ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

اثرات کاربرد ادوات خاک ورزی عمیق روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گندم

هومن شریف نسب، محمود صفری، احمد حیدری
اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی
hsharifnasab@yahoo.com

چکیده:

تراکم خاک در اثر تردد تراکتورهای سنگین و تکرار خاک ورزی به وجود می آید. این عامل خواص فیزیکی خاک و نفوذ پذیری آب در خاک را تغییر می دهد که ممکن است موجب کاهش عملکرد در خیلی از محصولات کشاورزی شود.چنانچه خاک ورزی عمیق به طور مناسب انجام شود، می تواند اثرات منفی تراکم خاک را کاهش دهد. آزمایشی در سال زارعی ۸٦-۱۳۸۵ در ایستگاه های تحقیقاتی تجرک همدان، جلگه رخ مشهد، ورسن گلستان و صفی آباد دزفول انجام شد.

در این تحقیق از چهار روش خاک‌ورزی شامل:

۱- نیمه زیرشکن تا عمق ۳۰ سانتی متر و خاک ورزی مرسوم

۲- زیرشکن به عمق ۵۰ سانتی متر و خاک ورزی مرسوم

۳- شخم با گاوآهن قلمی تا عمق ۳۰ سانتیمتر

٤- تیمار شاهد (شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۳۰-۲۵ سانتیمتر)

استفاده شد. این تحقیق به صورت طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. قبل و بعد ازاعمال روش های مختلف خاک‌ورزی، پارامترهای جرم مخصوص ظاهری خاک، EC و pH خاک اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد گندم اندازه گیری و محاسبه شد.

نتایج نشان داد با توجه به حداقل بودن اختلاف عملکرد محصول در تیمارهای مختلف و بالا بودن هزینه و مصرف بالای انرژی در تیمار هائی که ازدستگاه زیرشکن استفاده شده است می توان از روش های کم خاک ورزی استفاده نمود. بیشترین عملکرد محصول مربوط به استان خراسان رضوی(روش خاک ورزی زیرشکنی) به میزان ٦۰۵۰ کیلوگرم بر هکتار و کمترین آن مربوط است به استان گلستان (با استفاده از خاک ورزی با گاوآهن قلمی) به میزان ۲۰۰٤ کیلوگرم در هکتار بود.در مجموع عملکرد گندم در استان خراسان در تمام روش های خاک ورزی بیشترین و در استان گلستان در تمام روش ها کمترین مقادیر گزارش گردیده است.

واژه‌های کلیدی : خاک‌ورزی عمیق، زیرشکن زنی، خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، گندم آبی.

مقدمه:

گندم یکی از محصولات استراتژیک در کشاورزی ایران است ، سالیانه سطحی معادل ٦/٧ میلیون هکتار از اراضی کشور به کشت این محصول اختصاص داده می شود. سهم گندم آبی از این سطح ٣٥٪ و گندم دیم ٦٥٪ می باشد. در چند دهه اخیر مسئله فشردگی خاک های زراعی به عنوان یک عامل منفی در عملکرد محصولات مختلف از جمله محصول گندم مطرح شده است. توسعه مکانیزاسیون کشاورزی با افزایش تردد و وزن ماشین های کشاورزی بر روی خاک ها همراه بود که به نظر می رسد منجر به تراکم خاک شود.

عوامل زیادی در متراکم شدن خاک توسط ماشین های کشاورزی موثرند که می توان به مقدار رطوبت خاک هنگام عملیات خاک ورزی، نوع خاک و تعداد عبور و وزن (بار وارده) ماشین های کشاورزی اشاره نمود. فشردگی خاک باعث افزایش مقاومت و جرم مخصوص ظاهری خاک، کاهش خلل و فرج و نفوذ آب به خاک می شود همچنین یک خاک متراکم مانع از طویل شدن ریشه و نفوذ آن به عمق های پایین تر خاک می شود که این اثرات در زمان های خشکی تشدید می شود(Greacent *et al.*,1968, Stibbe&Ariel 1970). که نهایتاً این عوامل ممکن است منجر به کاهش تولید در خیلی از محصولات شود. یکی از روش های مکانیکی کنترل تراکم خاک، استفاده از خاک ورزی عمیق مانند نیمه زیرشکن، زیرشکن و گاوآهن قلمی می باشد(٢٨ و ١٥).

از دیگر روش های کنترل فشردگی خاک، کنترل ترافیک می باشد بدین صورت که هرساله چرخ تراکتور از یک مسیر عبور کرده و از تردد در نواحی رشد اجتناب می شود(Dumas *et al.*, 1973) (١٤). به هر حال سست کردن مکانیکی لایه های متراکم خاک به وسیله زیرشکن و دیگر روش های خاک ورزی عمیق در شرایط مختلف ممکن است تاثیر مثبتی در عملکرد نداشته باشد و در خیلی موارد نتایج مایوس کننده ای نشان بدهد.

بر حسب مطالعات (Munkholm & Schjonning 2007) همچنین مطالعات اولیه با زیرشکنی، اغلب نشان از عدم تاثیر مثبت این وسیله بر رشد و عملکرد محصول بوده است(٢٢). چیلکوت و کول (Chilcott & Cole 1918) گزارش نمودند که استفاده از زیرشکن یا دیگر روش های خاک ورزی عمیق ممکن است در زمان های مشخص و در بعضی جاها مطلوب باشد(١١). اندرسن و همکاران (Anderson *et al.*1958) اعلام نمودند که زیرشکنی باعث کاهش عملکرد محصول در یک دوره چهار ساله شده است. دلایلی که برای عدم تاثیر زیرشکن بر عملکرد محصول ذکر شده است شامل : ١- رطوبت در زمان زیرشکن ٢- عدم تشخیص لایه ی متراکم ٣- اختلاف زیاد در مشخصات ریشه و رفتار محصول بوده است(٨).

