بررسی تأثیر روش های خاکورزی و عمق کود بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۶۶۶ در شهرستان شوشتر استان خوزستان(کدمة له ۲۹۵)

سید حسین زواری[۱]، محمد امین آسودار[۲]، مهدی سعادت فرد[۳]، فرامک عزیز کریمی[۴]

چکیده

به کارگیری روش‌های نوین خاکورزی، از نظر بهبود کیفی خاک از جمله خرد شدن یکنواخت کلوخه‌ها، دارای اهمیت بسزایی است. لذا بخش وسیعی از مکانیزاسیون به بهبود شرایط عملیات خاک‌ورزی ارتباط دارد. از طرف دیگر، کاربرد کود به ویژه کودهای فسفاته به صورت پخش سطحی توسط زارعین قبل از عملیات کاشت، علاوه بر تجمع کود در لایه سطحی خاک، موجب تلفات بخشی از میزان کود مصرفی به خصوص در کشت گیاهان ردیفی نظیر ذرت می‌گردد. به این منظور اثرات روش‌های خاکورزی و عمق کود بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۶۶۶ در یک طرح آزمایشی دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۸۶- ۱۳۸۵ در شهرستان شوشتر واقع در شمال خوزستان در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش بعد از اعمال تیمارهای زیرشکن هر کرت اصلی به وسیله‌ی مرز به شش کرت فرعی مساوی تقسیم و سپس تیمارهای خاکورزی و عمق کود اجرا شد. تیمارهای زیرشکن شامل استفاده از زیرشکن تا عمق ۶۰ سانتی‌متری و عدم استفاده از آن بود. خاکورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار+ دو دیسک + ماله)، کم خاکورزی (دو دیسک + ماله) و استفاده از سیکلوتیلر به جای دیسک (گاوآهن برگردان‌دار+ سیکلوتیلر+ ماله) نیز به عنوان روش‌های مختلف خاکورزی درنظر گرفته شد. کودکاری نیز در دو عمق ۵ و ۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. سیستم خاکورزی (گاو آهن برگردان‌دار+ سیکلوتیلر) با تفاوت معنی‌دار در تعداد بوته‌های سبز شده و طول بلال با عملکرد ۸۴۱۵/۵ کیلوگرم در هکتار (۲/۳۴ درصد افزایش) بین سایر تیمارها به عنوان مناسب‌ترین سیستم خاکورزی مشخص گردید. استفاده از زیرشکن نیز با میانگین ۸۸۸۵/۳ نسبت به روش مرسوم ۹/۹۲ درصد افزایش داشته است. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار استفاده از سیکلوتیلر به جای دیسک و عمق کود ۵ سانتی‌متر با استفاده از زیرشکن با میانگین عملکرد دانه‌ی ۹۹۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به روش مرسوم ۲۴/۶۲ درصد افزایش داشته است. بنابراین سیستم خاکورزی استفاده از سیکلوتیلر به جای دیسک به عنوان مناسب‌ترین سیستم خاکورزی به همراه استفاده از زیرشکن و کودکاری در عمق ۵ سانتی‌متر مناسب‌ترین ترکیب برای به دست آوردن حداکثر تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و در نهایت حصول بیشترین عملکرد شناخته شد.

کلید واژه: خاک‌ورزی، زیرشکن، کودکاری، عملکرد ذرت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، پست الکترونیک: Zawari_h@yahoo.com
۲- استادیار گروه ماشین های کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملاثانی
۳- کارشناس ارشد ماشین های کشاورزی، عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملاثانی
۴- کارشناس ارشد زراعت، مدیر زراعت جهاد کشاورزی استان خوزستان

بررسی تاثیر روش های خاک ورزی و عمق کود بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۶۶۶ در شهرستان شوشتر استان خوزستان

سید حسین زواری[۱]، محمد امین آسودار[۲]، مهدی سعادت فرد[۳] و فرامک عزیز کریمی[۴]

چکیده:

بکارگیری روش‌های نوین خاک‌ورزی، از نظر بهبود کیفی خاک از جمله خرد شدن یکنواخت کلوخه‌ها، دارای اهمیت بسزایی است. لذا بخش وسیعی از مکانیزاسیون به بهبود شرایط عملیات خاک‌ورزی ارتباط دارد. از طرف دیگر، کاربرد کود بویژه ودهای فسفاته به صورت پخش سطحی توسط زارعین قبل از عملیات کاشت، علاوه بر تجمع کود در لایه سطحی خاک، موجب تلفات بخشی از میزان کود مصرفی بخصوص در کشت گیاهان ردیفی نظیر ذرت می‌گ دد. به این منظور اثرات روش‌های خاک‌ورزی و عمق کود بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۶۶۶ در یک طرح آزمایشی دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ در شهرستان شوشتر واقع در شمال خوزستان در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش بعد از اعمال تیمارهای زیرشکن هر کرت اصلی به وسیله‌ی مرز به شش کرت فرعی مساوی تقسیم و سپس تیمارهای خاک‌ورزی و عمق کود اجرا شد. تیمارهای زیرشکن شامل استفاده از زیرشکن تا عمق ۶۰ سانتی‌متری و عدم استفاده از آن بود. خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار+ دو دیسک+ ماله)، کم خاک‌ورزی (دو دیسک + ماله) و استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک (گاوآهن برگردان‌دار+ سیکلوتیلر+ ماله) نیز به عنوان روش‌های مختلف خاک‌ورزی در نظر گرفته شد. کودکاری نیز در دو عمق ۵ و ۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. سیستم خاک‌ورزی (گاو آهن برگردان ار+ سیکلوتیلر) با تفاوت معنی‌دار در تعداد بوته‌های سبز شده و طول بلال با عملکرد ۸۴۱۵/۵۶۹ کیلوگرم در هکتار (۲/۳۴ درصد افزایش) بین سایر تیمارها به عنوان مناسب‌ترین سیستم خاک‌ورزی مشخص گردید. استفاده از زیرشکن نیز با میانگین ۸۸۸۵/۳۵ نسبت به روش مرسوم ۹/۹۲ درصد افزایش داشته است. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک و عمق کود ۵ سانتی‌متر با استفاده از زیرشکن با میانگین عملکرد دانه‌ی ۹۹۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به روش مرسوم ۲۴/۶۲ درصد افزایش داشته است. بنابراین سیستم خاک‌ورزی استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک به عنوان مناسب‌ترین سیستم خاک‌ورزی به همراه استفاده از زیرشکن و کودکاری در عمق ۵ سانتی‌متر مناسب‌ترین ترکیب برای به دست آوردن حداکثر تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و در نهایت حصول بیشترین عملکرد شناخته شد.

