اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر میزان مقاومت به نفوذ و رطوبت خاک

آرمان جلالی[۱*]، اصغر محمودی[۲]، مصطفی ولیزاده[۳] و ایرج اسکندری[۴]

۱- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تبریز a.jalali@tabrizu.ac.ir
۲- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استاد گروه بیوتکنولوزی، دانشگاه تبریز
۴- مربی و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات دیم مراغه

چکیده

خاک‌ورزی با مهیا کردن وضعیت مناسب خاک، برای جذب رطوبت و دمای کافی برای جوانه‌زنی و رشد بذر و هم‌چنین با کاهش مقاومت به نفوذ خاک، سبب توسعه آسان‌تر ریشه می‌گردد. با توجه به مزایای خاک‌ورزی حفاظتی و کمبود تحقیق علمی روی ادوات خاک‌ورزی حفاظتی وارداتی و تولید داخل و اهمیت فاکتورهای سرعت و عمق خاک‌ورزی بر عملکرد انواع خاک‌ورز، این تحقیق در قالب طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. فاکتور اصلی عمق خاک‌ورزی (در دو سطح ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر) و فاکتور فرعی سرعت خاک‌ورزی (در چهار سطح، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ کیلومتر بر ساعت برای شهرستان بستان‌آباد و ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ کیلومتر بر ساعت برای شهرستان هشترود) و در چهار تکرار با استفاده از خاک‌ورز مرکب ساخت شرکت سازه کشت بوکان که بیش‌تر در آذربایجان‌شرقی رواج یافته، با استفاده از دو دستگاه تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ به ترتیب در شهرستان‌های بستان‌آباد و هشترود، انجام گرفت. در این تحقیق ویژگی‌های میزان رطوبت خاک (در دو عمق نمونه‌برداری ۵-۱۰ و ۱۵-۲۰ سانتی‌متر) و مقاومت به نفوذ خاک بررسی شد. در شهرستان‌های بستان‌آباد و هشترود اثر عمق نمونه‌برداری بر درصد رطوبت، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. افزایش سرعت خاک‌ورزی تاثیری بر میزان رطوبت خاک نداشت، ولی با افزایش عمق خاک‌ورزی، رطوبت خاک افزایش یافت. اثر سرعت و عمق خاک‌ورزی روی مقاومت به نفوذ در هر دو شهرستان عیر معنی‌دار بودند ولی عمق نمونه‌برداری در شهرستان هشترود، در سطح احتمال یک درصد بر مقاومت به نفوذ معنی‌دار شد.

کلمات کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، رطوبت خاک، سرعت خاک‌ورزی، مقاومت به نفوذ

مقدمه

خاک‌ورزی با مهیا کردن وضعیت مناسب خاک، برای جذب رطوبت و دمای کافی برای جوانه‌زنی و رشد بذر و هم‌چنین با کاهش مقاومت به نفوذ خاک سبب توسعه آسان‌تر ریشه می‌گردد. خاک‌ورزی شامل تهیه بستر بذر، حفاظت خاک و کنترل علف

هرز می‌باشد که دارای اثرات مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خاک بوده؛ که می‌تواند بسته به نحوه‌ی عمل و کاربرد به صورت مفید و مخرب باشد بعضی از اثرات فیزیکی مثل یکسان‌سازی تراکم و نرخ نفوذپذیری و حفاظت خاک و آب مزرعه اثر مستقیم در تولید محصول دارند (Buckingham, 1984).

یکی از مشخصات آب و هوای مناطق خشک و نیمه خشک، پایین بودن رطوبت نسبی هوا می‌باشد. پایین بودن رطوبت موجود در هوا، موجب افزایش شدت تبخیر و تعرق و در نتیجه افزایش آب مورد نیاز گیاهان می‌گردد. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک با عملیات بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی، باعث کاهش تبخیر از سطح خاک از طریق کاهش درجه حرارت خاک و کاهش سرعت باد در سطح تماس خاک با هوا می‌گردد. وجود بقایا در سطح خاک می‌تواند حدود ۳۴ تا ۵۰ درصد از تبخیر آب سطح خاک را کاهش دهد. خاک‌ورزی حفاظتی به طور کلی، رطوبت بیش‌تری را در خاک ذخیره نموده و ضمن کاهش تبخیر موجب افزایش نفوذپذیری خاک می‌گردد. ذخیره رطوبت در نواحی کم باران یا در مناطقی که خاک قدرت نگهداری رطوبت اندکی دارد و یا در سال‌هایی که میزان بارندگی کم‌تر از میانگین معمول است، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (Blevins *et la*., 1983).