بر اساس نظر (Laureti & Pieri, 2007) هدف از خاک ورزی، افزایش خلل و فرج ماکروی خاک به منظور نفوذ بیشتر آب و ریشه و نیز جذب بیشتر ازت و هوادهی خاک می باشد(٢٠). خاک ورزی سطحی برای گیاهان با ریشه سطحی و خاک ورزی کمی عمیق تر برای گیاهان با ریشه عمیق تر مانند چغندرقند و هویج پیشنهاد شده است .استفاده مداوم از گاوآهن برگرداندار در یک عمق ثابت باعث ایجاد لایه شخم می شود. فشردگی این لایه با حرکت های مکرر تراکتور و ادوات سنگین تشدید و به این ترتیب مانع نفوذ آب در خاک شده و موجب هرز آب سطحی و فرسایش می شود (Kepner *et al.*, 1984)(١٨). حرکت زیرشکن یا ماشین های خاک ورز عمیق در عمق زیر خاک زراعی، این لایه های متراکم و غیر قابل نفوذ را شکسته و نفوذپذیری آب در خاک را

افزایش می دهد، به عبارت دیگر چنانچه نفوذ پذیری آب در خاک کاهش یابد این بدان معنی است که خاک متراکم شده است (Majidi & Raoufat, 1997)(۲۱). احمد (Ahmad, 1990) در تحقیقی نشان داد که استفاده از زیرشکن ضمن اصلاح لایه متراکم کف شیار شخم (کف شخم)، جرم مخصوص ظاهری در یک خاک با بافت سیلتی لوم را از ۱/۷۱ به ۱/۵۸ گرم بر سانتیمتر مکعب کاهش و ضریب نفوذپذیری آب در خاک را ۷ تا ۹ برابر بهبود می بخشد(٦). دیویس و همکاران (Davies *et al.*, 1993) نشان دادند که با استفاده از ماشین های معمول تراکم و فشردگی خاک به لایه زیرین گسترش می یابد و با استفاده از عملیات خاک ورزی متداول جبران نمی شود(۱۲). نتیجه تحقیق دیگری در سال ۱۹۹٦ نشان داد که تردد وسایل در مزارع جهت انجام عملیات معمول، فشردگی خاک در لایه ٤٥ سانتی متری خاک را به دنبال دارد (Al-Adawi& Reeder,1996)(۷). خلیلیان و هود (Khalilian & Hood, 1991) گزارش کردند که استفاده از زیرشکن بطور وسیعی کاهش فشردگی خاک را به دنبال دارد. همچنین خاک ورزهای عمیق بطور قابل ملاحظه ای باعث افزایش عملکرد گندم و سویا شده است(۱۹). در مورد تاثیر کاربرد زیرشکن بر حرکت آب در خاک، مطالعات نشان داده است که زدن زیرشکن در خاک های دارای تراکم، موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و افزایش میزان نفوذ پایه به اندازه ۲ تا ۵ برابر آن قبل از اعمال زیرشکن شده است. علت این افزایش را در شکستن سخت لایه زیر عمق شخم و ایجاد درز، ترک و پوک شدن خاک اعلام کرده اند(Ahmad, 1990)(٦). کاسل و همکاران (Cassel *et al.*, 1995) گزارش نمودند که انجام عملیات زیرشکن میزان عملکرد محصول را در حدود ۷، ٤، ۳ و۲ درصد در مناطق مختلف افزایش داده است. علت این افزایش عملکرد را به کاهش جرم مخصوص ظاهری، شاخص مخروطی و افزایش میزان نفوذ پایه خاک نسبت داده اند(۱۰). همچنین نتیجه تحقیق دیگری نشان داد که در اثر تراکم خاک، ۳٤ درصد افت محصول گندم در خاک شنی لومی ایجاد شده است تاچتون (Touchton, 1982) اثر سه روش مختلف تهیه زمین و کاشت شامل ۱- شخم با گاوآهن برگرداندار، ۲- شخم با گاوآهن قلمی و ۳- بدون شخم را بر عملکرد گندم و سویا بررسی کرد و به این نتیجه رسید که حداکثر عملکرد مربوط به شخم با گاوآهن قلمی است(۳۰). صلح جو و نیازی (Solhjou & Niazi, 2001) تاثیر عملیات زیرشکن بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که زیرشکنی خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک و افزایش سرعت نفوذ آب در خاک و عملکرد نسبی گندم شده است(۲۷). بهترین تیمار خاک ورزی به منظور کاهش تراکم خاک، تیمار زیرشکنی خاک تا عمق ۳۵-۳۰ سانتیمتر+ گاوآهن برگرداندار بود که سبب کاهش شاخص مخروط خاک به میزان ۱۲/۸ درصد، کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک به میزان ٤/۱ درصد، افزایش سرعت نفوذ آب در خاک به اندازه ۲/٤ برابر و افزایش عملکرد گندم به میزان ۳/۸ درصد شده است. باسچر و همکاران (Busscher *et al.*, 2000) اثر زمان خاک ورزی عمیق را در یک خاک شنی لومی بر مقاومت خاک و عملکرد گندم و سویا بررسی نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که خاک ورزی عمیق در شروع هر فصل زراعی، شاخص مخروطی را کاهش و عملکرد را افزایش داد. همچنین با کاهش هر یک مگا پاسگال شاخص مخروطی، عملکرد گندم ۱/۵ تا ۱/۷ تن در هکتار و سویا ۱/۱ تا ۱/۸ تن در هکتار افزایش یافت(۹). اویسیبل و کروکستن (Oussible & Crookston, 1987) در آزمایشی اثر زیرشکنی را در یک خاک متراکم روی عملکرد گندم بررسی نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که در پلاتهای زیرشکن زده شده، جرم مخصوص