واژه های کلیدی: خاک‌ورزی، زیرشکن، کودکاری، عملکرد ذرت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، دور نگار: ۰۶۱۲-۶۲۱۴۴۷۷
پیام نگار: zawari_h@yahoo.com
۲- استادیار گروه ماشینهای کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملاثانی، دور نگار: ۰۶۱۲-۳۳۲۲۴۲۵
۳- کارشناس ارشد ماشین های کشاورزی، عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ملاثانی،
۴- کارشناس ارشد زراعت، مدیر زراعت جهاد کشاورزی استان خوزستان

مقدمه:

بهره‌وری پایدار از خاک به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان منابع طبیعی در تولید مواد غذایی، مواد خام مورد نیاز صنایع کشاورزی و حفظ شرایط زیست محیطی جهان در بسیاری از کشورها مورد توجه برنامه ریزان و دولتمردان قرار گرفته است (ادواردز و همکاران، ۱۳۷۹؛ هاتفیلد و همکاران، ۱۳۷۶). امروزه حدود ۳۵۰ میلیون هکتار از اراضی جهان در اثر اجرای عملیات خاک‌ورزی شدید و نامناسب دچار فرسایش و تخریب گردیده است (صیادیان و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین اعمال مدیریت صحیح جهت کاهش عملیات خاک‌ورزی و تردد تراکتور به نحوی که اهداف خاک‌ورزی را برآورده ساخته و ضمن جلوگیری از فرسایش و تخریب ساختمان خاک، زمان و انرژی مورد نیاز جهت تهیه بستر بذر را کاهش دهد از اهمیت ویژه ای برخوردار است (حسین پ ر و همکاران، ۱۳۸۱). تحقیقات نشان داده است خاک‌ورزی مرسوم باعث لخت ماندن خاک سطحی شده و این خود یکی از عمده‌ترین دلایل فرسایش خاک محسوب می گردد (صیادیان و همکران، ۱۳۸۴؛ هاتفیلد و همکاران، ۱۳۷۶). تـ یر و همکاران[۱] (۱۹۹۷) و سیجما و همکاران[۲] (۱۹۹۸) گزارش دادند که روش خاکورزی مرسوم (شخم با گاو آهن برگردان‌دار) همراه با خاک‌ورزی ثانویه آن پر هزینه‌ترین سیستم خاک‌ورزی می باشد. بطوری که با جایگزینی روش های کم خاک‌ورزی می توان در هزینه‌های سالیانه خاک‌ورزی به میزان ۴۰ تا ۴۴ درصد برای تناوب ۳ له و ۱۰ تا ۴۰ درصد برای تناوب دو ساله جو- سویا صرفه جویی کرد. همچنین با بررسی اثرات دیسک بر فشردگی خاک و مقایسه آن با سایر روشهای خاک‌ورزی نتیجه گرفتند که در خاک‌ورزی با دیسک، بدون اینکه لایه فشرده و سختی در زیر لایه شخم ایجاد گردد، یکنواختی تراکم حجمی حفظ می شود. آنها همچنین دریافتند که خاک‌ورزی با دیسک نه تنها مانع فشردگی دوباره می شود، بلکه به نظر می رسد باعث جلوگیری از فرونشست دوباره در انواع خاک‌ها می شود. بطوری که تحقیقات انجام شده در جنوب فلوریدا در امریکا و در خاکهای هیستوسول[۳] که سرشار از ماده-ی آلی است نشان داد که خاک‌ورزی باعث اکسایش شدید مواد آلی خاک شده و مدتی بعد این قبیل خاک‌ها دچار نشست می-شوند (صیادیان و همکاران، ۱۳۸۴). مک‌کلوسکی و همکاران[۴] (۲۰۰۳) و آلموند و همکاران[۵] (۱۹۸۳ و ۱۹۸۴) معتقدند که علاوه بر اینکه روش های کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی اثر منفی روی درصد سبز شدن محصول پنبه ندارند، بلکه باعث استقرار بوته و یکنواختی در سبز شدن می شوند. در صورتی که به گفته‌ی صادق نژاد (۱۳۸۵)، خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار به دلیل از دست دادن رطوبت خاک باعث غیر یکنواختی سبز شدن بذور می‌شود. گریفت و همکاران[۶] (۱۹۷۳)، صیادیان و همکاران (۱۳۸۴) و لیچ و همکاران[۷] (۲۰۰۵) گزارش دادند که شخم های حفاظتی به طور اعم رطوبت بیشتری را در خاک ذخیره نموده و ضمن کاهش تبخیر، موجب افزایش نفوذ پذیری خاک می‌شوند.

ملکوتی و همکاران (۱۳۷۹ و ۱۳۸۴) و هیگن و همکاران (۱۳۷۳) اعتقاد داشتند ذرت یکی از محصولات پر توقع بوده که معمولا نیاز غذایی بالایی دارد و حدوداً برای تولید ۱۰ تن ذرت در هکتار ۴۰ کیلوگرم فسفر خالص از خاک برداشت می‌گردد و حد بحرانی فسفر برای محصول ذرت را ۲۰ و غیبی و همکاران (۱۳۷۸)، ۲۱/۵ میلی‌گرم خاک به دست آورده اند. از طرف دیگر مصرف کود فسفر نیز همواره هزینه‌ی بالایی را به خود اختصاص می‌دهد و از آنجایی که کود فسفر جز کودهای وارداتی می‌باشد، لذا اگر بتوان در مصرف آن صرفه جویی کرد می‌توان از خروج ارز جلوگیری و همچنین مشکل کشاورز را برای تهیه‌ی آن کاهش اد (افصحی و همکاران، ۱۳۸۵). طبق آمارهای موجود سالانه نزدیک به ۵۹۵ هزار تن کودهای دی آمونیوم فسفات و سوپر فسفات تریپل در کشور مصرف می‌شود (لطف الهی و همکاران، ۱۳۷۹). اما با وجود این به علت انجام واکنش‌های شیمیایی خاص، تحرک این کود در خاک زیاد نبوده و چون بازیابی توسط گیاه و اتلاف از راههای مختلف نیز نسبتاً کم است درصد قابل ملاحظه‌ای از این

۱- Tessier et al.
۲- Sijtsma et al.
۳- Histosols
۴- McCloskey et al.
۵- Almond et al.
۶- Grifth et al.
۷- Licht et al.