بقایای گیاهی در محیطی اشباع از بخار آب می‌تواند ۹۰–۸۰ درصد وزن خود آب جذب نمایند، در صورتی که تحت همان شرایط مواد رسی فقط ۲۰–۱۵ درصد آب جذب می‌نمایند (Arshad *et al*., 1999). بررسی‌های انجام یافته در ایالات متحده آمریکا نشان داد که استفاده از ادوات خاک‌ورزی، که بخشی از ساقه‌های گندم را روی خاک باقی می‌گذارند، موجب افزایش میزان رطوبت ذخیره شده در حدود چهار سانتی‌متری عمق خاک می‌گردد (Brengel, 1982).

(Schjonnin and Rasmussen, 2000; Geerse, 2010) کاهش فشردگی در اعماق خاک را در استفاده از سیستم خاک-ورزی کاشت مستقیم گزارش نمودند. (Lopez *et al*., 1996)، دریافتند که مقاومت به نفوذ خاک در استفاده از بی‌خاک‌ورزی افزایش می‌یابد و با مقدار رطوبت خاک رابطه معکوس دارد. میزان نگهداری آب را می‌توان به صورت حجم، اندازه‌گیری و بیان نمود. افزایش در حجم رطوبت نگهداری شده در مزرعه، همیشه به این معنی نیست که آب دسترسی به گیاه افزایش می‌یابد، اگرچه به صورت خودکار این دسترسی با افزایش جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد.

افزایش رطوبت به خاطر کاهش تراکم و شرایط فیزیکی خاک می‌باشد. با این که بهبود شرایط خاک چند سال طول می‌کشد، ولی به دلیل این که بقایا در سطح خاک وجود دارند و سبب زیاد بودن فرصت جذب آب توسط خاک می‌گردند، رطوبت خاک افزایش می‌یابد (Hayes and Young, 1982). در آزمایشات انجام شده در دانشگاه نبراسکا برای مقایسه روش‌های خاک‌ورزی و تأثیر آن‌ها در میزان ذخیره و جذب رطوبت باران نشان داده شد که با میزان بارندگی ۹/۰۸ اینچ در طول فصل‌های زمستان، فقط ۴/۲ اینچ (۴۶/۳ درصد) از رطوبت در خاک شخم خورده توسط گاوآهن برگردان‌دار ذخیره شده بود، در حالی که در خاک‌ورزی با

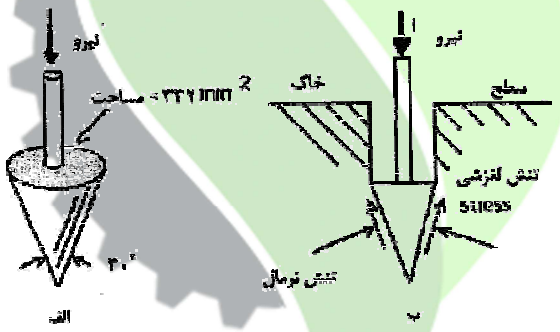
کولتیواتور ردیفی و بی‌خاک‌ورزی، به ترتیب ۵/۲ (۵۶/۸ درصد) و ۵/۳ اینچ (۵۸/۲ درصد) رطوبت ذخیره شده بود. بیش‌ترین میزان جذب رطوبت مربوط به سیستم ورز کاشت بود که میزان آن ۷/۰ اینچ (۷۷/۵ درصد) می‌باشد.

تردد مکرر و استفاده از ماشین‌آلات سنگین کشاورزی در مزرعه باعث کاهش در هدایت آب و هوای جاری در خاک می‌گردد؛ که به سبب آن رشد ریشه کاهش یافته و عملکرد محصول تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Rosolem *et al*., 2002). با افزایش فشردگی خاک، میزان جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد (Gomez *et al*., 2002)، که سبب افزایش مقاومت به نفوذ در برابر توسعه ریشه می‌گردد (Ugerand and Casper, 1994).