ظاهری در حدود ۱۱ درصد کاهش و خلل و فرج خاک در حدود ۱۷ درصد افزایش یافت. همچنین مقاومت خاک در عمق ۳۵-۲۰ سانتیمتری در حدود ۱۹ تا ۳۳ درصد کاهش پیدا کرد. در کل عملکرد دانه ٤٨ درصد و عملکرد کاه ۲۸ درصد افزایش یافت(۲٤). تادسی و همکاران (Tadesse *et al.*, 1996) اثرات کم خاک ورزی را روی علف های هرز و عملکرد گندم دوروم در اتیوپی مرکزی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در روش کم خاک ورزی تقریبا ۵۰ درصد کمتر از عملکرد در روش خاک ورزی مرسوم بوده است(۲۹). پیکول و آیس (Pikyl & Aase, 1999) اثر زیرشکنی را بر عملکرد گندم دیم و خواص فیزیکی خاک بررسی نمودند. نتایج نشان داد جرم مخصوص ظاهری در پلاتهایی که زیرشکن زده شده بود g/cm^3 ۱/۳٤ ودر پلاتهای بدون زیرشکن g/cm^3 ۱/۳٦ بوده است. از نظر عملکرد اختلاف معنی داری بین پلاتهای زیرشکن و بدون زیرشکن مشاهده نشد(۲۵). لایورتی و پیری (Laureti & Pieri, 2007) کم خاک ورزی را در مرکز ایتالیای شرقی بررسی نمودند. آنها در این مطالعه چند روش خاک ورزی شامل: ۱- شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۵-۲۰ سانتیمتر ۲- شخم با گاوآهن قلمی به عمق ۳۰ سانتیمتر و ۳- شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۰ سانتیمتر به اضافه زیرشکنی به عمق ۵۰ سانتیمتر را در تناوبهای دو ساله بررسی نمودند. نتایج نشان داد که چغندرقند جهت افزایش عملکرد نیاز به خاک ورزی عمیق دارد در حالیکه آفتابگردان و سورگوم حساسیتشان به خاک ورزی عمیق کمتر است. همچنین خاک ورزی سطحی یا کم خاک ورزی برای تهیه بستر گندم کفایت می کند. بنابراین به دلیل هزینه بالا در روش شخم+زیرشکنی تنها این روش در چغندرقند توجیه پذیر می باشد. همچنین آنها توصیه نمودند که بدلیل هزینه پایین و زمان کمتر تهیه ی بستر به وسیله گاوآهن قلمی و نیز تاثیر مطلوب بر عملکرد محصول، از این وسیله در تهیه زمین استفاده شود(۲۰). نیدال و حمده (Nidal & Hamde, 2007) در تحقیقی اثر تراکم خاک که در اثر تردد تراکتور (بار اکسلی) به وجود آمده بود روی رشد ذرت و جرم مخصوص ظاهری خاک را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تراکم حاصل از بار اکسلی عملکرد را ۲٦/۸ و۱٤/۸ درصد به ترتیب در سالهای ۲۰۰۰و ۲۰۰۱ کاهش داده است. حتی دو سال بعد از متراکم کردن خاک (با بار اکسلی ۱۹ تن) جرم مخصوص را در عمق ۱۰ تا ۵۰ سانتیمتری خاک در حدود ۱/٦ تا ٦/۱ درصد نسبت به مکانهای بدون تراکم کاهش داد(۲۳). زیرشکنی اثرات منفی تراکم را کاهش داده و موجب بهبود خواص خاک، رشد و عملکرد محصول شد. یالکین وکاکیر (Yalcin & Cakir, 2006) در تحقیقی اثرات خاک ورزی و بازده انرژی زیرشکنی و کاشت مستقیم را در یک خاک سبک بر عملکرد ذرت سیلویی در تناوب با گندم بررسی نمودند. روشهای خاک ورزی شامل: ۱- خاک ورزی مرسوم۲- زیرشکنی و۳- کاشت مستقیم بود. نتایج نشان داد که روش خاک ورزی مرسوم و کاشت مستقیم به ترتیب بیشترین (٦۰/۵ لیتر در هکتار) و کمترین (۷/۵ لیتر در هکتار) مصرف سوخت را به خود اختصاص دادند. روش خاک ورزی مرسوم ۷ برابر بیشتر از روش مستقیم سوخت مصرف کرد. همچنین بیشترین بازده مزرعه ای در روش کاشت مستقیم (۱/۳٤ هکتار در ساعت) و کمترین در زیرشکنی(۰/٤ هکتار در ساعت) بدست آمد. بیشترین عملکرد محصول در روش زیرشکنی حاصل شد. اگرچه روش کاشت مسقیم کمترین مصرف سوخت و بیشترین بازده مزرعه ای را داشت ولی کمترین عملکرد در این روش حاصل شد(۳۱). همیلتون و همکاران (Hamilton *et al.*, 2002) گزارش نمودند که زیرشکنی با عث کاهش مقاومت خاک و جرم مخصوص ظاهری خاک می شود ولی تاثیری بر عملکرد گندم ندارد(۱۷). کونتری و همکاران (Coventry *et al.*, 1987) گزارش نمودند که در

یک دوره خشکی (با ۲۹۵ میلیمتر بارندگی) خاک ورزی عمیق باعث افزایش عملکرد شده است(۱۳). هندرسون(Henderson,1989) پیشنهاد نمود که هنگامی که درصد رطوبت بالاست از خاک ورزی عمیق اجتناب شود. حتی بعد از خاک ورزی عمیق، متراکم شدن دوباره خاک ممکن است با عملیات معمول خاک ورزی اتفاق بیفتد. که این فشردگی مجدد ممکن است مساوی و یا حتی بیشتر از قبل باشد(۱٦). (Soane *et al.*, 1986) همچنین هندرسون (Henderson,1985 and Henderson, 1989)گزارش کرد که عبور ۲ تا ٤ بار یک تراکتور با وزن ۵۰۰۰ کیلوگرم روی یک خاک غیر متراکم، موجب ایجاد لایه متراکم می شود(۲٦و۱٦).

