Archive of SID

بررسی تاثیر چند روش خاک‌ورزی روی خواص فیزیکی خاک، بهره‌وری مصرف سوخت و عملکرد پنبه (یادداشت فنی)[1]

حسین چاجی، هادی افشارچمن‌آباد و حسین جمیلی[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۸/۱۵

چکیده

بعضی از روش‌های رایج خاک‌ورزی بدون افزایش عملکرد باعث هدر دادن منابع ملی می‌شوند. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه در ایستگاه تحقیقات پنبه کاشمر با خاک سیلتی- لوم و با استفاده از طرح آماری اسپلیت پلات با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل دو سطح: زیرشکنی به عمق ۵۵-۵۰ سانتی‌متر و بدون زیرشکنی و فاکتور فرعی شامل سه سطح: شخم با گاوآهن برگردان‌دار، یک‌بار شخم با ساقه فاروئر[3]، و دو بار شخم با ساقه فاروئر بود. نتایج نشان می‌دهد که در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، زیرشکنی به همراه گاوآهن برگردان‌دار بیشترین و یک‌بار ساقه فاروئر بدون زیرشکنی کمترین میزان کاهش شاخص مخروط خاک (CI) را داشته اند. اثر متقابل زیرشکنی و شخم روی میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها (MWD) در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌شود، یک‌بار ساقه فاروئر بدون زیرشکنی کمترین MWD و زیرشکنی به همراه برگردان‌دار بیشترین MWD را دارد. برهمکنش زیرشکنی و شخم روی درصد استقرار بوته، عمق نفوذ ریشه، و عملکرد پنبه از نظر آماری معنی‌دار نیست. تیمار بدون زیرشکنی و برگردان‌دار کمترین و زیرشکنی به همراه دو بار ساقه فاروئر بیشترین درصد استقرار بوته و عملکرد را دارد. اثر متقابل شخم و زیرشکنی روی بهره‌وری مصرف سوخت در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار است. یک‌بار ساقه فاروئر بدون زیرشکنی بیشترین و زیرشکنی به همراه برگردان‌دار کمترین بهره‌وری مصرف سوخت را دارد. جمع‌بندی‌ها نشان می‌دهد که در شرایط این آزمایش یک‌بار شخم با استفاده از ساقه فاروئر مناسب‌ترین روش تهیهٔ بستر بذر برای کشت پنبه است.

واژه‌های کلیدی

بهره‌وری مصرف سوخت، پنبه، خاک‌ورزی، خواص فیزیکی خاک

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی «مقایسه فنی و اقتصادی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بررسی تأثیر آن روی مصرف آب و عملکرد پنبه منطقه کاشمر»

۲- اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان- مشهد، نشانی: ص. پ. ٤٨٨، تلفن:٣٤٠٠٣٧٣

۳- منظور فاروئری است که بیلچه‌های آن باز شده است و در خراسان به گاوآهن کلنگی نیز معروف است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پنبه گیاه صنعتی مهم در ایران و خصوصاً در خراسان است. سطح زیر کشت آن در سال زراعی ۱۳۸۱ در ایران ۱۵۱ هزار هکتار بوده است و خراسان با داشتن ۳۹/۹۵ درصد از این رقم حایز رتبه اول تولید پنبه در کشور شده است (Anon, 2002).

یکی از عملیات مهم زراعی در مورد اکثر گیاهان، خاک‌ورزی است. ادوات خاک‌ورزی باید بستر مناسب را جهت جوانه‌زنی و رشد ریشه با حداقل مصرف انرژی آماده کند به نحوی که شرایط نهایی خاک در حد مطلوب و قابل قبول باشد (Eskandari, 2002; Shafii, 1992; Solhjou & Loghavi, 2000). گیاه‌شناسان و خاک‌شناسان عموماً توافق دارند که برای حصول اطمینان از کسب حداکثر درآمد خالص، معمولاً در عملیات خاک‌ورزی افراط می‌شود (Rozbeh, 1999). تحقیقات مربوط به میزان عملکرد محصول نشان می‌دهد که تحت شرایط معین در مورد بعضی از محصولات مزیت خاصی برای شخم زدن با گاوآهن برگردان‌دار وجود ندارد، با این همه گاوآهن برگردان‌دار هنوز از پرمصرف‌ترین ادوات در مرحلهٔ اولیه عملیات خاک‌ورزی به شمار می‌رود (Eskandari,2002;Rozbeh, 1999; Shafii, 1992).

ویتر[1] مشخص کرد که بیش از نصف انرژی مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی صرف خاک‌ورزی می‌شود. وی می‌گوید کم‌خاک‌ورزی با صرف انرژی کمتر، رژیم مطلوب‌تر فیزیکی و آبی را برای گیاه فراهم می‌کند و فعالیت میکروفلوری را که در سنتز هوموس شرکت دارد، افزایش می‌دهد (Zarif Neshat,2003). بالا و همکاران (Balla *et al.*, 2004) اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی را روی راندمان مصرف انرژی فرایندهای تولید چند محصول بررسی کردند و دریافتند که این ضریب برای محصول ذرت در خاک‌ورزی سنتی کمترین و در کم‌خاک‌ورزی بیشترین مقدار است. باورز (Bowers, 1986) انرژی مورد نیاز برای پنج نوع خاک و سه نوع خاک‌ورزی را برای چند محصول از جمله پنبه اندازه‌گیری کرد. در همهٔ انواع خاک‌ها نیاز به سوخت در گاوآهن برگردان‌دار بیشتر از گاوآهن چیزل بوده و دیسک‌زدن بعد از چیزل نسبت به گاوآهن برگردان‌دار انرژی کمتری نیاز داشته است. رندی و همکاران (Randy *et al.*, 2003) خاک‌ورزی با عمق یکنواخت (۴۵ سانتی‌متر) و خاک‌ورزی با عمق متفاوت (عمق خاک‌ورزی مساوی عمق سخت لایه) را با هم مقایسه کردند. آنها برای این کار داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص مخروط را قبل از خاک‌ورزی (که عمق لایه فشرده را در نقاط مختلف مزرعه متفاوت و بین ۱۵ تا ۴۵ سانتی‌متر نشان داد) مبنا قرار دادند و این محدوده از عمق لایه سخت را به سه محدودهٔ کوچک‌تر (۲۵-۱۵، ۳۵-۲۵، و ۴۵-۳۵ سانتی‌متر) تقسیم کردند. نتایج نشان می‌دهد که روش خاک‌ورزی با عمق متفاوت، انرژی مورد نیاز را برای خاک‌ورزی، نسبت به روش خاک ورزی با عمق یکنواخت (۴۵ سانتی‌متر)، به میزان ۲۷ درصد کاهش می‌دهد در حالی که عملکرد پنبه یکسان است. والورس و همکاران (Walworth *et al.*, 2002) در ایالت آریزونا چند روش خاک‌ورزی را برای پنبه از نظر مصرف انرژی با هم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که در

1- Viter

www.SID.ir

Archive of SID

روش خاک‌ورزی مرسوم ۳/۰۹ و کم‌خاک‌ورزی ۱/۲٦ گالن سوخت به ازای هر ایکر مصرف می‌شود و سرانجام روش کم‌خاک‌ورزی از نظر راندمان مصرف سوخت مناسب‌ترین روش است.