پارامتری از خاک که برای پیش‌بینی تجربی به کار می‌رود، بر اساس نیرویی است که برای فشار دادن مخروط در درون خاک با سرعت ثابت مورد نیاز است (رباطی و شکاری، ۱۳۸۸). پارامتری که شاخص مخروط را ارائه می‌دهد عبارت است از:

شاخص مخروط (Pa) = نیروی اعمال شده به مخروط (نیوتن) / سطح پایه مخروط (میلی‌متر مربع) (۶-۲)

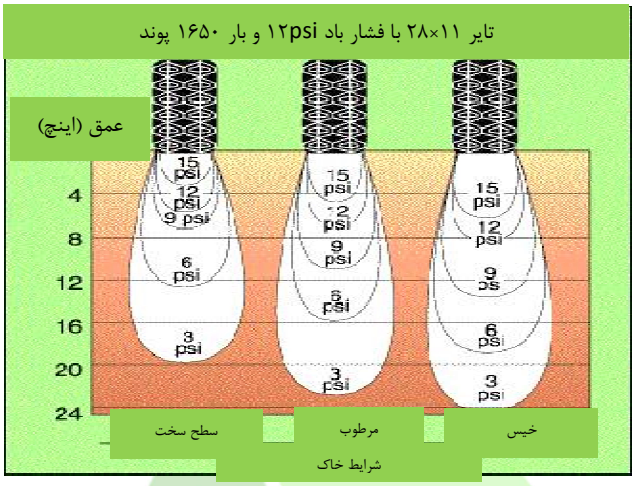
همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، عبور مخروط در درون خاک با نیروی مقاومت عمودی خاک و نیروی مقاومت بین خاک و آهن مواجه می‌شود. بنابراین با این که شاخص مخروط خواص خاک را چندان نشان نمی‌دهد، ولی پارامتر پیچیده‌ای است که اندازه‌ی مقاومت خاک و تغییر در شکل‌پذیری آن را آشکار می‌سازد (رباطی و شکاری، ۱۳۸۸).



شکل ۱. شاخص مخروط برای اندازه‌گیری مقاومت به نفوذ خاک.

به نقل از (Hayes and Young, 1982) ، با توجه به نتایج دانشگاه داکوتا، در هر دو خاک‌ورزی پاییزه و بهاره جرم مخصوص ظاهری، در عمق ۷ – ۰ اینچی به مقدار ۰/۱۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش یافت. چیزل پاییزه موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری به میزان نصف چیزل بهاره و یک سوم گاوآهن برگردان‌دار بود. شکل ۲ نشان می‌دهد که رطوبت یک عامل مهم در انتقال فشردگی به اعماق خاک می‌باشد. در بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) و ورز کاشت، میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۸ – ۰ اینچی نسبت به خاک‌ورزی با چیزل و یا گاوآهن برگردان‌دار بیش‌تر می‌باشد. در سیستم بی‌خاک‌ورزی

(کاشت مستقیم) میزان رطوبت در خاک کشت شده نسبت به خاک دست نخورده افزایش یافته ولی درصد هوای موجود کاهش شدید یافته است. این نتایج در تحقیقات ۱۲ تا ۱۵ ساله بدست آمده‌اند.



شکل ۲. اثر رطوبت بر فشردگی خاک.

بی‌ثباتی به وجود آمده در ساختمان خاک و فشردگی آن و مصرف زیاد انرژی، از معایب خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد. با توجه به مزایای خاک‌ورزی حفاظتی و واردات و تولید داخل انواع خاک‌ورزهای حفاظتی و انجام تحقیقات کم‌تر روی عملکرد این ادوات در سطح کشور، این تحقیق در قالب طرح آزمایشی اسپلیت پلات[1] (کرت‌های خرد شده) بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتورهای سرعت خاک‌ورزی و عمق خاک‌ورزی با استفاده از خاک‌ورز مرکب آگرومت ۵، ساخت شرکت سازه کشت بوکان که بیشتر در منطقه آذربایجان‌شرقی بیش‌تر رواج یافته، در دو شهرستان بستان‌آباد و هشترود، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از دستگاه آگرومت ساخت شرکت سازه کشت بوکان در دو شهرستان بستان‌آباد (روستای آلوار) و هشترود (روستای قویون قشلاق)، در مزارعی با نوع بافت خاک ماسه لومی خوب دانه‌بندی شده، که در سال زراعی ۹۱-۹۰ توسط زارعین زیر کشت گندم بودند، در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار به مرحله‌ی اجرا گذاشته شد. فاکتور اصلی عمق خاک‌ورزی (در دو سطح ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر) و فاکتور فرعی سرعت خاک-ورزی در چهار سطح (۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ کیلومتر بر ساعت در شهرستان بستان‌آباد و ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ کیلومتر بر ساعت در شهرستان هشترود) در نظر گرفته شد. جرم مخصوص ظاهری خاک (در دو عمق ۵-۱۰ و ۱۵-۲۰ سانتی‌متر از سطح خاک) اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق از دو تراکتورِ مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹، به ترتیب با توان موتور ۷۵ و ۱۱۰ اسب

[1] Split Plot

بخار استفاده شد. به دلیل عدم افزایش سرعت به بیش از ۱۲ کیلومتر بر ساعت توسط تراکتور MF ۲۸۵ در شهرستان بستان‌آباد، از تراکتور با توان بیش‌تر در شهرستان هشترود استفاده گردید تا سرعت بالاتر از آخرین سطح سرعت شهرستان بستان‌آباد امکان‌پذیر باشد، تا اثر سرعت بهتر مشخص گردد.