کود در محل مصرف باقی مانده و استفاده مداوم از آن طی سالهای مختلف موجب تجمع فسفر در خاک های زراعی می گردد (کریمیان، ۱۳۷۷). کاربرد کود بویژه ودهای فسفاته بصورت پخش سطحی توسط زارعین قبل از عملیات کاشت، علاوه بر تجمع کود در لایه سطحی خاک، موجب تلفات بخشی از میزان کود مصرفی بخصوص در کشت گیاهان ردیفی نظیر ذرت می‌گردد (روزبه و همکاران، ۱۳۸۵). بورگس و همکاران[۱] (۲۰۰۳) بر روی زراعت سویا با مقایسه اثرات جایگذاری نواری و پخش سطحی کودهای فسفر و پتاسیم، نشان دادند که بین تیمارهای آزمایشی، جایگذاری عمقی کود (۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر) در تیمار ۳۰ کیلوگرم فسف و در پخش فسفر میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار در سطح ۱ درصد بیشترین عملکرد را داشته‌اند. مالینز و همکاران[۲] (۱۹۹۸) نیز در آزمایشی اثرات جایگذاری نواری پتاسیم و عملیات زیرشکن در ردیف بر عملکرد پنبه را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که عملیات زیرشکنی در ردیف به همراه جایگذاری نواری کود پتاسیم موجب افزایش حجم و وزن ریشه پنبه گردید. پرومل[۳] (۱۹۵۷)، دری و همکاران (۱۳۸۵) و چودری و همکاران[۴] (۱۹۹۱)، نیز در گزارشات خود اظهار داشتند کودکاری در مزرعه‌ی سیب زمینی مصرف کود را تا ۱/۵ برابر کاهش می‌دهد و استفاده از ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم به صورت جایگذاری نواری در مقایسه با کود پاشی عملکرد سیب زمینی را به میزان ۱۷۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. در مجموع بررسی منابع نتایج بسیار متفاوتی را در مورد عمق جایگذاری کود در محصولات مختلف نشان داد. به عنوان مثال منگل و همکاران[۵] (۱۹۸۲) و هیگن و همکاران (۱۳۷۳) عمق ۵ سانتی متری در ذرت، گنزالز و همکاران[۶] (۱۹۷۹) عمق ۳۰ سانتی‌متری در ذرت و رهم و همکاران[۷] (۱۹۸۶ و ۱۹۸۸) عمق ۱۲ سانتی‌متری در ذرت و سویا را بر افزایش عملکرد نهایی محصول مورد آزمایش موثر دانسته‌اند. اسکن ری و همکاران (۱۳۸۰) نیز در بررسی اثر جایگذاری کود بر عملکرد گندم دیم گزارش دادند جایگذاری کود در عمق ۹ سانتی‌متری زیر بذر با میانگین عملکرد ۱۸۸۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملک د و تعداد سنبله در واحد سطح را نسبت به روش مرسوم داشته است. افصحی و همکاران (۱۳۸۵) نیز در بررسی‌های خود گزارش دادند که عملکرد دانه ذرت در هنگام جایگذاری کود در عمق ۵ سانتی متر و در حد توصیه آزمون خاک در مقایسه با روش مرسوم افزایش ۲۵ درصدی دارد. همچنین ریان[۸] (۱۹۸۸) در مطالعه‌ی عکس العمل گندم نسبت به مقادیر مختلف فسفر و روش های کاربرد آن در شرایط دیم به این نتیجه رسیده بود که بیشترین عملکرد دانه (۲/۷ تن در هکتار) در روش جایگذاری کود در عمق ۵ سانتی‌متر و به ازای مصرف ۳۰ کیلوگرم فسفر در خاک بدست آمده است. البته دانک و همکاران[۹] (۱۹۸۹) اعلام کردند کودکاری در عمق ۵ سانتی‌متری در زیر و کنار غده‌ی سیب زمینی یا در عمق ۱۰-۸ سانتی‌متری، مقادیر کود فسفات آمونیوم و نیز روش‌های مختلف کود دهی تاثیری روی بازار پسندی غده های سیب زمینی نداشته است. همچنین هاولین[۱۰] (۱۹۸۷) در گزارش مدیریت مصرف کود در سیستم در تولید ذرت نتیجه گرفت که قرار دادن کود در عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری در روش کود دهی نواری تاثیری بر افزایش عملکرد محصول از نظر آماری نداشته است.

روزبه و همکاران (۱۳۸۴) و جونز و همکاران[۱۱] (۱۹۹۹) در بررسی‌های خود اظهار داشتند، مقاومت زیاد لایه‌های خاک در اطراف ریشه باعث کاهش رشد ریشه و کمبود آب و مواد غذایی در دسترس گیاه می‌شود. راقه وان و همکاران[۱۲] (۱۹۷۸) و تیلور[۱]

۱- Borges et al.
۲- Mullins et al.
۳- Prummel
۴- Chowdhury et al.
۵- Mengel et al.
۶- Gonzalez et al.
۷- Rehm et al.
۸- Ryan
۹- Dahnke et al.
۱۰- Havlin

۱- Jones et al.
۲- Raghavan et al.

(۱۹۹۱) حد بهینه‌ی فشردگی خاک جهت رشد و نفوذ ریشه گیاهان را ۲ مگا پاسکال عنوان کرده اند. به گفته‌ی آنها با افزایش تراکم خاک از این حد دسترسی ریشه به مواد غذایی و آب مشکل می‌گردد و همچنین توسعه‌ی سیستم ریشه نیز مختل می‌گ دد. به طوری که به گفته‌ی جونز و همکاران (۱۹۹۹)، وقتی که شاخص مخروط خاک از ۲ مگا پاسکال بیشتر گردد عملکرد محصول را از صفر تا ۶۰ درصد می‌تواند کاهش دهد. گامدا و همکاران[۲] (۱۹۸۵)، گاوآهن برگردان دار را علت اصلی ایجاد لایه‌ی سخت[۳] در خاک‌های زراعی عنوان کرده‌اند. همچنین بلیک و همکاران[۴] (۱۹۷۶) تغییرات چگالی ظاهری خاک در یک دوره ۹ ساله در دو حالت خاک کوبیده شده و کوبیده نشده را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که ب د از ۹ سال بیشترین افزایش چگالی ظاهری خاک عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر یعنی زیر لایه شخم اتفاق افتاده ست. همچنین ریوس و همکاران[۵] (۱۹۹۵) نیز استفاده از زیرشکن را در افزایش عملکرد نهایی ذرت موثر دانسته است و پل[۶] (۱۹۹۳) نیز گزارش داد که میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک با افزایش عمق جابجایی خاک بوسیله ماشین کاهش یافته، نفوذ پذیری خاک و عملکرد محصول افزایش می‌یابد. بطوری که وی و همکاران[۷] (۱۹۹۰) در مقایسه چند روش خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد ذرت نتیجه گرفتند زیرشکنی بطور معنی داری جرم حجمی ظاهری را کاهش و ذخیره رطوبتی تا عمق ۴۵ سانتی‌متری را ۱۵ الی ۳۰ درصد افزایش داد. در این مطالعه زیرشکنی ۲۴ درصد عملکرد ذرت را افزایش اد. آزمون توزیع ریشه نیز حاکی از آن بود که لایه‌ی سخت بطور جدی توسعه‌ی ریشه را محدود می سازد. آنها نتیجه گرفتند که افزایش عملکرد به علت دسترسی بیشتر گیاه به رطوبت و مواد غذایی و در نهایت افزایش حجم ریشه می باشد. گاجری و همکاران[۸] (۱۹۹۱) نیز گزارش دادند، خاک‌ورزی عمیق در گندم باعث افزایش چگالی ریشه، کارایی مصرف آب و عملکرد به میزان ۱۱ الی ۲۰ درصد و اوینگ و همکاران[۹] (۱۹۹۱) با توجه به نوع خاک، آیش و پوشش گیاهی خاک، افزایش عملکرد در ذرت دانه‌ای را ۲۵ الی ۸۶ درصد عنوان کرده‌اند. البته چاجی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی تاثیر چند روش خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه اظهار داشتند استفاده از زیرشکن عملکرد محصول را افزایش می‌دهد ولی در مقایسه با عدم استفاده از آن، اختلاف دو روش از نظر آماری معنی‌دار نیست. کرمی و همکاران (۱۳۸۵) نیز در استفاده از زیرشکن در محصول گندم همین نتیجه را گزارش کرده اند.