نوروزیه و همکاران (Norozieh *et al.*, 2002) در تحقیقی از زیرشکن‌های با ساق L و C شکل در فصل بهار استفاده کردند و از نظر عملکرد پنبه اختلاف آماری بین استفاده از زیرشکن‌های مختلف و بدون زیرشکنی مشاهده نکردند. روزبه و همکاران (Rozbeh *et al.*, 2003) در منطقهٔ داراب فارس پس از بررسی واکنش گیاه پنبه نسبت به شکستن لایهٔ متراکم خاک دریافتند که استفاده از زیرشکن عملکرد محصول را افزایش می‌دهد ولی اختلاف دو روش از نظر آماری معنی‌دار نیست. ابرناتی (Abernathy, 1975) طی آزمایش‌هایی روی چهار نوع خاک، اختلاف معنی‌داری در عملکرد محصول پنبه و مقاومت به نفوذ خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی مشاهده کرد. تیمارهای شخم حداقل و شخم با خاک‌ورز دوار، نسبت به تیمار چیزل، عملکرد پایین‌تری نشان دادند. خلیلیان (Khalilian, 1983) در ایالات متحده با مقایسهٔ پنج روش خاک‌ورزی برای پنبه نشان داد که شخم با گاوآهن برگردان‌دار و چیزل از نظر آماری عملکرد یکسانی دارند. جانسون و ساندرز (Johnson & Saunders, 2003) واکنش گیاه پنبه را نسبت به روش‌های مختلف خاک‌ورزی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در روش بی‌خاک‌ورزی تعداد غوزه‌ها و عملکرد پنبه (به ترتیب ٤ عدد و ٦ درصد) بیشتر از روش رایج است. همچنین جانسون و ساندرز (Johnson & Saunders, 2004) در تحقیق دیگری دو روش خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی را برای پنبه با هم مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که میزان درصد سبز گیاه در روش مرسوم ٦ و تعداد غوزه ۲ درصد به ترتیب بیشتر و کمتر از روش بی‌خاک‌ورزی است و در نهایت بین عملکرد دو روش از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. احمد و هافر (Ahmed & Haffer, 1993) گزارش کردند که در سودان کشاورزان پنبه کار به شخم‌های عمیق اعتقاد دارند در حالی‌که هیچ تأیید علمی برای آن ندارند. این محققان پنج روش خاک‌ورزی را در یک مطالعه دو ساله برای پنبه مقایسه کردند. هزینه‌های عملیات خاک‌ورزی، اثر روی شرایط خاک، و عملکرد محصول بررسی شد. عملکرد محصول اختلاف معنی‌داری نداشت اما اختلاف معنی‌داری در جرم مخصوص ظاهری خاک و میزان سوخت مصرف شده مشاهده شد. تیمار هرس سبک و چیزل کمترین مقدار سوخت (به ترتیب ۸/۲ و ۹/٤ لیتر بر هکتار) و زیرشکن بیشترین مقدار سوخت (۱۲/۳ لیتر بر هکتار) را مصرف کرد. مک کلوسکی و همکاران (McCloskey *et al.*, 2003) فواید خاک‌ورزی حفاظتی را روی محصول پنبه بررسی کردند و دریافتند که روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی اثر منفی روی درصد سبز گیاه ندارد.

محققان عموماً میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها (MWD^2) را مهم‌ترین معیار کمی جهت بیان درجهٔ خرد شدن خاک می‌دانند که راسل[1] مناسب‌ترین دامنه تغییرات را برای این پارامتر در یک بستر بذر مطلوب، ۱ تا ۵ میلی‌متر ذکر کرده است. صلح جو و همکاران (Solhjou *et al.*, 2001) در تحقیقی تأثیر عمق شخم را بر خصوصیات فیزیکی خاک مطالعه و

1- Rasel 2- MWD = Mean Weight Diameter

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص کردند که با افزایش عمق شخم، میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها (MWD) افزایش می‌یابد.

جونز و همکاران (Jones *et al.*, 1987, 1988, 1996) می‌گویند که فشردگی خاک می‌تواند از صفر تا ۶۰ درصد عملکرد محصول را کاهش دهد. قبل از عملیات زیرشکنی باید از وجود لایهٔ فشرده‌ای که مانع نفوذ ریشه می‌شود، مطمئن شد. اگر ریشه‌ها به زیر لایه فشرده شده نفوذ کنند احتمالاً این لایه قابلیت محدودکنندگی عملکرد را ندارد. آنها همچنین گزارش کردند که حدود ۴۰ درصد زمین‌های کشاورزی نبراسکا در عمق ۳۰ سانتی‌متر دچار فشردگی است که فقط در ۱۰ درصد آن فشردگی باعث کاهش عملکرد می‌شود. تراکم بیش از حد خاک‌های زراعی از عملکرد می‌کاهد که برای برطرف کردن آن باید خاک در لایه‌های زیرین شکسته شود. از طرفی، عملیات زیرشکنی پرهزینه و در آن اتلاف انرژی مطرح است. از این رو، پیش از زیرشکنی باید عکس‌العمل گیاه به لایهٔ فشرده بررسی شود. با تعیین رابطهٔ تراکم خاک و رشد گیاه، تراکم مجاز قابل تشخیص است. شاخص مخروط خاک برابر ۲ مگا پاسکال، حد بحرانی فشردگی خاک جهت رشد و توسعهٔ ریشه ذکر شده است (Eshaghbeygi *et al.*, 2002; Eskandari & Hemmat, 2003; Solhjou & Niazi, 2001).

تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر چند روش خاک‌ورزی بر بعضی خواص فیزیکی خاک و رابطهٔ آن با عملکرد پنبه انجام شد. سوخت فسیلی یک ثروت ملی است و تا حدودی می‌توان گفت که مصرف بیش از اندازهٔ آن دلیلی است بر کاربرد بیشتر تراکتور و ادوات (که خود باعث فرسودگی زود هنگام آنها و تخریب خاک می‌شود) لذا سوخت و بهره‌وری مصرف سوخت نیز در این تحقیق اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

- مواد

- **مزرعه:** این تحقیق در ایستگاه تحقیقات پنبهٔ کاشمر اجرا شد. این ایستگاه در فاصلهٔ ۲۰۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد به مختصات جغرافیایی ۵۸° و ۲۸′ طولی و ۳۵° و ۱۲′ عرضی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۳ متر است. در عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر، بافت خاک مزرعه سیلتی لوم با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. مزرعه برای کشت سال قبل (گندم) شخم نخورده بود، بدین معنی که پس از بذرپاشی با دیسک بذرها را زیر خاک مدفون کردند. پس از برداشت گندم با کمباین، بقایای گیاهی روی زمین رها شده بود. زمین مورد استفاده برای اجرای طرح با احتساب حاشیهٔ کرت‌ها ۹۰×۲۰۰ متر (۱/۸ هکتار) بود که در سال‌های اخیر زیرشکنی نشده بود. ابعاد هر کرت ۱۰۰× ۱۰ متر در نظر گرفته شد. در وسط هر کرت ۶ ردیف پنبه به فاصلهٔ ۷۰ سانتی‌متر کشت شد. کلیهٔ عملیات زراعی، جز عملیات خاک‌ورزی، برای همهٔ تیمارها یکسان بود.
- **ماشین‌ها، ادوات و ابزار اندازه‌گیری:** برای اندازه‌گیری مقاومت به نفوذ خاک از دستگاه نفوذسنج دیجیتال (Eijkelkamp مدل ۱۵/۰۶) استفاده شد. تراکتور کیس با قدرت ۱۱۰ اسب بخار برای عملیات زیرشکنی و تراکتور فرگوسن ۲۸۵

www.SID.ir

Archive of SID

برای دیگر عملیات خاک‌ورزی به کار گرفته شد. زیرشکن استفاده شده از نوع دو شاخه با ساقهٔ خمیده (C شکل) مدل GAK-SV50/2 بود. یک گاوآهن سه خیش با عرض کار ۹۰ سانتی‌متر برای شخم تیمار گاوآهن برگردان‌دار استفاده شد. فاروئری که بیلچه‌های آن باز شده بود برای شخم تیمارهای ساقه فاروئر به کار گرفته شد. برای بار اول ساقه فاروئر، ۵ ساقه به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و برای بار دوم ۳ ساقه به فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی میل‌افزار بسته شد. از یک دیسک تاندوم با پره‌های ساده برای دیسک‌زدن خاک مزرعه مورد آزمایش استفاده شد. برای اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها از ٤ الک آزمایشگاهی استفاده شد که مش آن به ترتیب ۲، ۱/۵، ۱، و ۰/۵ اینچ بود.

شکل شمارهٔ ۱- نمایی از ساقه فاروئر به کار رفته برای شخم تیمارهای P2 و P3

- روش‌ها

- **طرح آماری**: این پژوهش در قالب طرح آماری اسپلیت پلات با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل دو سطح: زیرشکنی (S1) و بدون زیرشکنی (S0) و فاکتور فرعی شامل سه سطح: شخم با گاوآهن برگردان‌دار (P1)، شخم با ساقه فاروئر یک‌بار (P2)، و شخم با ساقه فاروئر دو بار (P3) بود.
- **اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک (CI)**: بنا به توصیهٔ شرکت سازنده دستگاه نفوذسنج، برای تحقیقات مزرعه‌ای، هنگامی که رطوبت مزرعه در حد FC است، باید از مخروط با زاویهٔ **راس** ٦٠ درجه و سطح مقطع ۱ سانتی‌متر مربع با سرعت نفوذ ۲ سانتی‌متر بر ثانیه استفاده شود. لذا CI قبل از خاک‌ورزی و بعد از آبیاری اول با رعایت توصیه‌های شرکت سازنده در هر کرت ۱۰ بار اندازه‌گیری و میانگین داده‌ها به عنوان شاخص مقاومت به نفوذ خاک مزرعه منظور شد. همزمان با اندازه‌گیری شاخص مخروط، از همهٔ کرت‌ها نمونهٔ خاک تهیه و درصد رطوبت آن به روش وزنی تعیین گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

درصد تغییر CI در اثر خاک ورزی: برای محاسبه این صفت از رابطهٔ زیر استفاده شد:

$$\text{درصد تغییرشاخص مخروط خاک} = \frac{\text{شاخص مخروط قبل از خاک ورزی} - \text{شاخص مخروط بعد از آبیاری اول}}{\text{شاخص مخروط بعد از آبیاری اول}} \times ۱۰۰$$

عملیات خاک‌ورزی: زیرشکنی به عمق ۵۰ تا ۵۵ سانتی‌متر در خاک خشک اجرا شد. فاصلهٔ دو شاخه از یکدیگر ۹۰ سانتی‌متر بود. شخم برگردان نیز به عمق ۲۷ تا ۳۳ سانتی‌متر در زمین زیرشکنی شده و ۲۵ تا ۲۷ سانتی‌متر در زمین بدون زیرشکنی انجام شد. از آنجا که بقایای کشت قبلی (گندم) نفوذ ساقهٔ فاروئر را در زمین با مشکل روبه رو می‌کرد، به منظور خردکردن آنها در کرت‌های مربوط به زیرشکنی یک‌بار و در کرت‌های بدون زیرشکنی دو بار (عمود برهم) از دیسک استفاده شد. ساقه فاروئر در قطعه زیرشکنی شده بار اول به عمق ۱۷ تا ۲۲ سانتی‌متر و بار دوم ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و در زمین بدون زیرشکنی بار اول به عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و بار دوم به عمق ۱٤ تا ۱۷ سانتی‌متردر خاک نفوذ می‌کرد.

اندازه‌گیری سوخت: قبل از شروع هر عملیات، مخزن سوخت تراکتور کاملاً پر می‌شد و پس از خاتمهٔ عملیات خاک‌ورزی با استفاده از یک ظرف مدرج مقدار سوخت مصرف شده جایگزین می‌گشت. از این طریق سوخت مصرف شده برای زیرشکنی، دیسک‌زدن (برای خردکردن بقایا)، شخم، دیسک (برای خردکردن کلوخه‌ها)، ماله (برای تسطیح زمین)، فاروئر (جوی و پشته‌ساز)، و پنجه غازی (برای مبارزه با علف‌های هرز در مرحلهٔ داشت) اندازه‌گیری شد. در هر تیمار، جمع سوخت مصرفی برای عملیات مربوطه (یک‌بار با احتساب سوخت مصرف شده برای خردکردن بقایا در مورد تیمارهای P3, P2 و یک‌بار بدون احتساب آن) محاسبه و بر حسب لیتر بر هکتار تعیین شد (RNAM, 1995).

اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها (MWD): این اندازه‌گیری در خاتمهٔ عملیات خاک‌ورزی، قبل از کاشت انجام شد. بدین منظور یک قاب به ابعاد ۱۵ × ۱۵ × ۳۰ سانتی‌متر به میزان ۱۵ سانتی‌متر در خاک فرو می‌شد. پس از خالی کردن اطراف قاب و قرار دادن یک صفحهٔ فلزی در زیر آن، قاب برداشته و خاک داخل آن پس از ریختن در کیسهٔ پلاستیک به آزمایشگاه منتقل می‌شد. این کار تصادفی در هر کرت ۳ بار انجام شد. پس از ۱۵ روز نمونه‌ها الک شد و وزن کلوخه‌های روی هر یک از الک‌ها، وزن خاک عبور کرده از الک پایینی، و قطر کلوخه‌های روی الک بالایی یاداشت و با استفاده از فرمول زیر میانگین قطر وزنی کلوخه محاسبه شد (Smith *et al.*, 1994).

$$MWD = (1/W)\ (0.25A + 0.75B + 1.25C + 1.75D) + NE)$$

که در اینجا،

W= وزن کل؛ A= وزن خاک عبور کرده از الک ۰/۵ اینچ؛ B= وزن کلوخه‌های بین الک ۰/۵ و الک ۱ اینچ؛ C= وزن کلوخه‌های بین الک ۱ و الک ۱/۵ اینچ؛ D= وزن کلوخه‌های بین الک ۱/۵ و الک ۲ اینچ؛ E= وزن کلوخه‌های روی الک ۲ اینچ؛

www.SID.ir

Archive of SID

N= میانگین قطر کلوخه‌های روی الک بالایی بر حسب میلی‌متر

اندازه‌گیری عمق نفوذ ریشه: در انتهای فصل رشد در هر کرت ۳ گیاه به تصادف انتخاب و با حفر پروفیل در کنار گیاه عمق نفوذ ریشه اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری عملکرد: برای اندازه‌گیری عملکرد، ۲ ردیف وسط هر کرت برداشت و وش حاصل توزین شد و عملکرد بر حسب کیلوگرم وش پنبه در هکتار به دست آمد.

محاسبهٔ بهره‌وری مصرف سوخت: این متغیر با تقسیم عملکرد هر تیمار بر سوخت مصرف شده برای آن تیمار بر حسب کیلوگرم وش بر لیتر گازوئیل مصرف شده به دست آمد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک در جدول‌های شمارهٔ ۱ و ۲ آورده شده است. شاخص مخروط خاک بعد از آبیاری اول نسبت به قبل از خاک‌ورزی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در کرت‌های بدون زیرشکنی ۱۱ درصد و در کرت‌های زیرشکنی شده ۱۵ درصد کاهش داشته است. در حالی که در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در کرت‌های بدون زیرشکنی ۱ درصد افزایش و در کرت‌های زیرشکنی شده ۲۰ درصد کاهش نشان می‌دهد. استفاده از گاوآهن برگردان دار در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر شاخص مخروط را به میزان ۲۴ درصد کاهش می‌دهد در حالی که روش یک‌بار شخم با ساقه فاروئر ۷/۶ و روش دو بار شخم با ساقه فاروئر ۶/۵ درصد کاهش CI در پی داشته است. کاهش نسبتاً زیاد CI در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در روش گاوآهن برگردان‌دار، نسبت به دو روش دیگر، به دلیل عمق بیشتر شخم بوده است.

در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، روش استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به همراه زیرشکنی و روش یک‌بار استفاده از ساقهٔ فاروئر بدون زیرشکنی به ترتیب بیشترین (۲۸ درصد) و کمترین (۵/۳ درصد) میزان کاهش در CI را در پی داشته است. در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، روش یک بار استفاده از ساقهٔ فاروئر بدون زیرشکنی، افزایش CI را به میزان ۳/۶ درصد و روش استفاده از زیرشکنی به همراه دو بار استفاده از ساقه فاروئر بیشترین میزان کاهش CI یعنی ۲۰/۶ درصد را به دنبال داشته است (جدول شمارهٔ ۲).

جدول شمارهٔ ۱- تأثیر زیرشکنی و شخم بر شاخص مخروط خاک (بر حسب مگاپاسکال)

	عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر			عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر		
	قبل از خاک‌ورزی	بعد از آبیاری اول	تغییر در اثر خاک‌ورزی (درصد)	قبل از خاک‌ورزی	بعد از آبیاری اول	تغییر در اثر خاک‌ورزی (درصد)
S0	۱/۰۹ a*	۰/۹۸ a	-۱۱	۱/۸۰ a	۱/۸۲ a	+۱
S1	۰/۹۶ a	۰/۸۱ a	-۱۵	۱/۷۷ a	۱/۴۱ a	-۲۰
P1	۰/۹۵ a	۰/۷۲ b	-۲۴	۱/۸۵ a	۱/۶۸ a	-۹/۲
P2	۱/۰۵ a	۰/۹۷ a	-۷/۶	۱/۷۲ a	۱/۵۷ a	-۸/۷
P3	۱/۰۷ a	۱/۰۰ a	-۶/۵	۱/۷۸ a	۱/۶۰ a	-۱۰

* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک طبق آزمون دانکن با احتمال خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۲- اثر متقابل زیرشکنی و شخم بر شاخص مخروط خاک (بر حسب مگا پاسکال)

	عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر			عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر		
	قبل از خاک‌ورزی	بعد از آبیاری اول	میزان تغییردر اثر خاک‌ورزی (درصد)	قبل از خاک‌ورزی	بعد از آبیاری اول	میزان تغییر در اثر خاک‌ورزی (درصد)
S0P1	۰/۹۷ b*	۰/۷۷ a	-۲۰/۶	۱/۹۷ a	۱/۹۷ a	۰
S0P2	۱/۱۳ a	۱/۰۷ a	-۵/۳	۱/۶۷ a	۱/۷۳ a	+۳/۶
S0P3	۱/۱۷ a	۱/۱۰ a	-۶	۱/۷۷ a	۱/۷۷ a	۰
S1P1	۰/۹۳ b	۰/۶۷a	-۲۸	۱/۷۳ a	۱/۴۰ a	-۱۹
S1P2	۰/۹۷ b	۰/۸۷a	-۱۰/۳	۱/۷۷ a	۱/۴۰ a	-۲۱
S1P3	۰/۹۷ b	۰/۹۰ a	-۷/۲	۱/۸۰ a	۱/۴۳ a	-۲۰/۶

*در هر ستون، اعداد دارای حروف غیرمشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند.