مشخصات خاک‌ورز حفاظتی

تیغه‌ها: نوک تیغه و باله‌ها (چپ و راست) همگی به صورت جدا با پیچ وصل شده‌اند و می‌توانند به صورت مستقل عوض گردند. دیسک‌های مقعر: دو جفت دیسک مقعر با لبه‌های دندانه‌دار، که دیسک‌های هر جفت خلاف جهت هم، روی یک ساقه فنری نصب شده‌اند، از آن جا که توپی دیسک‌های مقعر یک واحدند هر دوی آن‌ها می‌توانند به طور هم‌زمان به عمق کاری یکسان با دیگری برسند که باعث کار آرایی پیوسته و منظم خاک‌ورز می‌گردد. غلتک قفسه‌ای: خاک‌ورز مرکب به یک غلتک قفسه‌ای دندانه‌ای مضرس به قطر ۳۰۰ میلی‌متر مجهز می‌باشد. این غلتک‌ها دست‌یابی به عمق کاری دقیق‌تر را تسهیل می‌نمایند. (شکل ۳، جدول ۱)

شکل ۳. آگرومت ۵ شاخه.

جدول۱. مشخصات دستگاه خاک‌ورز حفاظتی آگرومت ۵ شاخه.

Agromet 5	
عرض کار (سانتی‌متر)	۱۹۰
ساقه دوباره نشین خودکار	۵
تعداد دیسک	۴
قطر دیسک (cm)	۴۰
قدرت مورد نیاز (اسب بخار)	۷۵
وزن دستگاه (کیلوگرم)	۶۰۰

با استفاده از استوانه‌های نمونه برداری به قطر ۴/۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر در مجموع به حجم ۹۴/۵ سانتی‌متر مکعب، نمونه‌های دست نخورده خاک از عمق‌های ۵–۱۰ و ۱۵–۲۰ سانتی‌متر برداشته شد. برای نمونه برداری ابتدا به اندازه‌ی ۵ سانتی‌متر از سطح خاک به آرامی کنار زده شد. استوانه نمونه برداری در سطح خاک قرار گرفته و با استفاده از چکش

مخصوص در خاک فرو برده شد. سپس به آرامی، خاک‌های اطراف استوانه و بالای آن کنار زده شده و استوانه از خاک بیرون آورده شده و درپوش بالایی آن قرار داده شد. خاک‌های طرف دیگر با استفاده از کاردک تمیز شده و درپوش طرف دیگر نیز قرار داده شده و توزین گشت. سپس در پلاستیکی که قبلاً برای آن مسیر و کرت مشخص شده بود قرار داده شد. برای جلوگیری از خروج رطوبت، از پلاستیک‌های ZIPKIP استفاده شد. در آزمایشگاه این نمونه‌ها در آون، در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. بعد از ۲۴ ساعت توزین شدند. سپس رطوبت خاک محاسبه شد.

رطوبت خاک برابر نسبت وزن آب موجود در نمونه به وزن ذرات جامد نمونه خاک می‌باشد، که به صورت درصد بیان می‌گردد (Liu and Evett, 2008) :

$$SWC = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن:

SWC[۲]= درصد رطوبت خاک.

W_w= وزن آب موجود در نمونه (گرم).

W_s= وزن نمونه خاک خشک شده (گرم).

برای تعیین مقاومت به نفوذ، از دستگاه نفوذ سنج مخروطی استفاده شد. که این وسیله شامل: سنسور نیرو، ثبت کننده، پروب، مخروط‌ها و سیستم اندازه‌گیر عمق التراسونیک می‌باشد. این وسیله دارای چهار مخروط با زاویه نوک مختلف می‌باشد، برای شروع کار ابتدا پروب مناسب برای استفاده انتخاب شد (به مقطع یک سانتی‌متر مربع، زاویه مخروط ۶۰ درجه). ابتدا در حافظه دستگاه مورد نظر تعداد هر مسیر به صورت پروژه، هر کرت به صورت پلات و تعداد نفوذها در داخل کرت تعیین شد که شامل ۸ پروژه برای قبل از آزمون و ۸ پروژه و هر پروژه شامل ۴ پلات و تعداد نفوذها سه می‌باشد. دستگاه در حال آماده به کار در شمار پروژه و پلات مورد نظر به حالت عمود و با سرعت ثابت ۲ متر بر ثانیه در زمین فرو برده شد تا جایی که صفحه نمایش عمق ۳۰ سانتی-متری را نشان دهد. بعد آن را ذخیره کرده و در همان کرت نفوذ بعدی انجام می‌گرفت.