بنابراین با توجه به عزم دولت مبنی بر گسترش سطح زیر کشت ذرت، بهبود تکنیکی زراعت آن، افزایش عملکرد در واحد سطح و رسیدن به خود کفایی در تولید این محصول به علت اهمیت فوق العاده زیادی که در تأمین خوراک دام ها و پرندگان و مصارف دارویی و صنعتی دارد (خدابنده، ۱۳۷۹) و با عنایت به نتایج متفاوت به دست آمده از مقایسه‌ی روش‌های مختلف خاک-ورزی، کودکاری و زیرشکن برای محصول ذرت و با توجه به اهمیت انتخاب یک سیستم خاک‌ورزی مناسب برای دستیابی به یک کشاورزی پایدار، این تحقیق به منظور مطالعه‌ی تاثیر ماشین و نوع شخم بر عملکرد ذرت دانه‌ای رقم ۶۶۶ انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در منطقه‌ی میان آب شهرستان شوشتر واقع در استان خوزستان که در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه عرض شمالی و ۴۸ درجه طول شرقی و در ارتفاع ۶۷۱ متری از سطح دریا بر روی یک خاک لومی رسی با اسیدیته گل اشباع ۷/۷۷ که فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۵/۶ و ۲۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و درصد کربن آلی آن ۰/۷۷ درصد بود انجام یافت. زمین اجرای آزمایش در یک تناوب دو ساله به ترتیب گندم- ذرت بوده و در سال قبل زیر کشت گندم

۳- Taylor
۴- Gameda et al.
۵- Hardpan
۶- Blake et al.
۷- Reeves et al.
۸- Poul
۹- Adeoye et al.
۱۰- Gajri et al.
۱۱- Ewing et al.

بوده است. مساحت کل زمین مورد استفاده قبل از انجام عملیات ۶۷۶۸ متر مربع به ابعاد ۱۴۱×۴۸ متر اندازه گیری شد. میزان بارندگی سالیانه منطقه بر اساس آمار ۵۰ ساله اداره‌ی هواشناسی شوشتر ۲۱۲ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی روزانه ۴۴ درصد، میزان تبخیر سالیانه ۳۴۹۷ میلی‌متر و میزان ساعات آفتابی ۲۹۴۰ ساعت بوده است. برای اجرای آزمایش در اوایل خرداد ماه بخشی از قطعه زمین در نظر گرفته شده ماخار شد و با گاورو شدن آن، تیمارهای خاک‌ورزی اعمال شد. هر تکرار دارای دو کرت اصلی برای اعمال تیمارهای زیرشکن بود و هر کرت اصلی نیز خود به شش کرت فرعی برای اعمال تیمارهای خاک‌ورزی تقسیم شد. ابعاد هر یک از کرتهای اصلی ۳۱/۵×۲۱ متر در نظر گرفته شد که پس از اعمال تیمارهای زیرشکن، هر کدام به وسیله‌ی مرز به شش کرت فرعی مساوی تقسیم و سپس به صورت تصادفی تیمارهای عمق کود اجرا گردید. فاصله‌ی بین دو کرت اصلی کنار هم در درون یک تکرار و فاصله‌ی بین تکرارها ۳ متر در نظر گرفته شد. کشت توسط ردیف کار نئوماتیک ساخت شرکت تراشکده به میزان ۱۰ کیلوگرم و در تاریخ ۱۵ مرداد انجام شد. فاروئر برای فاصله ۷۵ سانتی متر و فاصله‌ی بین بذور در ردیف‌کار برای ۱۵ سانتی‌متر (تراکم ۸۸۸۸ بوته در هکتار) کالیبره شد. سم ارادیکان قبل از کشت به میزان ۵ لیتر در هکتار استفاده شد و بلافاصله به وسیله‌ی دیسک کاملاً با خاک مخلوط گردید. کود پایه (اوره و سولفات پتاسیم) نیز در زمان تهیه زمین توسط کود پاش سانتریفیوژ طبق توصیه‌ی کودی موجود در آزمون خاک پخش شد و بعد از ایجاد جوی و پشته کود فسفر در وسط پشته ها با توجه به تیمار کود مورد نظر قرار داده شد. این آزمایش با استفاده از یک طرح آزمایشی دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام گردید. هر تکرار شامل ۱۲ تیمار به ابعاد ۶×۱۵ متر مربع اندازه گیری شده بود. فاکتور خاک‌ورزی در سه سطح (A1= گاوآهن برگردان‌دار+ دو دیسک+ ماله، A2= دو دیسک+ ماله و A3= گاوآهن برگردان ار+ سیکلوتیلر+ ماله)، فاکتور کودکاری در دو سطح (F1= قرار دادن کود فسفر (فسفات آمونیوم) در عمق ۵ سانتی متری و زیر بذر و F2= قرار دادن کود فسفر (فسفات آمونیوم) در عمق ۱۰ سانتی متری و زیر بذر) و فاکتور استفاده از زیرشکن در عمق ۶۰ سانتی متری و عدم استفاده از آن اجرا شد. برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک از استوانه‌های نمونه گیری استفاده شد. نمونه برداری‌ها از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر به صورت هر ۱۰ سانتی‌متر و در رطوبت مناسب انجام گرفت. سپس نمونه‌های تهیه شده برای تعیین وزن خشک به آزمایشگاه ارسال و به مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و پس از خشک شدن نمونه‌ها وزن آنها اندازه‌گیری شد و در آخر جرم مخصوص ظاهری نمونه‌ها با استفاده از رابطه‌ی (۱) محاسبه گردید (صلح جو و همکاران، ۱۳۸۰؛ جوادی و همکاران، ۱۳۸۴).

$$P = \frac{m}{v}$$ رابطه ی (۱)

که در آن: P= جرم مخصوص ظاهری خاک (مگا گرم بر متر مکعب)

m= وزن خاک خشک (مگا گرم) v= حجم خاک یا استوانه‌ی نمونه بـ اری (متر مکعب)

برای اندازه‌گیری تعداد بوته‌ی سبز شده در واحد سطح در هر کرت آزمایشی ۱۰ تا ۱۵ روز پس از کاشت، تعداد ۵ نقطه تصادفی از هر تیمار معین و علامت گذاری شده و تعداد بوته‌های روئیده در این محدوده شمارش و میانگین تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح یادداشت شد. در زمان برداشت ت داد ۵ نقطه تصادفی از هر تیمار معین و علامت گذاری شده و ارتفاع آنها از سطح خاک تا انتهای بوته اندازه گیری و میانگین ارتفاع بوته در هر تیمار ثبت شد. جهت تعیین وزن هزار دانه پس از بوجاری دقیق دانه-ها در کرت های مختلف، از محصول دانه‌ی هر کرت ۵ نمونه‌ی هزارتایی شمارش شد، سپس به وسیله‌ی ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و وزن هزاردانه منظور گردید (مهاجر مازندرانی و همکاران، ۱۳۸۵). در زمان برداشت با استفاده از بوته‌هایی که به صورت تصادفی انتخاب شده بود، ابتدا بلال ها را از بوته ها جدا نموده و سپس طول بلال برای هر تیمار اندازه‌گیری به عمل آمد. سپس تعداد دانه در هر بلال برای هر تیمار شمارش، میانگین‌گیری و ثبت گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، شش متر مربع به طور تصادفی برای هر تیمار بصورت جداگانه انتخاب و بوته‌های موجود در این سطح برداشت، در آزمایشگاه با ترازویی به دقت ۱ گرم توزین و به عنوان عملکرد بیولوژیک محاسبه و سپس دانه‌ها از بلال جدا و در ادامه وزن دانه‌ها به