شهیدی (۱۳۸۲) نتیجه گرفت وقتی میزان بارندگی کافی باشد تفاوت معنی داری بین شدت های مختلف خاک ورزی از نظر مقدار عملکرد وجود ندارد(٤) .

بختیاری (۱۳۸۲) سه نشان داد که روش های مختلف خاک ورزی بر عملکرد خالص گندم اثر معنی دار ندارند بنابراین از این طریق نمی توان یک روش خاک ورزی مناسب را با توجه به عملکرد محصول توصیه کرد لذا جهت تعیین مناسبترین روش خاک ورزی باید پارامترهای ماشین را نیز در نظر گرفت(۱).

شهربانونژاد (۱۳۸۲) نشان داد که اختلاف بین میانگین صفات اندازه گیری شده از قبیل تعداد خوشه ، ارتفاع خوشه ، تعداد دانه در خوشه ، وزن هزار دانه ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سطح ۵ ٪ معنی دار و در خصوص سایرصفات مورد بررسی معنی دار نبود و روش خاک ورزی با گاوآهن برگردان دار + دو مرحله دیسک در سطح بالاتری نسبت به دیگر تیمارها قرار داشت(۳).

روزبه (۱۳۸۲) مشاهده کرد وجود تناوب همه ساله و استفاده از روش خاک ورزی مرسوم سبب بجا ماندن بقایا و در نتیجه بروز مشکل به هنگام تهیه زمین و کاشت بذر می گردد و روشهای مختلف تهیه زمین تأثیر معنی داری بر عملکرد محصول دارند و استفاده از ساقه خرد کن ذرت قبل از بکارگیری گاوآهن برگرداندار می تواند باعث افزایش معنی دار عملکرد گردد(۲).

با توجه به نتایج متفاوت از تاثیر خاک ورزی عمیق بر محصولات مختلف در شرایط متفاوت از نظر آب و هوا، خاک، میزان بارندگی و غیره، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر خاک ورزی عمیق بر عملکرد گندم آبی و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در سطح ملی اجرا شد.

مواد و روش ها:

قبل از اعمال تیمارها، در چند نقطه از محل آزمایش، جرم مخصوص ظاهری خاک در سه محدوده عمق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۳۰-٤۵ سانتیمتر، EC و pH خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر، مقاومت به نفوذ خاک (شاخص مخروطی) بوسیله دستگاه پنترومتر تا عمق ۵۰ سانتی متری اندازه گیری شد. همچنین، چند نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتر برداشته و جهت تجزیه خاکشناسی و توصیه کودی بررسی گردید.

این تحقیق در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی شامل ٤ تیمار و ٤ تکرار اجرا شد . تیمارهای خاک ورزی پیاده شده در پلات های آزمایشی شامل :۱- نیمه زیرشکن تا عمق ۳۰ سانتی متر و خاک ورزی مرسوم ۲- زیرشکن به عمق ۵۰ سانتی متر و خاک ورزی مرسوم ۳- شخم با گاوآهن قلمی تا عمق ۳۰ سانتیمتر ٤- تیمار شاهد با روش خاک ورزی مرسوم منطقه (شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۳۰-۲۵ سانتیمتر + دیسک) بود.

بعد از اعمال تیمارها، گندم کاشته شد. کود مصرفی با توجه به شرایط خاک و نتایج تجزیه خاک قبل از انجام عملیات در نظر گرفته شد. آبیاری درکلیه مناطق اجرای طرح در کرت ها بصورت بارانی انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه و کاه ۱۰ مترمربع از هرکرت بصورت دستی برداشت و بوسیله کمباین آزمایشی دانه از کاه جدا و هر کدام جداگانه توزین شد.

جرم مخصوص ظاهری:

برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک، نمونه‌ها پس از برداشت و توزین به مدت ۲٤ ساعت در ۱۰۵ درجه سانتیگراد در آون نگهداری و مجدداً توزین شد. برای محاسبه جرم مخصوص ظاهری خاک از فرمول زیر استفاده شد:

فرمول (۱) $BD=Ws/V$

$BD=$ جرم مخصوص ظاهری خاک(g/cm^3)

$W_s=$ جرم خاک خشک (g)

$V=$ حجم کل خاک (cm^3)

اندازه گیری EC و pH:

برای تعیین pHوEC خاک، نمونه هایی از عمق ۰ الی ۳۰ سانتی متری قبل و بعد از اعمال تیمارهای خاک ورزی برداشت شد.

نتایج و بحث:

جیره کود مصرفی

در منطقه همدان با توجه به ویژگی های خاک آنالیز شده ، ۲۰۰ کیلوگرم اوره و ۱۰۰کیلوگرم سوپر فسفات در هکتار اضافه گردیدکه تمام کود سوپر فسفات و نیمی از کود اوره قبل از عملیات تهیه بستر بذر و نیم دیگر در فروردین سال بعد به طور یکسان به کلیه کرت ها داده شد.

در منطقه خراسان، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم ، ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان خاک ورزی و سپس ۱۰۰ کیلوگرم اوره در زمان پنجه زنی اضافه گردید.

در منطقه گلستان ، ۱۰۰ کیلو گرم فسفات آمونیم ، ۵۰ کیلوگرم پتاس و ۱۲۵ کیلوگرم ازت خالص در هکتار مورد استفاده قرار گرفت.