با توجه به معنی‌دار نبودن خطای فاکتور اصلی (عمق خاک‌ورزی) نسبت به خطای فاکتور فرعی (سرعت خاک‌ورزی) تجزیه آماری به صورت فاکتوریل انجام گرفت و عمق نمونه‌برداری به عنوان فاکتور سوم در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس ساده داده‌ها، تجزیه واریانس مرکب و رسم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 16.0 و Excel انجام گرفت.

نتایج و تحلیل‌ها

با توجه جدول ۲ درشهرستان بستان‌آباد، اثر عمق خاک‌ورزی در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq ۰/۰۵$) و اثر عمق نمونه-برداری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار شده ولی اثر سرعت خاک‌ورزی، عمق خاک‌ورزی و اثرات متقابل S ×

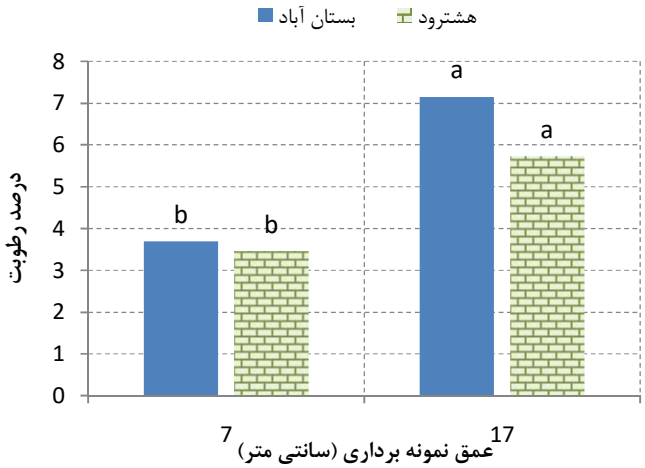
[۲] Soil Water Content

D، S × Sa، D × Sa و S × D × Sa غیر معنی‌دار هستند. هم‌چنین در شهرستان هشترود، اثر عمق خاک‌ورزی و عمق نمونه-برداری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار شده ولی اثر سرعت خاک‌ورزی، و اثرات متقابل S × D، S × Sa، D × S و S × D × Sa غیر معنی‌دار بودند. میانگین درصد رطوبت در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تأثیر عمق نمونه برداری بر رطوبت خاک (شکل ۳)، نشان داده شده است که با افزایش عمق خاک، رطوبت افزایش پیدا می‌کند و سطح خاک دارای رطوبت کم‌تری می‌باشد. یکی از دلایل پایین بودن رطوبت در سطح خاک، تابش مستقیم خورشید به سطح خاک است که باعث می‌شود رطوبت سطح خاک تبخیر گردد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر سرعت خاک‌ورزی (S)، عمق خاک‌ورزی (D) و عمق نمونه برداری (Sa) بر میزان درصد رطوبت، و مقاومت به نفوذ خاک در بستان‌آباد و هشترود را نشان می‌دهد.