وسیله‌ی خشک کن با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه و به عنوان عملکرد دانه هر تیمار ثبت گردید. پس از به دست آوردن عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، با استفاده از رابطه‌ی (۲) شاخص برداشت محاسبه گردید (آسه دار و همکاران[۱]، ۲۰۰۶). تجزیه آماری توسط نرم افزار MSTAT-C انجام شد و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

$$HI = \frac{Ys}{Yb} \times ۱۰۰$$ رابطه ی (۲)

که در آن: HI= شاخص برداشت، Ys= عملکرد دانه در هکتار و Yb= عملکرد بیولوژیک در هکتار

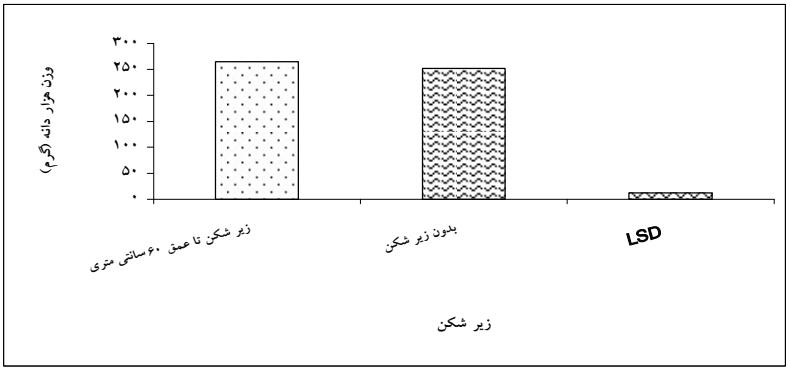
نتایج و بحث

جدول (۱) نتیجه تجزیه واریانس وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه ذرت را نشان می‌دهد. اثر زیرشکن و عمق کود بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد و اثر متقابل خاک‌ورزی و زیرشکن و خاک‌ورزی و عمق کود بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی دار است.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه		تعداد دانه در بلال		عملکرد دانه	
		میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F
بلوک	۳	۲۳۹/۴۶	۱۰/۴۸۴	۵۹۰/۰۲۱	۲/۷۱۴۰	۱۶۶۲۶۷/۹۵	۰/۹۳۱۵
خاک‌ورزی (A)	۲	۱۱/۶۴۶	/۵۰۹۹ns	۴۲۸۷۴/۶۴۶	۱۹۷/۲۱۹۳**	۱۷۱۶۷۵/۰۳	۰/۹۶۱۸
خطای (a)	۶	۲۲/۸۴۰		۲۱۷/۳۹۶		۱۷۸۵۰۱/۲۷	
زیرشکن (B)	۱	۰/۵۲۱	۰/۰۲۱۶*	۷۲۱۵۲/۵۲۱	۲۱۲/۴۶۰۶**	۹۳۳۳۲۳۲/۷	۱۰۳/۵۰۴۳**
زیرشکن×خاک‌ورزی (AB)	۲	۳۶/۳۹۶	۱/۵۰۹ns	۹۱۵۴/۳۹۶	۲۶/۹۵۶۱**	۷۱۹۵۴۹/۶۷	۷/۹۷۹۷*
خطای (b)	۹	۲۴/۱۰۴		۳۹۹/۶۰۴		۹۰۱۷۲/۴۵۲	
عمق کود (C)	۱	۲۱۲/۵۲	۴/۹۴۶۳*	۲۰۴۷۵۴/۶۸۸	۶۷۲/۷۵۱۴**	۸۷۵۵۱۲۱/۵	۱۱۵/۵۱۷۲**
خاک‌ورزی×عمق کود (AC)	۲	۰/۶۴۶	۰/۰۱۵۰	۶۱۴۳/۸۱۳	۲۰/۱۸۶۴**	۶۷۷۱۴۹/۷۳	۸/۹۳۴۵*
عمق کود×زیرشکن (BC)	۱	۳۱/۶۸۸	۰/۷۳۷۵	۱۱۱۱/۶۸۸	۳/۶۵۲۶ns	۱۳۳۲۳/۳۰۹	۰/۱۷۵۸
عمق کود×خاک‌ورزی×زیرشکن (ABC)	۲	۲۰/۳۱۲	۰/۴۷۲۸	۲۴۴۲/۵۶۳	۸/۰۲۵۴	۳۹۹۱۸۸/۵۱	۵/۲۶۷۰
خطای (c)	۱۸	۴۲/۹۶۵		۳۰۴/۳۵۴		۷۵۷۹۰/۶۲۰	
کل	۴۷						
C.V.		۵/۴۴		۴/۵۶		۱۲/۸۳	

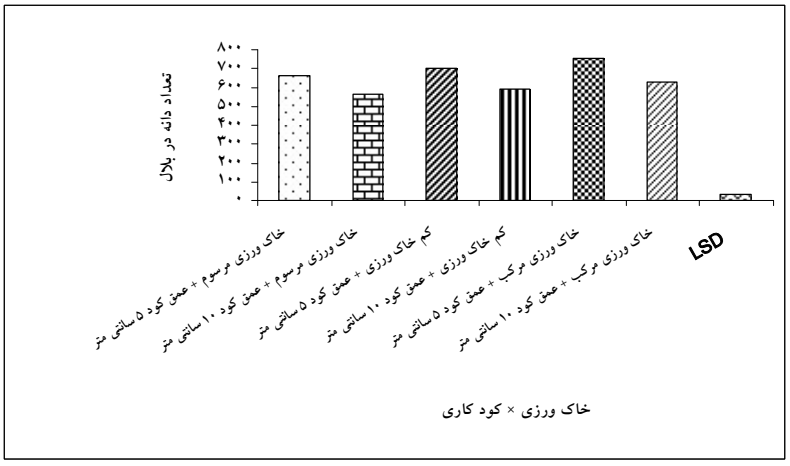
** تفاوت ها در سطح ۱ درصد معنی دار، * در سطح ۵ درصد معنی دار و ns عدم تفاوت معنی دار را نشان می دهند

۱- Asoodar et al.