نتایج اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها در شکل‌های شمارهٔ ۲- الف و ۲- ب آورده شده است. زیرشکنی هنگامی اجرا شده که خاک خشک بوده است لذا به میزان ۹/۶ درصد میانگین قطر وزنی کلوخه‌ها را افزایش داده است با این همه این افزایش معنی‌دار نشده است. اختلاف بین سطوح فاکتور شخم (P) در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. همان طور که در مقدمه گفته شد، یکی از مهم‌ترین اهداف خاک‌ورزی نرم کردن خاک اطراف بذر به منظور جوانه‌زنی آن است (Shafii, 1992). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از ساقه فاروئر، در مقایسه با گاوآهن برگردان‌دار، در رسیدن به این هدف بسیار موثرتر بوده است به طوری که استفاده از یک بار ساقه فاروئر و دوبار ساقه فاروئر به ترتیب ۴۰ درصد و ۳۹/۶ درصد، MWD را نسبت به روش شخم با گاوآهن برگردان‌دار کاهش داده و لذا باعث افزایش جوانه‌زنی بذر، استقرار بهتر گیاه، و افزایش عملکرد پنبه شده است (شکل‌های شمارهٔ ۳ و ۵).

اثر متقابل زیرشکنی و شخم روی MWD در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است و روش یک‌بار ساقه فاروئربدون زیرشکنی و روش شخم برگردان‌دار با زیرشکنی به ترتیب کمترین MWD (۱۱/۱۰)و بیشترین MWD (۲۲/۱۰) میلی‌متر را داشته است. به عبارت دیگر، بستر بذری که با روش یک‌بار ساقه فاروئر بدون زیرشکنی آماده شده حدود ۵۰ درصد نرم‌تر از بستر بذری است که روش شخم با گاوآهن برگردان‌دار به همراه زیرشکنی آماده کرده است.

نتایج بررسی صفات مورد مطالعهٔ محصول در شکل‌های شمارهٔ ۳ تا ۵ آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که درصد استقرار بوته در سطوح مختلف فاکتور شخم (P) معنی‌دار نشده ولی یک‌بار ساقه فاروئر و دوبار ساقه فاروئر به ترتیب ۸ و ۸/۷ درصد استقرار بوته را نسبت به روش برگردان دار افزایش داده است. همچنین در روش شخم با گاوآهن برگردان‌دار که کمترین درصد استقرار بوته را داشته است عملکرد پنبه نیز کاهش یافته به

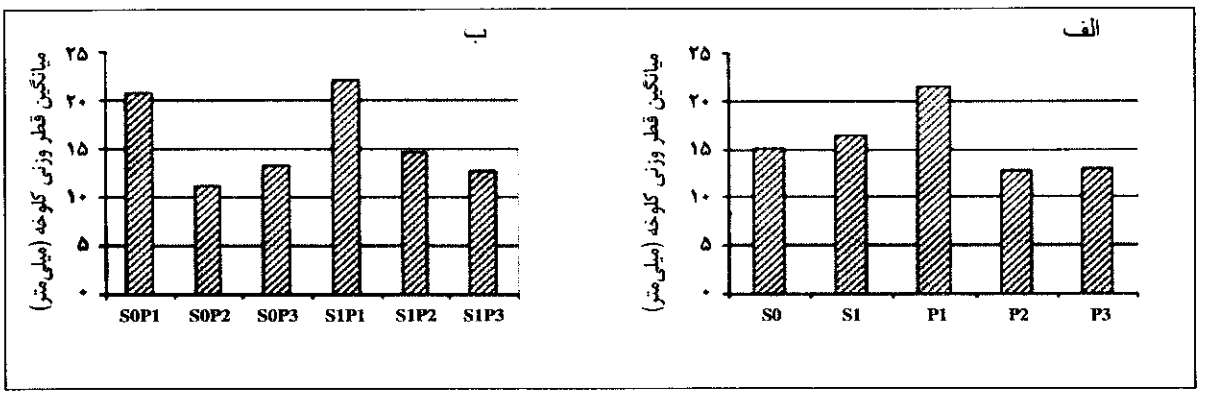
www.SID.ir

Archive of SID

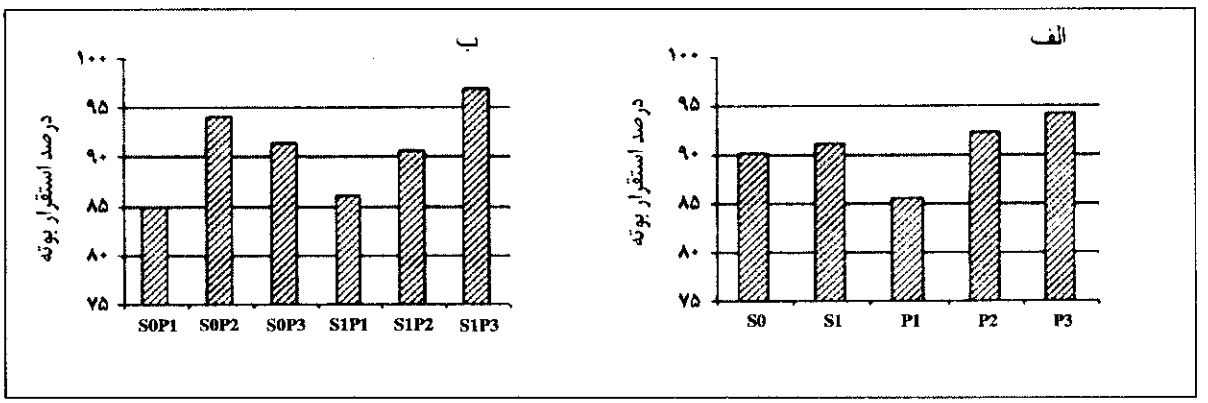
طوری که نسبت به دو روش دیگر شخم، در کلاس پایین‌تری قرار گرفته است.