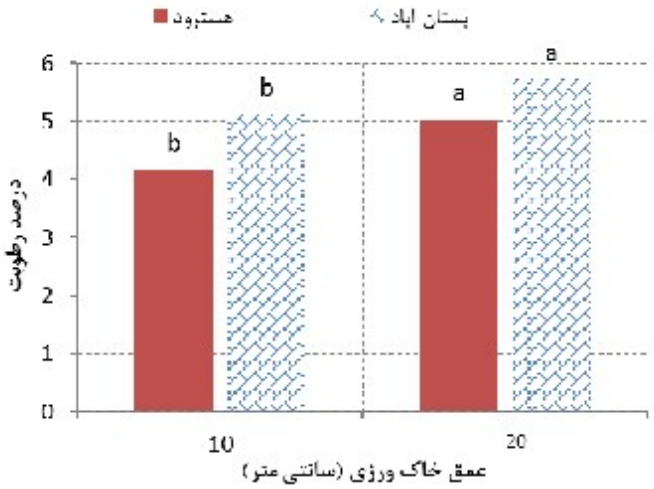
تیمارها	درجه آزادی	درصد رطوبت		مقاومت به نفوذ			
		بستان‌آباد	هشترود	درجه آزادی	بستان‌آباد	درجه آزادی	هشترود
سرعت (S)	۳	۲/۶۴۸^{ns}	۱/۱۲۵^{ns}	۳	۰/۵۸۲^{ns}	۳	۱/۱۷۵^{ns}
عمق خاک‌ورزی (D)	۱	۵/۶۲۰*	۱۱/۸۴۴**	۱	۰/۱۴۱^{ns}	۱	۰/۵۶۸^{ns}
S × D	۳	۱/۱۴۱^{ns}	۱/۶۷۸^{ns}	۳	۰/۸۵۶^{ns}	۳	۰/۱۴۳^{ns}
عمق نمونه برداری (Sa)	۱	۱۹۱/۰۱۰**	۸۲/۲۷۷**	۴	۰/۹۶۱^{ns}	۴	۱۳/۳۸۶**
S × Sa	۳	۰/۵۷۱^{ns}	۱/۸۰۲^{ns}	۱۲	۰/۳۳۲^{ns}	۱۲	۰/۵۷۰^{ns}
D × Sa	۲	۰/۵۳۲^{ns}	۲/۶۸۹^{ns}	۴	۰/۰۷۰^{ns}	۴	۱/۲۵۰^{ns}
S × D × Sa	۳	۰/۵۸۵^{ns}	۱/۱۵۶^{ns}	۱۲	۰/۴۶۲^{ns}	۱۲	۰/۶۶۴^{ns}
خطا	۴۸	۰/۹۷۷	۱/۰۸۲	۳۹	۰/۲۸۰	۱۱۷	۱/۲۵۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۸/۲۵	۲۲/۹۱	-	۴۱/۲۰	-	۵۵/۷۱

**، * و ns به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار می‌باشند.



شکل ۳. اثر عمق نمونه‌برداری بر میزان درصد رطوبت.

در رابطه با اثر عمق خاک‌ورزی (شکل ۴) روی درصد رطوبت خاک، مشاهده شد، که با افزایش عمق خاک‌ورزی میزان رطوبت افزایش یافته است. یکی از دلایل این افزایش، مخلوط شدن خاک سطحی با خاک زیرین می‌باشد، بدین معنی که خاک زیرین که دارای رطوبت بیشتر نسبت به سطح خاک می‌باشد در اختلاط با خاک سطحی باعث افزایش میزان رطوبت شده است.

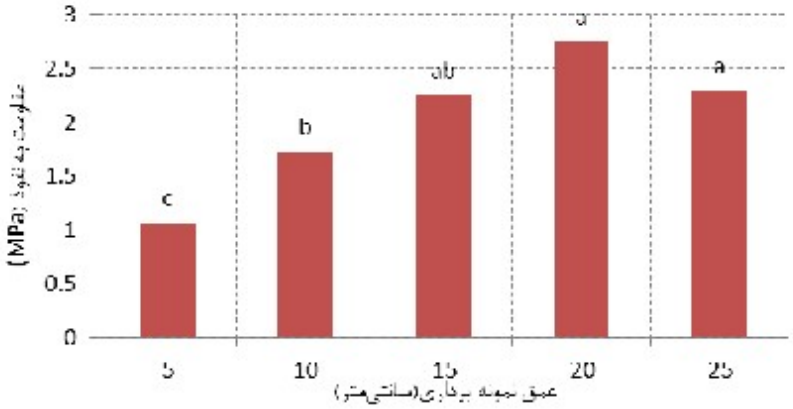


شکل ۴. اثر عمق خاک‌ورزی بر درصد رطوبت خاک.

در مقایسه داده‌های قبل و بعد از خاک‌ورزی بستان‌آباد، کم‌ترین مقدار اختلاف در میزان رطوبت خاک، در تیمار $S_4D_1Sa_1$، دارای افزایش ۰/۱ درصد و بیش‌ترین میزان اختلاف در تیمار $S_1D_2Sa_2$ به مقدار ۵/۰۳ درصد بود. در هشترود به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میزان اختلاف به مقادیر ۰/۳۵ و ۱/۴۶ درصد در تیمارهای $S_3D_1Sa_1$ و $S_3D_2Sa_2$ حادث شده است.

با توجه به این که در آزمون بارتلت، واریانس‌ها همگن نبودند، تجزیه مرکب انجام نگرفت.