نمودار (۱): تاثیر زیرشکن بر وزن هزار دانه ذرت

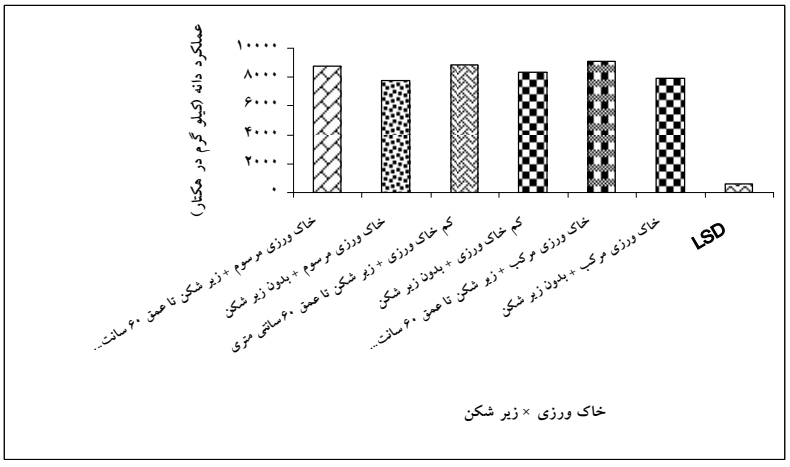
نمودار (۱) مقایسه‌ی تاثیر روش‌های زیرشکن بر وزن هزار دانه ذرت را نشان می‌دهد. وزن هزاردانه مربوط به تیمار استفاده از زیرشکن در عمق ۶۰ سانتی‌متر با میانگین ۲۶۵/۲ گرم و تیمار عدم استفاده از زیرشکن ۲۵۲/۳ گرم شده است که استفاده از زیرشکن در عمق ۶۰ سانتی‌متر در مقایسه با روش مرسوم ۵/۱۱ درصد افزایش داشته است که این نتیجه می تواند به علت استفاده بیشتر بوته از رطوبت خاک در عمق های پایین تر به سبب افزایش توسعه ریشه شده باشد که با نتایج محمدی مزرعه و همکاران، ۱۳۸۳ در آزمایشی که بر روی تاثیر عملیات زیرشکنی خاک و دور آبیاری بر عملکرد ذرت دانه‌ای انجام داد نشان داد که اثر زیرشکنی خاک بر صفات مختلف ذرت از جمله وزن هزار دانه‌ی آن معنی دار است مطابقت دارد. مقایسه میانگین وزن هزار دانه‌ی ذرت نشان داد که بین روش های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی داری مشاهده نشده است پس با توجه به نتایج بدست آمده می توان سیستم‌های خاک‌ورزی (دو دیسک یا استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک) را به علت محدودیت زمانی و کاهش هزینه‌های موجود به عنوان جایگزین به جای خاک‌ورزی مرسوم پیشنهاد کرد. در نمودار (۲) نتایج حاصل از اثر متقابل خاک‌ورزی و عمق کود بر تعداد دانه در بلال نشان داده شده است.



نمودار (۲): مقایسه تاثیر متقابل روش های خاک‌ورزی و عمق کود بر تعداد دانه در بلال

نمودار (۲) نشان می‌دهد بیشترین تعداد دانه در بلال مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرکب و کودکاری در عمق ۵ سانتی‌متر با میانگین ۷۵۷/۳۷ و کمترین تعداد دانه در بلال مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم با کودکاری در عمق ۱۰ سانتی‌متر با میانگین ۵۶۱/۸۷ شده که این تعداد در روش استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک و عمق کود ۵ سانتی‌متر نسبت به روش مرسوم ۳۴/۷۹ درصد افزایش داشته است. وین و همکاران[۱]، ۲۰۰۱ نیز در بررسی که بر روی تاثیر جایگذاری پتاسیم و سیستم خاک‌ورزی بر روی ذرت انجام دادند نشان دادند عملکرد دانه در جایگذاری پتاسیم و کم خاک‌ورزی نسبت به روش مرسوم افزایش داشته است. دلیل آن را می‌توان این طور بیان کرد که دانه‌بندی مناسب خاک سبب شده است که رطوبت به اندازه کافی در دسترس بذر باشد و رشد گیاه در بهترین شرایط انجام ش د و دیگر اینکه چون فسفر بر گرده افشانی اثر مثبتی دارد می توان گفت که فسفر نیز سبب شده است که گرده افشانی به بهترین نحو انجام گیرد. رشد و توسعه ریشه به سبب وجود کود فسفر نیز در رشد گیاه تاثیر مثبتی داشته که نهایتاً منجر به افزایش تعداد دانه در بلال و عملکرد شده است.

نمودار (۳) مقایسه اثر متقابل روش‌های مختلف خاک‌ورزی در زیرشکن را بر عملکرد دانه‌ی ذرت نشان می‌دهد. طبق این نمودار تیمار خاک‌ورزی مرکب با زیرشکن در عمق۶۰ سانتی‌متر با میانگین ۹۰۸۵/۳۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد و تیمار خاک‌ورزی مرسوم و عدم استفاده از زیرشکن با میانگین عملکرد ۷۷۴۵/۷۸ پایین‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داده است. که این افزایش عملکرد در تیمار خاک‌ورزی مرکب با زیرشکن در عمق۶۰ سانتی‌متر نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و عدم استفاده از زیرشکن ۱۷/۲۹ درصد افزایش داشته است. که این با نتیجه‌ی بررسی ادوی و همکاران (۱۹۹۰) در مقایسه چند روش خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد ذرت، که ۲۴ درصد عملکرد ذرت را افزایش داد مطابقت می‌کند. همچنین با نتیجه‌ی گاجری و همکاران[۲] (۱۹۹۱) که گزارش دادند، خاک‌ورزی عمیق در گندم باعث افزایش چگالی ریشه، کارایی مصرف آب و عملکرد به میزان ۱۱ الی ۲۰ درصد شده است نیز تطابق دارد. چاجی و همکاران، ۱۳۸۵ نیز در آزمایشی مشابه بر روی چغندرقند به همین نتیجه رسیدند. دلیل عمده‌ی آن را می‌توان، افزایش عمق نفوذ ریشه در خاک، افزایش تهویه‌ی خاک، خرد شدن مناسب کلوخه‌های سطحی خاک توسط سیکلوتیلر، استفاده‌ی بهینه‌ی ریشه از رطوبت ذخیره شده در اعماق خاک دانست. نهایتاً منجر به این شده که گیاه کمتر با تنش رطوبتی که تاثیر عمده‌ای روی کاهش وزن هزار دانه ذرت دارد مواجه شده است.



نمودار (۳): اثر متقابل خاک‌ورزی و زیرشکن بر عملکرد دانه ذرت

۱- Vyn et al.
۲- Gajri et al.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی افزایش تعداد بوته سبز شده، طول و تعداد دانه در بلال معنی‌دار بوده ست و بیانگر این است که استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک باعث ایجاد دانه‌بندی مناسب در خاک، تماس بهتر بذر با خاک در هنگام جوانه زدن و در نهایت رشد مناسب بوته‌ها شده است. بیشترین عملکرد مربوط به استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک و کودکاری در عمق ۵ سانتی‌متر با استفاده از زیرشکن تا عمق ۶۰ سانتی‌متر با میانگین عملکرد دانه‌ای ۹۹۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به روش مرسوم با میانگین عملکرد ۷۴۸۷/۴۷ کیلوگرم در هکتار، ۲۴/۶۲ درصد افزایش داشته است. همچنین استفاده از زیرشکن تا عمق ۶۰ سانتی‌متری نیز عملکرد دانه را نسبت به روش مرسوم به میزان ۹/۹۲ درصد افزایش داد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده از اثرات متقابل بین تیمارهای مورد آزمایش، استفاده از سیکلوتیلر بجای دیسک (گاوآهن برگردان دار+ سیکلوتیلر+ مالـه) به عنوان مناسب ترین سیستم خاک‌ورزی به همراه استفاده از زیرشکن تا عمق ۶۰ سانتی متر و کودکاری در عمق ۵ سانتی‌متر جهت حصول به افزایش عملکرد دانه در کاشت ذرت در شرایط این آزمایش بوده ست.