می‌توان گفت در روش‌های استفاده از ساقه فاروئر، استقرار بهتر گیاه به دلیل نرمتر بودن بستر بذر و در نتیجه جوانه زنی بهتر بذر بوده است و از این طریق روی عملکرد پنبه اثر مثبت گذاشته است. عمق نفوذ ریشه در کرت‌های زیرشکنی ۱۸ درصد بیشتر از کرت‌های بدون زیرشکنی است که این موضوع ناشی از کمتر بودن CI خاک در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر در کرت‌های زیرشکنی شده است ولی اینکه چرا این میزان کاهش در CI و افزایش عمق نفوذ ریشه، به افزایش چشمگیر در عملکرد محصول نینجامیده است شاید تأییدی بر نتایج تحقیقات جونز و همکاران (Jones *et al.*, 1987) باشد که می‌گویند چنانچه آب و مواد غذایی به حد کافی در اختیار گیاه قرار گیرد حتی اگر لایهٔ سخت مانع از نفوذ ریشه به اعماق خاک شود باز هم عملکرد کاهش نخواهد یافت.

اثر متقابل زیرشکنی و شخم روی درصد استقرار بوته، عمق نفوذ ریشه، و عملکرد پنبه از نظر آماری معنی‌دار نیست. تیمار شاهد (شخم برگردان‌دار بدون زیرشکنی) کمترین درصد استقرار بوته و روش زیرشکنی به همراه دو بار ساقه فاروئر بیشترین درصد استقرار گیاه را دارد. با کمی توجه به شکل‌های شمارهٔ ۳ و ۵ مشاهده می‌شود که بین عملکرد و درصد استقرار بوته رابطهٔ مستقیم وجود دارد. یعنی هر تیماری که درصد استقرار بوته بیشتری دارد عملکرد بیشتری نیز داشته است در حالی‌که این چنین رابطه‌ای بین عملکرد و عمق نفوذ ریشه وجود ندارد.



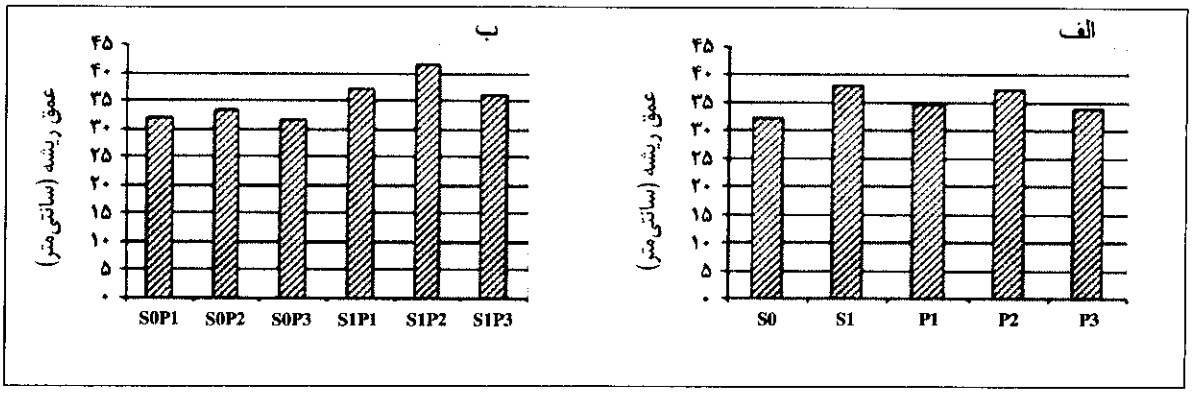
شکل شمارهٔ ۲- مقایسهٔ میانگین قطر وزنی کلوخه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی:
الف) اثر زیر شکنی و شخم، و ب) اثر متقابل



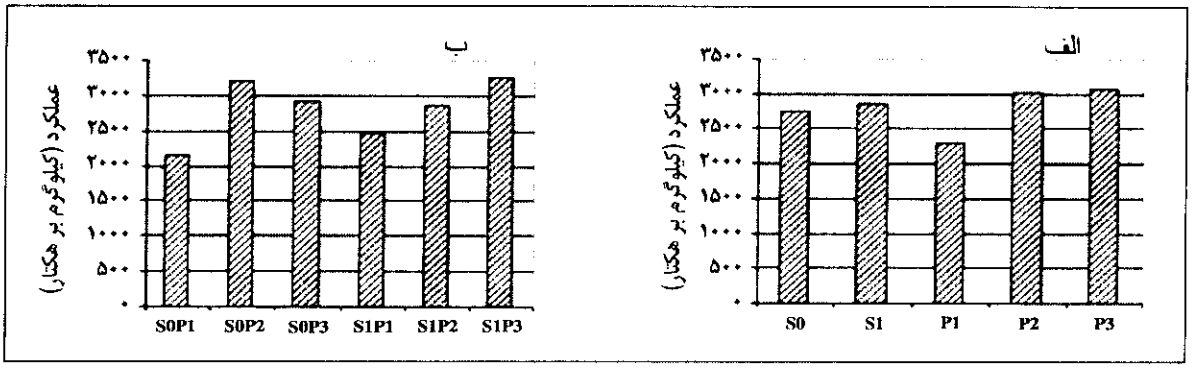
شکل شمارهٔ ۳- مقایسهٔ درصد استقرار بوته در روش‌های مختلف خاک‌ورزی:
الف) اثر زیر شکنی و شخم، و ب) اثر متقابل

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۴- مقایسهٔ عمق نفوذ ریشه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی: الف) اثر زیر شکنی وشخم، و ب) اثر متقابل



شکل شمارهٔ ۵- مقایسهٔ عملکرد در روش‌های مختلف خاک ورزی الف اثر زیر شکنی و شخم، و ب) اثر متقابل

شاخص مخروط خاک قبل از عملیات خاک‌ورزی در همه کرت‌ها در عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر، کمتر از ۲ مگا پاسکال بوده است (جدول‌های شمارهٔ ۱ و۲) و اختلاف آماری معنی‌داری بین زیرشکنی کردن یا زیرشکنی نکردن خاک بر عملکرد پنبه مشاهده نمی‌شود (شکل شمارهٔ ۵). لذا نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات تیلور، گاپتا و لارسون که حد بحرانی شاخص مخروط خاک را برای کاهش عملکرد اکثر محصولات کشاورزی ۲ مگاپاسکال اعلام کرده‌اند مطابقت دارد (Eshaghbeygi *etal*., 2002; Eskandari & Hemmat, 2003). نوروزیه و همکاران (Norozieh *et al*., 2002) و روزبه و همکاران (Rozbeh *et al*., 2003) در تحقیقات مشابهی در گرگان و داراب فارس نیز به همین نتیجه رسیدند.

