفاوت معنی‌داری با عملکرد روش دیسک ندارد (جدول ۴).

ارتفاع بوته: بر پایه نتایج تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها، تفاوت ارتفاع بوته ذرت در سه تیمار خاک‌ورزی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵ و ۶). در میان روش‌های سه‌گانه خاک‌ورزی، کمترین ارتفاع بوته در خاک‌ورزی شخم و دیسک (۱۷۴/۳ سانتی‌متر) حاصل شده که تفاوت معنی‌داری با روش بدون خاک‌ورزی (۱۸۱/۴ سانتی‌متر) و دیسک (۱۸۳/۸ سانتی‌متر) داشت. روش بدون خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری با خاک‌ورزی به شیوه دیسک نداشت (جدول ۶).

قطر بلال: روش‌های سه‌گانه خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری از نظر تأثیر بر قطر بلال ندارند. روش دیسک با ۴/۹۵ سانتی‌متر و روش شخم و دیسک با ۴/۷۳ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین قطر بلال را داشتند. روش بدون خاک‌ورزی با ۴/۸۲ سانتی‌متر در رتبه دوم قرار گرفت (جدول ۶).

مقایسه اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد سیلویی علوفه ذرت

جدول ۵- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب اثر خاک‌ورزی بر برخی صفات مورد مطالعه در دو مکان و سه سال.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال
سال	۲	۸۰۴۷/۵۰**	۰/۳۵**	۱۳۸/۵۳**	۶/۴۲ ^{ns}
مکان	۱	۱۳۵۵/۱۰**	۱۴/۹۲**	۱۵۴۲/۳۵**	۴/۵۸**
سال × مکان	۲	۱۰۲۴/ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۸/۵۳ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}
خطا ۱	۱۸	۲۲۰/۱۰	۰/۰۲	۳/۹۰	۰/۳۸
خاک ورزی (A)	۲	۵۸۷/۵۰**	۰/۰۴ ^{ns}	۲۰/۷۲*	۳/۵۷ ^{ns}
سال × خاک ورزی	۴	۷۱/۹۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۷/۰۳ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}
خاک ورزی × مکان	۲	۵۳/۵۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۷/۷۳ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}
خاک ورزی × سال × مکان	۴	۲۲۳/۹۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۷/۰۳ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}
خطا ۲	۳۶	۹۵/۶۰	۰/۰۳	۵/۲۴	۱/۰۳۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۴۴	۳/۶۳	۶/۹۱	۴/۰۵

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار ^{ns}

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی در دو مکان و سه سال.

تیمارها	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه بلال
بدون خاک ورزی	۱۸۱/۴ ^a	۴/۸۲ ^a	۳۳/۹۰ ^a	۱۴/۵۹ ^a
دیسک	۱۸۳/۸ ^a	۴/۹۵ ^a	۳۳/۳۰ ^a	۱۴/۱۰ ^a
شخم و دیسک	۱۷۴/۳ ^b	۴/۷۳ ^a	۳۲/۰۸ ^b	۱۳/۸۳ ^a

در هر ستون و برای هر صفت، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

تعداد دانه در ردیف بلال: کمترین مقدار دانه در ردیف (۳۲/۰۸ عدد) با اعمال روش شخم و دیسک تولید می‌شود که با دو روش دیگر تفاوت معنی‌داری دارد. هر روش بدون خاک‌ورزی با ۳۳/۹۰ عدد بیشترین دانه در ردیف را تولید می‌کند که از این نظر با تولید دانه در ردیف (۳۳/۳۰ عدد) روش دیسک با ۳۳/۳۰ متفاوت است اما با تولید دانه در ردیف روش بدون خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۶).

تعداد ردیف دانه بلال: بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری از نظر تأثیر بر تعداد ردیف دانه در بلال وجود نداشت. روش بدون خاک‌ورزی با ۱۴/۵۹ عدد بیشترین و روش شخم و دیسک با ۱۳/۸۳ عدد کمترین تعداد ردیف دانه را داشتند. روش دیسک با ۱۴/۱۰ عدد در ردیف دانه در رتبه دوم قرار گرفت. کاهش هزینه تولید در کشت حفاظتی به علت استفاده نکردن از وسایل تهیه زمین بعد از برداشت گندم، کاهش مصرف آب به علت حفاظت از خاک توسط کاه و کلش گندم و زیر و رو نشدن خاک و حفظ کارایی تولید و حفاظت از خاک از مزایای کشت حفاظتی نسبت به کشت مرسوم بود. میزان آفات و بیماری‌ها در هر دو کشت یکسان بود. در هر سه سال اجرای آزمایش در دو منطقه، دور آبیاری در کشت حفاظتی نسبت به کشت مرسوم دو مرتبه کمتر بود.