بر اساس نتایج این تحقیق در مناطق مشابه شرایط اقلیمی شهرستان شوشتر می‌توان با جایگزین نمودن سیکلوتیلر بجای دیسک عملکرد بیشتری را بدست آورد. همچنین پیشنهاد می شود با ترویج روش صحیح کاشت بخصوص طرز قرار گرفتن کود بصورت نواری در عمق ۵ سانتی متر اقدام به موقع در بخش اجرا صورت گیرد. در نهایت توصیه می شود علاوه بر کاهش تعداد حرکت ماشین‌ها در کشت ذرت از زیرشکن نیز به علت افزایش در عملکرد دانه به جای روش مرسوم استفاده شود.

سپاسگزاری

با تشکر ویژه از مهندس شهاب سادات و کلیه عزیزانی که در انجام این تحقیق از هیچ کوششی دریغ نداشتند.

فهرست منابع

۱- ادواردز، ک. الف. و همکاران. ۱۳۷۹. کشاورزی پایدار. ترجمه: کوچکی، ع.، حسینی، م.، هاشمی دزفولی، الف.، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ سوم، زمستان ۱۳۷۹. ۱۶۴ صص.

۲- افصحی، ک.، مستشاری، م. ۱۳۸۵. مقایسه ردیف کار- کود کار ذرت با ردیف کار نئوماتیک در افزایش عملکرد محصول و کاهش مصرف کود فسفره. چهارمین کنگرهٔ ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شهریور ۱۳۸۵، تبریز. ۱۲ صص.

۳- جوادی، الف.، شهید زاده، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر کاربرد گاوآهن برگردان دار مرکب بر شکست لایه‌ی شخم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۶، شماره ۲۴، پاییز ۱۳۸۰. صفحات ۹۵-۱۰۹.

۴- چاجی، ح.، افشار چمن آباد، ه.، جمیلی، ح. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر چند روش خاک‌ورزی روی خواص فیزیکی خاک، بهره وری مصرف سوخت و عملکرد پنبه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۷، شماره ۲۶، بهار ۱۳۸۵. صفحات ۱۵۹-۱۷۳.

۵- حسین پور، ع.، لغوی، م. ۱۳۸۱. الحاق یک دستگاه خاک نشان عمیق به گاوآهن برگردان دار به منظور اجرای عملیات خاک-ورزی اولیه و ثانویه. خلاصه مقالات دومین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۱۳۸۱، کرج. صفحات ۴۵-۴۳.

۶- حیدری، الف.، مستوفی سرکاری، م. ر. ۱۳۸۵. اثر روش کود دهی (کود پاشی و کودکاری) و مقادیر کود پایه بر عملکرد سیب زمینی در استان همدان. چهارمین کنگرهٔ ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شهریور ۱۳۸۵، تبریز. ۶ صص.

۷- خدابنده، ن. ۱۳۷۹. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ششم، پاییز ۱۳۷۹. ۵۳۷ صص.

۸- روزبه، م.، دهقانیان، س. الف.، لغوی، م. ۱۳۸۴. بررسی اثرات زیرشکن و دور آبیاری به ازای مقدار معینی از نیاز آبی گیاه بر میزان محصول پنبه در داراب. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۵، شماره ۲. صفحات ۷۷-۹۳.

۹- روزبه، م.، شیروانیان، ع. الف. ۱۳۸۵. بررسی اثرات روش های مختلف کود دهی تحت دو سیستم خاک‌ورزی ن اری و مرسوم بر کارایی کود فسفره در تولید ذرت دانه ای. چهارمین کنگرهٔ ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شهریور ۱۳۸۵، تبریز. ۱۳ صص.

۱۰- زواری، س. ح.، آسودار، م. الف.، سعادت فرد، م.، عزیز کریمی، ف. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر روش های خاک‌ورزی و عمق کود بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۶۶۶ در شهرستان شوشتر استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر. ۹۰ صص.

۱۱- صادق نژاد، ح. ر. ۱۳۸۵. مقایسه بعضی از روش های خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در اراضی زارعین استان گلستان. چهارمین کنگرهٔ ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شهریور ۱۳۸۵، تبریز. ۱۴ صص.

۱۲- صلح جو، ع. الف.، نیازی اردکانی، ج. الف. ۱۳۸۰. تاثیر عملیات زیرشکن بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۷، تابستان ۱۳۸۰. صفحات ۶۵-۷۸.

۱۳- صیادیان، ک.، بهشتی آل آقا، ع. ۱۳۸۴. بی خاک‌ورزی و چالش های پیش رو. انتشارات دانشگاه رازی. چاپ اول. ۱۴۷ صص.

۱۴- غیبی، م. ن.، ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. تعیین حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای ذرت دانه ای در خاک های آهکی استان فارس. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، شهریور ۱۳۷۸. صفحات ۵۰۷-۵۰۸.

۱۵- کرمی، ع.، رحیمی، ه.، نیازی، ج.، صلح جو، ع. الف. ۱۳۸۵. تأثیر منابع مختلف مادهٔ آلی و زیرشکن بر اصلاح خاک شور و سدیمی و ارزیابی اقتصادی تأثیر آن بر عملکرد محصول. چهارمین کنگرهٔ ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شهریور ۱۳۸۵، تبریز. ۱۳ صص.

۱۶- کریمیان، ن. ع. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفری. مجله علوم خاک وآب، جلد ۱۲، شماره ۴، سال ۱۳۷۷. صفحات ۱-۱۴.

۱۷- لطف الهی، م.، ملکوتی، م. ج.، خاوازی، ک.، بشارتی، ح. ۱۳۷۹. روشهای مصرف مستقیم خاک فسفات در افزایش عملکرد ذرت علوفه ای در کرج. مجله علوم خاک وآب، جلد ۱۲، شماره ۱۱، سال ۱۳۷۹. صفحات ۵۵-۵۹.

۱۸- محمدی مزرعه، ح.، خلیلی، م. ۱۳۸۳. تاثیر عملیات زیرشکنی خاک و دور آبیاری بر عملکرد ذرت دانه ای. مجله تحقیقات مهندسی کشاورز ، جلد ۵، شماره ۲۱، زمستان ۱۳۸۳. صفحات ۳۷-۴۷.

۱۹- ملکوتی، م. ج.، ایرانی پور، ر.، غیبی، م. ن.، کشاورز، م. ه. ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی تعیین حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای محصول ذرت. موسسه تحقیقات آب و خاک. ۱۰ صص.

۲۰- ملکوتی، م. ج.، غیبی، م. ن. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. نشر آموزش کشاورزی. چاپ دوم. ۹۲ صص.

۲۱- مهاجر مازندرانی، ف.، آسودار، م. الف.، شافعی نیا، ع. ر.، موسوی، س. ی. ۱۳۸۵. اثر روش های خاک‌ورزی و کاشت بر عملکرد گندم در شرایط دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین. ۱۱۷ صص.

۲۲- هاتفیلد، جی. ال.، کارلن، دی. ال. ۱۳۷۶. نظامهای کشاورزی پایدار. ترجمه: کوچکی، ع.، حسینی، م.، خزاعی، ح. ر.، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول، بـ ار ۱۳۷۶. ۱۸۸ صص.

۲۳- هیگن، جی.، تاگر، بی. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم. ترجمه: ملکوتی، م. ج.، نفیسی، م.، مرکز انتشارات تربیت مدرس. چاپ دوم، ۳۵۳ صص.