داده‌های مربوط به مصرف سوخت و بهره‌وری آن در جدول‌های شمارهٔ ۳ و ٤ آورده شده است. این داده‌ها یک‌بار با احتساب سوخت مصرف شده هنگام دیسک زدن برای خردکردن بقایا و یک‌بار بدون احتساب آن محاسبه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۳- بررسی تاثیر زیرشکنی و شخم روی سوخت مصرفی و بهره‌وری مصرف سوخت*

تیمار	سوخت مصرفی بر حسب لیتر		بهره‌وری مصرف سوخت (کیلوگرم بر لیتر)	
	با احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا	بدون احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا	با احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا	بدون احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا
S0	۳۳/۹۲ b	۲۶/۸۷b	۸۱/۳۹ a	۱۰۸/۲۶ a
S1	۶۴/۳۱ a	۵۹/۷۲a	۴۴/۴۴ b	۴۸/۳۰ b
P1	۴۹/۳۸ b	۴۹/۳۸a	۵۱/۰۳ b	۵۱/۰۷ b
P2	۴۶/۷۳ c	۳۸/۱۵c	۷۳/۵۳ a	۱۰۰/۲۳ a
P3	۵۱/۲۳a	۴۲/۳۵b	۶۴/۱۸ab	۸۳/۵۳ a

*داده‌های دارای حروف غیرمشترک در ستون بهره‌وری مصرف سوخت با احتساب دیسک‌زدن برای خرد کردن بقایا، در سطح ۵ درصد و بقیه ستون‌ها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند.

استفاده از زیرشکن با احتساب سوخت مصرفی برای خردکردن بقایا ۴۵ درصد و بدون احتساب سوخت مصرفی برای خردکردن بقایا ۵۵ درصد بهره‌وری مصرف سوخت را پایین آورده است. یک‌بار استفاده از ساقه فاروئر با احتساب سوخت مصرفی برای خردکردن بقایا ۴۴ درصد و دو بار استفاده از ساقه فاروئر ۲۶ درصد بهره‌وری مصرف سوخت را نسبت به استفاده از گاوآهن برگردان‌دار افزایش داده است در حالی‌که این افزایش بدون احتساب سوخت مصرفی برای خردکردن بقایا برای یک‌بار ساقه فاروئر ۹۶ درصد و برای دوبار ساقه فاروئر ۶۴ درصد بوده است (جدول شمارهٔ ۳).

در بررسی اثر متقابل زیرشکنی و شخم (جدول شمارهٔ ۴) مشاهده می‌شود که بیشترین بهره‌وری مصرف سوخت را تیمار یک‌بار ساقه فاروئر بدون زیرشکنی (S0P2) دارد. در این روش، بدون احتساب سوخت مصرف شده برای خردکردن بقایا، با مصرف هر لیتر گازوئیل ۱۴۸/۲۷ کیلوگرم پنبه تولید شده است در حالی‌که در روش زیرشکنی به همراه گاوآهن برگردان دار (S1P1) با مصرف هر لیتر گازییل فقط ۳۷/۴۳ کیلوگرم پنبه تولید شده است یعنی اینکه بهره‌وری مصرف سوخت در روش S0P2 تقریباً ۴ برابر روش S1P1 بوده است. با احتساب سوخت مصرفی برای خرد کردن بقایا باز هم بیشترین بهره‌وری مصرف سوخت به روش S0P2 و کمترین مقدار به روش S1P1 اختصاص داشته است ولی این افزایش کمتر از حالت قبل و به مقدار ۲/۷ برابر بوده است. روش دوبار ساقه فاروئر بدون زیرشکنی (S0P3) نیز بدون محاسبه سوخت مصرفی برای خردکردن بقایا ۲/۹۹ برابر و با احتساب سوخت مصرفی برای خرد کردن بقایا ۲/۱ برابر بهره‌وری مصرف سوخت را نسبت به S1P1 افزایش داده است (جدول شمارهٔ ۴).

بهره‌وری مصرف سوخت در روش S0P2 با احتساب سوخت مصرفی برای خرد کردن بقایا ۱/۵۶ و بدون احتساب سوخت مصرفی برای خرد کردن بقایا ۲/۲۹ برابر بهره‌وری مصرف سوخت روش شاهد (S0P1) بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۴- بررسی تاثیر متقابل زیرشکنی و شخم برسوخت مصرفی و بهره‌وری مصرف سوخت*

تیمار	سوخت مصرفی بر حسب لیتر		بهره‌وری مصرف سوخت (کیلوگرم بر لیتر)	
	با احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا	بدون احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا	با احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا	بدون احتساب دیسک‌زدن برای خردکردن بقایا
S0P1	۳۳/۰۷ d	۳۳/۰۷ d	٦٤/٧٠ bc	٦٤/٧٠ b
S0P2	۳۱/۷۳ d	۲۱/۵۷ f	۱۰۰/۷۷ a	۱٤۸/۲۷ a
S0P3	۳٦/۹۷ c	۲۵/۹۷ e	۷۸/۷۰ ab	۱۱۱/۸۰ a
S1P1	٦۵/۷۰ a	٦۵/۷۰ a	۳۷/۳۷ c	۳۷/٤۳ b
S1P2	٦۱/۷۳ b	۵٤/۷۳ c	٤٦/۳۰ bc	۵۲/۲۰ b
S1P3	٦۵/۵۰ a	۵۸/۷۳ b	٤۹/٦۷ bc	۵۵/۲۷ b

*در هر ستون اعداد دارای حروف غیرمشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند.

نتیجه‌گیری

- زیرشکنی، مستلزم صرف سوخت و انرژی زیاد و به کارگیری تراکتورهای پرقدرت است. از این رو قبل از آن باید از وجود سخت لایهٔ شدید (CI بیشتر از ۲ مگا پاسکال) که باعث کاهش عملکرد می‌شود مطمئن شد. در غیر این صورت تنها نتیجه حاصل از زیرشکنی، افزایش مصرف سوخت، فرسودگی تراکتور و ادوات، و تخریب ساختمان خاک خواهد بود.
- از آنجا که سوخت ثروت ملی و متعلق به نسل‌های آینده است لذا در راستای رسیدن به توسعهٔ پایدار لازم است بهره‌وری مصرف سوخت برای انواع روش‌های خاک‌ورزی، خاک‌ها و محصولات مختلف محاسبه و جایگزین‌های مناسبی برای روش‌های رایج معرفی شود.