نتایج بررسی تجزیه واریانس مربوط به اثر سرعت خاک‌ورزی (S)، عمق خاک‌ورزی (D) و عمق نمونه برداری (Sa) روی مقاومت به نفوذ (PR) در جدول ۲ نشان داده شده است. در بستان‌آباد، اثرات اصلی (Sa، D و S) و اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبودند. ولی در هشترود اثر عمق نمونه‌برداری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار شده و سایر اثرات غیر معنی‌دار بودند. بررسی نمودار میانگین اثر عمق نمونه برداری در شکل ۵ نشان داد که با افزایش عمق خاک، میزان مقاومت به نفوذ افزایش می‌یابد. یکی از دلایل افزایش مقاومت به نفوذ می‌تواند افزایش جرم مخصوص ظاهری با افزایش عمق خاک باشد. دلیل دیگر می‌تواند فشردگی خاک به مرور زمان در اثر کار ادوات کشاورزی در عمق خاک باشد.



شکل ۵. اثر عمق نمونه‌برداری بر مقاومت به نفوذ.

با افزایش عمق خاک‌ورزی و افزایش مقاومت به نفوذ، با توجه به رابطه‌ی زیر، عدد تحرک افزایش می‌یابد.

$$M = \frac{CI.b.d}{W}\sqrt{\frac{\delta}{h}}\frac{d}{d+0.5a} \qquad (۲)$$

که در آن:

M= تحرک‌پذیری.

CI= شاخص مخروط بر حسب کیلوپاسکال.

W= وزن روی تایر بر حسب کیلونیوتن.

b , d و h= به ترتی قطر تایر، پهنای تایر و ارتفاع سطح مقطع تایر بر حسب متر.

δ= تغییر شکل تایر تحت وزن بر حسب متر.

با افزایش تحرک‌پذیری، مطابق رابطه ۴-۲، مقاومت غلتشی کاهش می‌یابد که این کاهش در ضریب مقاومت غلتشی است که موجب کاهش در مقاومت غلتشی چرخ می‌گردد.

$$R = W(0.049 + \frac{0.287}{M}) \qquad (۳)$$

که در آن:

R= مقاومت غلتشی چرخ بر حسب کیلونیوتن

هم‌چنین افزایش مقاومت به نفوذ سبب افزایش ضریب کششی تراکتور، کشش مالبندی و توان مالبندی می‌گردد که در نتیجه سبب افزایش مصرف سوخت تراکتور می‌گردد.

نتیجه‌گیری

امروزه در بحث مدیریت کشاورزی تاکید بر حفاظت خاک است از این رو حفاظت رطوبت، انرژی و حتی ادوات مورد بحث قرار می‌گیرند. نتایج مربوط به بررسی رطوبت خاک نشان داد که سرعت خاک‌ورزی تأثیری بر درصد رطوبت نداشت البته مقدار کمتری افزایش مشاهده گردید ولی در حد معنی‌دار نبود، ولی افزایش عمق خاک‌ورزی باعث افزایش درصد رطوبت می‌گردد. بر اساس نتایج تأثیر سرعت خاک‌ورزی در میزان رطوبت غیر معنی‌دار می‌باشد، ولی اثر عمق خاک‌ورزی و عمق نمونه برداری، با افزایش عمق خاک‌ورزی و نمونه‌برداری، افزایش رطوبت حاصل شد. از لحاظ درصد رطوبت توصیه می‌گردد عملیات خاک‌ورزی حفاظتی با سرعت ، ۱۰ کیلومتر بر ساعت و عمق خاک‌ورزی ۱۰ سانتی‌متری انجام گیرد. با افزایش عمق خاک، میزان مقاومت به نفوذ افزایش می‌یابد. یکی از دلایل افزایش مقاومت به نفوذ می‌تواند افزایش جرم مخصوص ظاهری با افزایش عمق خاک باشد. ولی در کل مقاومت به نفوذ، با افزایش سرعت و عمق خاک‌ورزی، کاهش یافته است. نتایج حاصل از این بخش با نتایج بدست آمده از مطالعات (Arshad *et al*., 1999)، در رابطه با اثر عمق خاک‌ورزی روی رطوبت خاک و (Boydas and Turgut, 2007; Raper, 2002; Abaspour *et al*., 2006)، در رابطه با بررسی اثر سرعت و عمق خاک‌ورزی روی میزان رطوبت خاک در عمق-های مختلف خاک مطابقت کامل دارد. بر اساس نتایج تأثیر سرعت خاک‌ورزی در میزان رطوبت غیر معنی‌دار می‌باشد، ولی اثر عمق خاک‌ورزی و عمق نمونه برداری، با افزایش عمق خاک‌ورزی و نمونه‌برداری، افزایش رطوبت حاصل شد.