24- Adeoye, K. B., Mohamed-Saleem, M. A., 1990. Comparison of effects of some tillage methods on soil physical properties and yield of maize and stylo in a degraded ferruginous tropical soil. Soil Till. Res. 18 (1), 63-72.

25- Almond, J. A., Dawkins, T. C. D., Done, C. J., Lvins, J. D., 1984. Cultivations for winter oilseed rape. Aspects - of – Applied – Biology. 6, 67-79.

26- Almond, J. A., Done, C. J., Dawkins, T. C. D., 1983. Make sure soil conditions don't limit rapeseed yield. Arable-Farming, 10 (9), 38-41.

27- Asoodar, M. A., Bakhshande, A. M., Afraseabi, H., Shafeinia, A., 2006. Effects of press wheel weight and soil moisture at sowing on grain yield. J. Agron. 5 (2), 278-283.

28- Blake, G. R., Nelson, W. W., Allmaras, R. R., 1976. Persistence of subsoil compaction in Mollisol. Soil Sci. Soc. Am. J. 40, 943-948.

29- Borges, R., Mallarino, A. P., 2003. Broadcast and deep-band placement of phosphorus and potassium for soybean managed with ridge tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 67, 1920-1927.

30- Chowdhury, M., Chowdhury, A., 1991. Effect of irrigation and fertilizer placement on the growth and yield of potato. Pakistan J. Sci. Indus. Res. 34 (2), 90-100.

31- Dahnke, W. C., Nelson, D. C., Swenson, L., Johnson, A., Thoreson, M., 1989. Time and method of fertilizer application for potatoes. North Dakota Farm Res. 47 (3), 22-25.

32- Ewing, P. R., Wagger, M. G., 1991. Tillage and crop cover management effects on soil water and corn yield. Soil Sci. 55 (4), 1081-1085.

33- Gajri, P. R., Prihar, S. S., Cheema, H. S., Kapoor, A., 1991. Irrigation and tillage effects on root development, water use and yield of wheat on coarse textured soils. Irrigation Sci. 12 (3), 161-168.

34- Gameda, S., Raghavan, G. S. V., Mckyes, E., Theriault, R., 1985. A review of subsoil compaction and crop response. Int. Conf. Soil Dyn. 5, 970-978.

35- Gonzalez, E., Kamprath, E. J., Soares, W. V., 1979. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on oxisol of central Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J. 43, 1155-1158.

36- Grifth, D. R., Mannering, J. V., Gallaway, H. M., Parsons, S. D., Richey, C. B., 1973. Effect of eight tillage-planting systems on soil temperature, percent stand, plant growth and yield of corn on five Indiana soils. Agron. J. 65, 321-326.

37- Havlin, J. L., 1987. Fertilizer management for no-till irrigated and dry land corn. J. Fert. 4 (2), 60-67.
38- Jones, A. J., Wiese, R. A., Dickey, E. C., 1999. Management strategies to minimize and reduce soil compaction. University of Nebraska, G89-896-A.
39- Licht, M. A., Al-Kaisi, M., 2005. Corn response, nitrogen uptake and water use in strip-tillage compared with no-tillage and chisel plow. Agron. J. 97, 705-710.
40- McCloskey, W., Husman, S. Ottman, M., 2003. Conservation tillage benefits in a cotton-centered crop rotation system. Available: http://wsare.usu.edu/pro/pr2003/SW01-056.pdf
41- Mengel, D. B., Nelson, D. W., Huber, D. M., 1982. Placement of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till corn. Agron. J. 74, 515-518.
42- Mullins, G. L., Alley, S. E., Reeves, D. W., 1998. Tropical maize response to nitrogen and starter fertilizer under strip and conventional tillage systems in southern Alabama. Soil Till. Res. 45, 1-15.
43- Poul, W. U., 1993. Residual effects of soil profile modification on water infiltration, bulk density and wheat yield. Agron. J. 85, 656-659.
44- Prummel, J., 1957. Fertilizer placement experiments. Plant soil, 8, 231-253.
45- Raghavan, G. S. V., Mckyes, E., Gendron, G., Borghum, B., Lee, H. H., 1978. Effect of the soil compaction on the development and yield of corn (maize). Can. J. Plant sci. 58, 435-443.
46- Reeves, D., Mullins, G. L., 1995. Subsoiling and potassium placement effects on water relations and yield of cotton. Agron. J. 87, 847-852.
47- Rehm, G. W., 1986. Response of irrigated soybeans to rate and placement of fertilizer phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. J. 50, 1227-1230.
48- Rehm, G. W., Evans, S. D., Nelson, W. W., Randall, G. W., 1988. Influence of placement of phosphorus and potassium on yield of corm and soybeans. J. Fert. 5, 6-13.
49- Ryan, J., and A. Matar. 1992. Fertilizer use efficiency under rain-fed agriculture in West Asia and North Africa. Proc. 4th Regional Soil Test Calibration Workshop in West Asia - North Africa Region. Agadir, Morocco, 5-10, 1991. ICARDA, Aleppo, Syria.
50- Sijtsma, G. H., Campbell, A. J., Mclaughlim, Carter, M. R., 1998. Comparative tillage costs for crop rotation utilizing minimum tillage on a farm scale. Soil Till. Res. 49, 223-231.
51- Taylor, H. M., Brar, G. S., 1991. Effects of soil compaction on root development. Soil Till. Res. 19, 111-119.
52- Tessier, S., Lachance, B., Lague, C., Chen, Y., Chi, L., Bachand, D., 1997. Soil compaction reduction with a modified one way disker. Soil Till. Res. 42, 63-77.
53- Vyn, T. J., Janovicek, K. J., 2001. Potassium placement and tillage system effects on corn response following long-term no till. Agron. J. 93, 487-495.

The effect of different tillage and band fertilizer on maize grain yield in Shoushtar, Khouzistan

Zawari, H[1]. and Asoodar, M. A.[2]

Abstract

Application of new tillage methods is of great significance to improve soil physical properties such as clod size, bulk density and moisture conservation. Vast portion of mechanization deals with improving soil tillage condition. Application of phosphate fertilizer before planting, compared to the amount of fertilizer being scattered on the soil surface, leads to reducing fertilizer at seeding for row crop cultivation. This study investigated the effect of tillage methods and fertilizer depth on corn yield in south of Iran. After applying subsoiler treatment, every main plot was divided in to six minor plots and then tillage treatments and fertilizer depth were carried out. 60 cm depth of Subsoiling was applied to evaluate its effect on corn grain yield. Conventional tillage (moldboard plow+twice disc), reduced tillage (twice disc) and combination tillage (moldboard plow+cyclotiller) were also employed as different tillage methods. Fertilizing was also done in depth of 5 and 10 cm. using the cyclotiller was meaningful as the most suitable tillage method for increasing grain yield about 8415.56 kg/ha (2.34% increased). Also, the amount of 8885.35 kg/ha was obtained where subsoiler was applied; this treatment was shown 9.92% higher yield compared to conventional tillage. The greatest amount of yield was related to combination tillage and 5 cm fertilizer depth using subsoiler with the average of 9933.3 kg/ha which showed 24.62% greater than others. Therefore, combination tillage was shown to be the most suitable method using subsoiler with fertilizing in the depth of 5 cm for obtaining the most yield in maize crop for the condition where the experiment was conducted.

Key Words: Tillage, Corn yield, Subsoiler, Fertilizer banding