در منطقه دزفول ، میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۵۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریبل اضافه گردید

تاثیر روش های خاک ورزی بر خواص فیزیکی خاک

در منطقه همدان نتایج بررسی پروفیل خاک قبل از عملیات خاک ورزی (در چهار عمق) نشان داد لایه خاک در عمق۲۷-۷ سانتیمتری متراکم بوده و یک لایه سخت را در عمق ۲۷ سانتیمتری تشکیل داده است. همچنین بعد از برداشت، در پلات هایی که روش های خاک ورزی اعمال شده بود ، پروفیل هایی حفر شد. با بررسی های پروفیل

مشخص شد که از نظر شاخص محکمی، قبل از خاک ورزی در رتبه ۱ (از همه محکمتر) و به ترتیب، نیمه زیرشکن(۲)، قلمی(۳)، روش مرسوم(٤) و زیرشکن(۵) قرار گرفتند. با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق مختلف قبل از عملیات خاک ورزی و جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق مختلف بعد از عملیات خاک ورزی نتیجه می گیریم که در عمق ۵۰ سانتیمتر جرم مخصوص ظاهری خاک از ۱/۵۳ به ۱/۳۰ گرم بر سانتی متر مکعب تقلیل یافته است. لذا به نظر می رسد زیرشکنی با عمق ۵۰ سانتیمتر بیشترین تاثیر را در به هم گسیختگی خاک داشته است.

در این منطقه ،روش های خاک ورزی باعث کاهش جزئی در جرم مخصوص ظاهری خاک شده است. اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف خاک وزی بر از هم گسیختگی خاک وجود ندارند اما تیمارهای گاوآهن قلمی و زیرشکن به طور جزیی با عث کاهش گسیختگی خاک شده اند. عدم اختلاف معنی دار بین روش های خاک ورزی عمیق و مرسوم را می توان به این دلیل دانست که با توجه به عمق کار گاوآهن برگردانـدار (۳۰-۲۵ سانتیمتر) در روش مرسوم، همانند دیگر روش های خاک ورزی عمیق عمل کرده است(جدول).

در منطقه خراسان، با توجه به نتایج جدول ، زیر لایه عمق شخم متداول یک لایه فشرده وجود داشت که احتمالا بدلیل شخم متداول(Plow Pan) و نیز وجود ذرات رس در خاک می باشد همچنین.خاک ورزی توسط زیر شکن باعث کلوخه شدن سطح خاک شد که خرد کردن این کلوخه ها نیازمند استفاده مکرر از ادوات خاک ورزی ثانویه بود. این مسئله می تواند باعث تخریب ساختمان خاک در سطح شده و با خرد شدن قسمتی از خاک جرم مخصوص ظاهری خصوصا در لایه های سطحی افزایش یابد. دیسک زدن های متوالی خصوصا در صورتی که رطوبت کمی پایین باشد در خاکهای سنگین تنها باعث مدفون شدن کلوخه ها به عمق زیر سطح می گردد. این مسئله در زمان کشت باعث تغییرات زیاد عمق کشت بذر خواهد گردید. استفاده از زیر شکن باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری در منطقه سخت لایه به مقدار محسوس و معنی داری شده است.

در منطقه گلستان میانگین قطر وزنی کلوخ های حاصل از عملیات تهیه زمین ، اختلاف معنی داری نشان نداده. به نظر می رسد رطوبت زیاد خاک بعد از برداشت سویای تابستانه و بارندگی های قبل از شخم باعث گردیده که اگر چه زیرشکن لایه های خاک را در حدود ۵۰ سانتیمتری خاک شکسته و خاک را کمی بهم زده، اما تاثیر زیادی در جابجایی خاک عمقی نداشته و فقط لایه سطحی دراثر عملیات بعدی خاک ورزی ثانویه خرد شده است و از آنجائیکه نمونه گیری کلوخ های خاک در لایه حدود ۲۵ سانتیمتری گرفته شده بنابراین زیر شکن زدن در رطوبت نسبتاً بالا در خرد کردن کلوخ های خاک تاثیر زیادی نداشته است. شرایط اقلیمی و کشت های تابستانه در استان گلستان و محدودیت زمان آماده سازی بستر بذر برای کشت پاییزه گندم، فرصت زیرشکن زنی در مناسب ترین ماه یعنی مهر را فراهم ننمود و در صورتیکه این عملیات زیر شکن زنی بعد از برداشت گندم و در اوایل تیر ماه بعلت رطوبت مناسب خاک انجام شود میزان آب آبیاری برای کشت تابستانه سویا بشدت افزایش یافته و زارعین با کمبود آب مواجه خواهند شد. با این شرایط و محدودیت های زمانی، مناسب ترین گزینه برای عملیات زیرشکن زنی در این استان، قطعه بندی زمین ودر نظر گرفتن بخشی از مزرعه برای آیش تابستانه و شکستن لایه های عمقی خاک بعد از آبیاری مزرعه و یا بارندگی های اولیه در مهر ماه می باشد که ضمن اینکه زیر شکنی در رطوبت مناسب خاک انجام شده و ترد بودن و شکنندگی کلوخ های خاک افزایش پیدا می کند از تبخیر رطوبت لایه های عمقی

خاک در تابستان جلو گیری می گردد. شخم بوسیله گاو آهن برگرداندار و یا گاوآهن قلمی و سپس عملیات دیسک ثانویه نیز در شرایط این نوع خاک و با این مقدار رطوبت اختلافی را در خرد کردن کلوخه ها نشان نداده و می توان نتیجه گرفت که نتایج بدست آمده ونزدیک بودن مقادیر، بیشتر تحت تاثیر عملیات دیسک بوده و رطوبت زیاد خاک، اجازه تغییرات زیاد تر را بین تیمار های آزمایش نداده است.