توصیه ترویجی

با توجه به نبود تفاوت معنی‌دار در تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر وزن تر برداشتی و عملکرد بلال از یک سو و برتری عملکرد علوفه خشک در روش بدون خاک‌ورزی نسبت به دیگر روش‌های خاک‌ورزی، توصیه می‌شود در کشت دوم ذرت پس از برداشت گندم و جو، از روش کشت حفاظتی استفاده شود. کاهش هزینه تولید در کشت حفاظتی به علت عدم استفاده از ادوات آماده‌سازی زمین، کاهش مصرف آب به علت حفاظت از خاک توسط کاه و کلش و زیر و رو نشدن خاک و حفظ کارایی و بهبود تولید و حفاظت از خاک، از مزایای دیگر کشت حفاظتی نسبت به کشت مرسوم است. از طرفی در کشت مرسوم چند روزی برای آماده‌سازی زمین لازم است و در مناطقی مانند مازندران اگر در هنگام کشت بارندگی پیش‌آید، زمان بیشتری برای تهیه زمین و کشت لازم بوده و اگر تأخیری در کشت ایجاد شود، ممکن است گیاه با سرمای پاییزه مواجه شود، اما در کشت حفاظتی بلافاصله بعد از برداشت می‌توان اقدام به کشت نمود، زیرا نیازی به آماده‌سازی زمین نمی‌باشد.

منابع

- ۱- بی‌نام، آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۴. ۹۵۶ صفحه.
- ۲- صدقی، ر. و عباسپور گیلانده، ی. ۱۳۹۳. پیش‌بینی میزان خردشدگی خاک طی عملیات خاک‌ورزی با استفاده از سیستم استنتاج فازی-عصبی (ANFIS). ماشین‌های کشاورزی. (۴): ۳۸۷-۳۸۹.
- ۳- نور محمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات. دانشگاه شهید چمران اهواز. جلد اول. ۴۴۶ صفحه.

- ۴- همت، ع. و اسدی خشویی، ا. ۱۳۷۶. اثرات سیستم‌های مستقیم کاشت، بی‌برگردان‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر عملکرد دانه گندم پاییزه آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. (۲۸): ۱۹-۳۳.
5. Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J. and Baidoo, D. 2006. Effect of Planting Depth on Maize Stand Establishment. *Journal of the Ghana Institution of Engineers*. 4(2): 20-25.
 6. Anna, K., Bandick, P. and Richard, p. 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biolgy and Biochemistry*. 31: 1471-1479.
 7. Ardell, D.H., Brain, J.W. and Alfred, L.B. 2001. Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. *Agronomy Journal*. 93: 836-841.
 8. Burgess, M.S., Mchuys, G.R. and Madran motto, C.A. 1996. Tillage and crop residue effects on corn production in Quebec. *Agronomy Journal*. 88:702-797.
 9. Compbell, J.A. and Akhtar, M.E. 1998. Impact of tillage on soil water regimes in the rainfed areas of Pakistan. *Soil Physics*. P. 276-275.
 10. Govaerts, B., Sayer, K.D., Goudeseune, B., Corte, P., Lichter, K., Dendooven, L. and Deckers, J. 2009. Conservation Agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. *Soil tillage*. 103: 222-230.
 11. Ferri, D., Giorgio, D. and Rizzo, V. 1988. Nitrogen utilization efficiency and N harvest index on durum wheat cropped with different soil tillage *Annali-dell. Istituto Sperimentale-Agronomico. Bari (Italy)*. 19: 85-99.
 12. Iqbal, M., Hassan, A.U., Ali, A. and Rizwanullah, M. 2005. Residual effect of tillage and farm manure on some soil physical properties and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agricultural Biology*. 1: 54-57.
 13. Khurshid, K., Iqbal, M., Arif, M.S. and Nawaz, A. 2006. Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. *International Journal of Agricultural Biology*. 5: 593-596.
 14. Merrill, S.D., Black, A.L., Fryrear, D.L., Saleh, A., Zobeck, T.M., Halvorson, A.D. and Tanaka, D.L. 1999. Soil wind erosion hazard of spring wheat- fallow as affected by long- term climate and tillage. *Soil Science Society of American Journal*. 63: 1768-1777.
 15. Miralles, D.J. and Richards, R.A. 2000. Responses of leaf and tiller emergence and primordium initiation in wheat and barely to interchanged photoperiod. *Annals of Botany*. 85: 655-663
 16. Morgan, R.P.C. 1996. *Soil erosion and conservation*. Addison Wesley Longman, UK. pp 198.
 17. Rao, S.C. and Dao, T.H. 1992. Fertilizer placement and tillage effects of nitrogen assimilation by wheat. *Agronomy Journal*. 84: 1028-1032.
 18. Saif, U., Maqsood, M., Farooq, M., Hussain, S. and Habib, A. 2003. Effect of planting patterns and different irrigation levels on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Agricultural Biology*. 1: 64-66.
 19. Vyn, T.J., Opoku, G. and Swanton, C.J. 1998. Residue management and minimum tillage systems for soyabean following wheat. *Agronomy Journal*. 90: 131-138.

20. Wang, X.B., Cai, D.X., Perdok, U.D., Hoogmoed, W.B. and Oenema, O. 2007. Development in conservation tillage in rainfed regions of north China. *Soil tillage Research*. pp. 239-250.
21. Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A., Nagy, C.N., Wall, D.D. and May, W.E. 2004. Effect of tillage method and crop rotation on non renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. *Soil and Tillage Research*. 77: 125-136.