مراجع

1- Abernathy,GH. 1975. Tillage systems for cotton- a comparison in the U. S. western rigion. California Agricultural Experiment station. Bulletin No. 870. 27p.

2- Ahmed, MH. and Haffer, I. 1993. Comparison of five tillage systems for cotton production in Rahad Scheme. Sudan. Journal of AMA. 24, 17- 20.

3- Anon. 2002. Agricaltural statistical bulletin of Jehade- Agriculture ministry. Tehran. Iran. Crop year. (In: Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

4- Balla, P. M., Ratislav. and Dana, K. 2000. The influence of varius soil tillage technologies on the energy balance of production process. The research institute of agrecology. Michalovce. 5p.

5- Bowers, G. 1986. Tillage energy requirements. Paper, ASAE. No. 86. 1524, 23p.

6- Eskandari, A. 2002. Comparison of different tillage methods on wheat yield after harvesting chickpea in dry land areas. J. of Agric. Eng. Res. 11(3): 57-73. (In: Farsi)

7- Eskandari, A. and Hemmat, A. 2003. The effect of subsoiling on conservation of soil moisture and wheat yield in dry land. J. of Agric. Eng. Res. 14(4): 1-19. (In: Farsi)

8- Eshaghbeygi, A., Tabatabaeefar, A., Raofat, M. H. and Keyhani, A. 2002. Development and field evaluation of an oblique blade subsoiler and comparison of performance whit a conventional L- shape subsoiler. Agric. Sci. 12(3): 67-82. (In: Farsi)

9- Johnson, J. R and Saunders, J. R. 2003. Cotton plant response to tillage systems. Annual Report 2002 of the north Mississippi research center. Information bulletin. 398, 122-124.

10- Johnson, J. R and Saunders, J. R. 2004. Tillage system for cotton. Annual Report 2003 of the north Mississippi research center. Information bulletin. 405, 152-154.

11- Jones, A. J. 1996. Subsoiling in Nebreska. NE. Coop. Ext. Serv. NebGuide G96-258.

12- Jones, A. J., Dickey, E. C., Eisenhauer, D. D. and Wiese, R. A. 1987. Identification of soil compaction and its limitations to roots growth. NE. Coop. Ext. Serv. NebGuide G87- 331.

13- Jones, A. J., Grisso, R. D. and Shapiro, C. A. 1988. Soil compaction fact and fiction, common questions and their answers. NE. Coop. Ext. Serv. CC 342.

14- Khalilian, A. 1983. Soil strength and cotton yields from five tillage systems. Paper, ASAE. No. 83. 1023, 17p.

15- McCloskey, W., Husman, S. and Ottman, M. 2003. Conservation tillage benefits in a cotton- centered crop rotation system. On line http://wsare.Usu. Edu.

www.SID.ir

Archive of SID

16- Musick, JA. 1985. An economic evaluation of selected cotton production practices, on a silt- loam soil in Mississippi. Proceeding of Beltwide cotton production. Research conference, New or Leans. 245-248.

17- Norozieh, SH., Tabatabeefar, A. and Ghorbani Nasrabad, GH. 2002. Effect of spiring subsoiling on soil compaction and cotton yield. Proceeding of the Second National Congress of Agricultural Eng. And Mechanization. (In: Farsi)

18- Randy, L. R., Reeves, D. W. and Grift, T. E. 2003. Effect of site- specific tillage on draft requirements and cotton yield. Beltwide cotton conferences. Nashville. TN-January 6-10.

19- RNAM. 1995. Test codes & procedures for farm machinery. Published by UNIDO. PP7.

20- Rozbeh, M., Dehghanian, S. E., Boostanifar, M. and Hekmat, M. H. 2003. The effects of subsoiling and irrigation frequency based on crop water requirements on cotton yield in Darab. Final research report. (In: Farsi)

21- Rozbeh, M. 1999. Evaluation and comparison energy consumption for several tillage methods. M. Sc. Thesis. Chamran University. Ahvaz. Iran. (In: Farsi)

22- Shafii, A. 1992. Principles of farm machinery. Tehran university pub. Tehran. Iran. (In: Farsi)

23- Smith, D. W., Sims, B. G. and Oneill, D. H. 1994. Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment. Published by FAO.

24- Solhjou, A. and Loghavi, M. 2000. Optimum moisture content for determination of cone index, whit cone penetrometer. J. of Agric. Eng. Res. 5(17): 43-50. (In: Farsi)

25- Solhjou, A. and Niazi, J. 2001. Effect of subsoiling on soil physical properties irrigated wheat yield. J. of Agric. Eng. Res. 2(7): 65-79. (In: Farsi)

26- Solhjou, A., Loghavi, M., Ahmadi, H. and Rozbeh, M. 2001. The effect of moisture content and plowing depth on soil polverisation and reduction of secondary tillage. Journal of Agricultural Engineering Research. 2(6): 1-13. (In: Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

27- Walworth, J., Roth, R. Husman, S. and Wilson, P. 2002. Minimum tillage systems for cotton: Reduced energy, time and particulates. On line http://wsare. Usu. Edu.

28- Zarif Neshat, S. 2003. Effect of land preparations in dry and wet planting on cumin yield. J. of Agric. Eng. Res. 4(16): 29-43. (In: Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation on Physical Properties of Soil, Fuel Consumption, Productivity and Cotton Yield in Several Tillage Systems

(Research Note)

H. Chaji, H. Afshar Chamanabad and H. Jamili

Conventional tillage methods could waste national resources. In order to evaluate several tillage methods for cotton in silty-loam soil an investigation was carried out in Khorasan. The study was conducted in a split plots with 3 replicates. Main plots were sub soiling including (S0: No Sub soiling and S1: Sub soiling in 50-55 cm depth). Sub plots were plowing including (P1: moldboard plow P2: one pass of furrower without shovel P3: two passes of furrower without shovel). The results showed that at tillage depth of 0-30 cm, S1P1 and S0P2 caused maximum and minimum reduction in penetration resistance, respectively. The interaction effect of main and sub factors on MWD were significant. Treatments of S0P2 and S1P1 showed minimum and maximum clod mean weight diameter, respectively. The interaction effect of sub soiling and plowing on plant establishment, root depth and cotton yield was not significant. Treatments of S0P1 and S1P3 had minimum and maximum plant establishment and cotton yield, respectively. The interaction effects of sub soiling and plowing on fuel consumption productivity were significantly different. The overall results indicated that the most appropriate method for seed bed preparation is application of standard furrower for cotton cultivation in a condition similar to this research.

Key Word: Cotton, Fuel Consumption Productivity, Physical Properties of Soil, Tillage

www.SID.ir