در منطقه دزفول اختلاف جرم مخصوص ظاهری خاک قبل از عملیات خاک ورزی و پس از اعمال تیمارهای خاک ورزی قابل ملاحظه و چشمگیر نمی باشد. جرم مخصوص خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر بدلیل وجود بقایای سطحی خاک کمتراز عمق ۳۰-۱۵ و ٤٥-۳۰ سانتیمتری خاک بود.

تاثیر روش های خاک ورزی بر خواص شیمیایی خاک

در استان همدان، گاوآهن قلمی بیشترین مقدار هدایت الکتریکی را نسبت به بقیه تیمارها داشته است. همچنین مقدار pH در کلیه تیمارهای خاک ورزی تفاوت معنی دار نمی باشد. شاید یکی از دلایل این مسئله انجام آبیاری سبک توسط سیستم آبیاری بارانی بلا فاصله بعد از اجرای تیمارهای زیر شکن و گاو آهن قلمی و اجرای سایر عملیات بعد از گذشت چهار روز باشد.

در منطقه خراسان ، نتایج حاصله تفاوت معنی داری را بین تیمارهای مختلف از نقطه نظر میزان اسیدیته pH و EC نشان ندادند.

در منطقه گلستان، نتایج حاصله تفاوت معنی داری را بین تیمارهای مختلف از نقطه نظر این دو عامل نشان ندادند.

در منطقه دزفول ، میزان اسیدیته pH و EC کرت های آزمایشی قبل از عملیات خاک ورزی و پس از عملیات خاکورزی هیچ گونه اختلاف قابل ملاحظه ای مشاهده نشد .

جدول ۱- درصد مواد آلی، فسفر و پتاس قابل جذب قبل از عملیات خاک ورزی(عمق ۳۰-۰ سانتیمتر)

منطقه	درصد مواد آلی	فسفر قابل جذب (p.p.m)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)
همدان	۰/٤۸	۱٤	٤۱۰
خراسان	۰/۸٥	۹/٥	۳٤۰
گلستان	۱/۳۷	٦/۱	٤٦٦
دزفول	۰/٦٥	۷	۱٥٥

اثر روش های مختلف خاک ورزی عمیق بر عملکرد گندم

در منطقه همدان، اثر روشهای خاک ورزی عمیق بر عملکرد گندم معنی دار نشده است. مشاهده می شود که روش خاک ورزی با گاوآهن قلمی بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد داشته و نسبت به بقیه تیمارها باعث افزایش ۲٥ درصدی عملکرد گندم شده است. که با نتایج دیگر محققین(۲۰و۳۰و۹) منطبق است (Busscher *et al.*, 2000,

Touchton, 1982, Laureti & Pieri, 2007). عدم تاثیر قابل ملاحظه روش های خـاک ورزی عمیـق (بـه خصوص روشهای زیرشکنی) بر عملکرد گندم نسبت به خاک ورزی مرسوم، ممکن است به این دلیـل باشـد کـه روشهای خاک ورزی عمیق در زمانهای خشک و هنگامی که گیاه با تنش رطوبتی مواجه است می تواند مثمر ثمرتر باشد (به دلیل نفوذ بیشتر ریشه و دستیابی به رطوبت بیشتر). بنابراین با توجه به شرایط آزمایش حاضر که مزرعه به طور کامل آبیاری می شد و همچنین بارندگی در سال زراعی مذکور بیش از میانگین دراز مدت بـود، لـذا گیـاه بـا تنش رطوبتی مواجه نشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در چنین شرایطی، استفاده از زیرشکن تاثیر بسـزایی بـر عملکرد محصول نداشته باشد.

جدول ۲-شرایط فیزیکی و شیمیائی زمین (قبل و بعد از عملیات)

			قبل از عملیات		**بعد از عملیات**		
منطقه	پارامتر	عمق(سانتیمتر)		نیمه زیر شکن	زیر شکن	قلمی	بدون زیر شکن
همدان	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۰-۱۵	۱/۳۹	۱/۲۹ ab	۱/۲۵ a	۱/۳۰ ab	۱/۳۲ b
		۱۵-۳۰	۱/٤٤	۱/۲۵ ab	۱/۲۰ a	۱/۳۰ ab	۱/۳۵ b
		۳۰-٤۵	۱/۵۳	۱/۳۵ ab	۱/۳۰ a	۱/۳۹ b	۱/٤۰ b
	EC		۱	۰/۹۷ a	۰/۹٦ a	۱/۱٦ b	۰/۹٦ a
	PH		۸/۰٤	۸/۰۹ a	۸/۰۸ a	۸/۰۷ a	۸/۰۸ a
	عملکرد(kg/ha)			۳۹۹۵ a	۳۸۹۹ a	۵۰٤٤ a	٤۰۹۵ a
خراسان	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۰-۱۵	۱/۵۵	۱/٤۷ a	۱/٤٤ a	۱/٤۰ a	۱/۳۸ a
		۱۵-۳۰	۱/۸۲	۱/۵۵ a	۱/۵۰ a	۱/۵۵ a	۱/۵۵ a
		۳۰-٤۵	۱/٦۳	۱/٦٤ a	۱/۵۸ b	۱/٦٤ a	۱/٦۳ a
	EC		۱/۹	۲/۰ a	۱/۹ a	۲/۱ a	۱/۹ a
	PH		۷/٦۰	۷/۵ a	۷/٦ a	۷/۵ a	۷/۷ a
	عملکرد(kg/ha)			٦۰۱۰ a	٦۰۵۰ a	۵۸۵۰ a	۵۹۵۰ a
گلستان	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۰-۱۵	۱/٤۷	۱/٤٤ a	۱/٤٦ a	۱/٤۵ a	۱/٤۳ a
		۱۵-۳۰	۱/٦۳	۱/۵۰ a	۱/٤۸ a	۱/۵۲ a	۱/۵٤ a
		۳۰-٤۵	۱/۵۸	۱/٦۰ a	۱/۵۳ a	۱/٦۰ a	۱/۵۹ a
	EC		/٤۷	۰/٤۲ a	۰/٤۱ a	۰/٤۵ a	۰/٤٤ a
	PH		۷/۸۰	۷/۷۰ a	۷/٦۵ a	۷/۷۵ a	۷/۷۰ a
	عملکرد(kg/ha)			۲۸۷۹ a	۲٤۱٦ ab	۲۰۰٤ b	۲۱۷۱ ab
دزفول	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۰-۱۵	۱/٤۷	۱/۵۷ a	۱/٦۹ a	۱/٦۵ a	۱/٦۰ a
		۱۵-۳۰	۱/٦۳	۱/٦۹ a	۱/۷۵ a	۱/۷۰ a	۱/۷۱ a
		۳۰-٤۵	۱/۵۸	۱/۸۰ a	۱/۷۱ a	۱/۷۷ a	۱/۷۵ a
	EC		۱/۵۰	۰/۹۳ a	۰/۸۰ a	۰/۷۰ a	۰/۷۷ a
	PH		۷/۵۰	۷/۳۰ a	۷/۲۲ a	۷/٤۰ a	۷/۳۱ a
	عملکرد(kg/ha)			۳۱۷۵ a	۳۵٦٤ a	۳۳۳۳ a	۳۳۱۹ a