منابع:

۱- رباطی، ج.، شاکری، ف.، ۱۳۸۸. مکانیک تراکتور – ادوات. انتشارات پریور. تبریز

2- Arshad, M. A., A. J. Franzluebbers, and K. S. Gill, 1999. Improving barley yield on an acidic Boralf with crop rotation, lime, and zero tillage. Soil and Tillage Research, 50(1), 47-53.

3- Boydas, M. G., and N. Turgut, 2007. Effect of Tillage Implements and Operating Speeds on Soil Physical Properties and Wheat Emergence. Turk J Agric For, 31, 399-412.

4- Buckingham, F. 1984. Fundamental of Machine Operation (2 ed.). (L. R. Hathaway, L. T. Hammond, and A. E. O'Banion, Eds.) Moline: Deere and Company Service Training.

5- Gomez, A., R. F. Pomer, M. J. Singer, and W. R. Horwath, 2002. Soil Compaction Effects on Growth of Young Ponderosa Pine Following Litter Removal in California's Sierra Nevada. Soil Science Society of America Journal, 66(4), 1334-1343.

6- Hayes, W. A., and H. M. Young, 1982. Minimum Tillage Farming. No-Till Farmer.

7- Liu, C., and J. B. Evett, 2008. Soil Properties: Testing, Measurement, and Evaluation (6 ed.). Prentice Hall Higher Education.

8- Lopez, M. V., J. L. Arue, and V. Sanchez-Giron, 1996. A comparison between seasonal changes in soil water storage and penetration resistance under conventional and conservation tillage systems in Aragón. Soil and Tillage Research, 37(4), 251-271.

9- Raper, R. L. 2002. The influence of implement type, tillage depth and tillage timing on residue burial. American Society of Agricultural Engineers, 45(5), 1281-1286.

10- Rosolem, C. A., J. S. Foloni, and C. S. Tiritan, 2002. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. Soil and Tillage Research, 65(1), 109-115.

11- Uger, P. W., and T. C. Kasper, 1994. Soil Compaction and Root Growth, 86, 759-760.

Effect of Conservation Tillage on Soil Water Content and Soil Penetration Resistance

Arman Jalali[1*], Asghar Mahmoudi[2], Mostafa Valizadeh[3] and Iraj Eskandari[4]

1- Ph.D Student, Department of Agricultural Machine Engineering, Tabriz University of Tabriz
a.jalali@tabrizu.ac.ir
2- Associate Professor, Department of Agricultural Machine Engineering, Tabriz University of Tabriz.
3- Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Tabriz University of Tabriz.
4- Faculty member, Dryland Agriculture Research Institute, Maragheh, Iran.

Abstract

Tillage assists seed growth and germination through providing appropriate conditions for soil to absorb sufficient temperature and humidity. Tillage is a time consuming and expensive procedure. Considering the application of agricultural operations, we can save a considerable amount of fuel, time and energy consumption. Conservation tillage loosens the soil without turning or just through remaining plants left overs stems and roots. The aim of conservation tillage is to fix the soil structure. With regard the advantages of conservation tillage as well as to absence of adequate scientific research on imported conservation tillage implement and those which are made inside the country, and considering the importance of tillage depth and speed in different tiller performances, this investigation was carried out based on random blocks in the form of split plot experimental design. The main factor was tillage depth (10 and 20cm at both levels) and the sub factor was tillage speed, (6, 8, 10, 12 km per hour on four levels for Bostan Abad and 8,10,12,14 km per hour for Hashtroud). It was carried out using conservation tillage implement made in Sazeh Keshte Bukan Company, which is mostly used in Eastern Azerbaijan and by using Massey Ferguson 285, 399 tractors in Bostan Abad and Hashtroud, respectively with loamy sand soil texture. In this study, the effect of both factors on the features of the humidity and resistance of the soil at the sampling depth of 5-10 and 15-20 cm was examined. In this research, soil humidity content and soil penetration resistance was studied in to sampling depths of 5-10 and 15-20

centimeters. Tillage depth had significant effect on soil water content ($p<0/05$). Regarding sampling depth effect on soil water content, was significant at 1% ($P<0/01$) and 5% ($P<0.05$) probability level, respectively. In Hashtroud, tillage depth effect on soil water content at probability level of 1% ($P<0.01$). Depth of sampling was significant on humidity percent at probability level of 1% ($P<0.01$). Through an increase in tillage depth, soil water content increases accordingly. The most appropriate tillage depth using this machine is 10cm. About soil resistant, just sample depth had significant at probability level of 1% in Hashtroud.

Keywords: Conservation tillage, Soil moisture, Tillage forward speed, Resistance.