* در هر ستون تیمارهایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، بر طبق آزمون دانکن با احتمال خطای ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

در منطقه خراسان گرچه سخت لایه وجود داشت و عملیات زیر شکنی باعث شکستن آن گردید اما به نظر می رسد به دلایل زیر مطابق جدول تفاوت معنی داری در عملکرد به وجود نیامد:

۱- میزان کلوخه های ایجاد شده در تیمارهای زیر شکن و گاو آهن چیزل بدلیل رطوبت پایین خاک زیاد بود و این کلوخه‌ها به علت سنگین بودن بافت خاک و آبیاری سبک انجام شده جهت انجام سایر عملیات خاک ورزی توسط دیسک به خوبی نرم نشد و در نتیجه عمق مطلوب کشت در این تیمارها حاصل نگردید.

۲- وجود بافت سنگین خاک در مزرعه سبب انتقال ذرات رس خاک به لایه های زیری و در نتیجه تشکیل یک لایه فشرده در زیر لایه سطحی می گردد که بعد از مدتی مانع گسترش ریشه به عمق می شود.

۳- یکی از دلایلی که می تواند توجیه گر این مسئله باشد نوع آبیاری و میزان بارندگی سال زراعی فوق بود. خاک آب یا آبیاری اولیه این مزرعه بدلیل ممانعت از ایجاد سله در سطح خاک به صورت سطحی و سایر آبیاری ها به صورت بارانی صورت گرفت. با توجه به خشک سالی شدید و فقدان بارندگی های مناسب در سال زراعی انجام آزمایش می توان گفت آبیاری های مهم و سرنوشت ساز در تعیین عملکرد مزرعه بصورت بارانی صورت گرفت. این نوع آبیاری رطوبت را بیشتر در لایه های سطحی نگاه می دارد و در نتیجه بیشترین گسترش ریشه در سطح خاک صورت می گیرد. این مسئله تاثیر وجود یا عدم وجود سخت لایه را کمرنگ نمود.

در منطقه گلستان، بکارگیری زیر شکن با قرار دادن ریشه گندم در شرایط مناسب تر، افزایش عملکرد گندم را باعث گردید و بر اساس جدول۲ تیمار زیرشکنی در عمق ۳۰ سانتیمتر با ۲۸۷۹ کیلو گرم در هکتار بیشترین میانگین عملکرد را تولید کرده است. تیمار زیر شکنی در عمق ۵۰ سانتیمتر نیز با میانگین ۲٤۱٦ کیلو گرم در هکتار در مرتبه بعدی قرارداشت. این نتایج نشان می دهد که شکستن لایه زیرین عمق شخم، با استقرار بهتر ریشه همراه بوده و قابلیت جذب رطوبت و مواد غذائی در محیط اطراف ریشه افزایش یافته و در نتیجه باعث افزایش عملکرد نسبت به شرایط معمول شده است.

در منطقه دزفول ، مطابق جدول عملکرد محصول گندم در بین تیمارها، معنی دار نبود. بالاترین عملکرد دانه مربوط به تیمار دوم (زیرشکن ۵۰ سانتیمتر + خاکورزی مرسوم) با ۳٥٦٤ کیلوگرم در هکتار و پائین ترین عملکرد دانه مربوط به تیمار اول (زیرشکن ۳۰ سانتیمتر + خاکورزی مرسوم)با ۳۱۷۵ گیلوگرم در هکتار بود.

نتیجه گیری:

با توجه به هزینه بر بودن عملیات زیر شکنی بدلیل مصرف توان بالا نمی توان همیشه این عملیات را برای انواع مزارع پیشنهاد نمود. عملیات زیر شکنی فرایند پیچیده و خاصی است که حتما باید با مطالعه کافی صورت پذیرد. علاوه بر نکات مهم و کلاسیک همانند وضعیت خاک در لایه های زیرین(شنی بودن یا pH نامناسب خاک) بایستی به بافت خاک و نیز نوع آبیاری مزرعه توجه داشت. در صورتیکه مزرعه توسط سیستمهای بارانی و یا قطره ای بصورت سطحی آبیاری شود بودن سخت لایه نمی تواند مانع جدی برای افزایش عملکرد محسوب گردد. با توجه به حداقل بودن اختلاف عملکرد محصول در تیمارهای مختلف و بالا بودن هزینه و مصرف بالای انرژی در روش خاک ورزی با دستگاه زیرشکن و روش خاک ورزی مرسوم با توجه به مشابه بودن نتایج بدست آمده از دیگر

طرحهای اجرا شده در مناطق و بدلیل صرفه جوئی در هزینه ها، استهلاک ادوات و مصرف انرژی می توان از روش های کم خاک ورزی جهت عملیات تهیه زمین استفاده نمود.

صادق نژاد و همکاران(۱۳۸۳) گزارش نمودند تغییرات عناصر غذایی N,P,K در خاک بعد از زمان آزمایش، در بین روشهای مختلف خاک ورزی معنی دار نبوده و مقادیر اندازه گیری شده این عناصر در گیاه، شاخص کافی برای مقایسه میزان مصرف آنها نمی باشد(۵).

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می شود، بیشترین عملکرد محصول مربوط است به استان خراسان رضوی در شرایطی که از روش خاک ورزی زیرشکنی استفاده شده است با میزان ٦۰۵۰ کیلوگرم بر هکتار و کمترین آن مربوط است به استان گلستان با استفاده از خاک ورزی با گاوآهن قلمی با میزان ۲۰۰٤ کیلوگرم در هکتار.

در مجموع عملکرد گندم در استان خراسان در تمام روشهای خاک ورزی بیشترین و در استان گلستان در تمام روشها کمترین مقادیر گزارش گردیده است.

پیشنهادات:

۱- عملکرد محصول در روشهای مختلف خاک ورزی اختلاف چشمگیر و معنی داری نداشت که این امر می تواند بدلیل میزان بارندگی و رطوبت کافی در مناطق باشد.

۲- با توجه به اینکه عملیات زیرشکنی در شرایطی که تنش رطوبتی به محصول وارد می شود می تواند مفید باشد بنابراین پیشنهاد می شود چنین طرحهایی با لحاظ تنشهای رطوبتی اجرا شود.

۳- با توجه به اینکه در خیلی از تحقیقات عمق کار بیش از ۲۰ سانتیمتر را به عنوان خاک ورزی عمیق در نظر گرفته اند پیشنهاد می شود خاک ورزی مرسوم با عمق کمتر از ۲۰ سانتیمتر با دیگر روشهای خاک ورزی عمیق مقایسه شود.

منابع مورد استفاده:

۱- بختیاری ، م . ۱۳۸۲ . تعیین مناسب ترین روش خاکورزی جهت کاشت گندم در تناوب با سیب زمینی. مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل خاکورزی غلات .کرج.

۲- روزبه ، م . و م . پوسکانی . ۱۳۸۲ . تأثیر روشهای مختلف خاکورزی بر عملکرد گندم در تناوب با ذرت. نشریه علوم کشاورزی ایران ، جلد ۳٤ ، شماره ۱ ، صفحه ۲۹ – ۳۸ .

۳- شهربانونژاد ، م .۱۳۸۲ . بررسی روشهای مختلف تهیه زمین وکاشت برعملکرد محصول گندم در بقایای ذرت. مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل خاک ورزی غلات . کرج .

٤- شهیدی ، ک . و . ع . مردانی . ۳۸۲ . بررسی اثر روشهای مختلف خاک ورزی بر ویژگیهای فیزیکی خاک و عملکرد گندم دیم در ارومیه. مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل خاکورزی غلات. کرج .

۵- صادق نژاد ، ح . و . ک . اسلامی . ۱۳۸۳ . اثر روشهای مختلف خاکورزی بر عملکرد گندم و خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک. گزارش پژوهشی نهایی. مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی نشریه شماره ۸۰۷ .

6- Ahmad, A. 1990. Effect of plow sole on soil infiltration rate and crop yield in irrigation soil. A.M.A. 21:24-26.
7- Al-Adawi, S. S. and R. C. Reeder. 1996. Compaction and subsoiler effect on corn and soybean yield and soil physical properties. Trans of the ASAE. 39(5): 1641-1649.
8- Anderson, J. C., D. R. Neal., J.A. Vomocil and G. D. Brill. 1985. Effect of subsoiling and rotation on yield of corn. Agron. J. 50., 603-604.
9-Busscher, W. J., J. R. Frederick and P. J. Baure. 2000. Timing effects of deep tillage on penetration resistance and wheat and soybean yield. Soil Science Society of America Journal 64: 999-1003.
10-Cassel, D. K., C. W. Raczhowski and H. P. Derton. 1995. Tillage effects on crop production and soil physical conditions. Soil sci: Soc. An. J. 59: 1436-1493.
11- Chilcott, E. C. and J. S. Cole. 1918. Subsoiling, deep tillage and soil dynamiting in the great plain. J. Agric. Res., 14: 481-521.
12-Davies, D. B, D. J. Eafle and J. B. Finney. 1993. Soil management farming presspublication. P. 187- 189.
13-Coventry, D. R., T.G. Reeves., H. D. Brooke., A. Ellington. and W.J. Slattery. 1987. Increasing wheat yields in north-eastern Victoria by liming and deep ripping. Aus. J. Ex. Agric. 27, 679-685.
14-Dumas, W.T., A. C. Trouse, L.A. Smith, F. A. Kummer and W. R. Gill. 1973. Development and evaluation of tillage and cultural practices in a controlled traffic system for cotton in the Southern Coastal plains. Transaction of the ASAE 16(5): 872-876.
15- Greacent, E. L., D. A. Farrell. and B.Cocroft. 1968. Soil resistance to metal probes and plant roots. Trans. 9th Int. Congr. Soil. Sci. 1, 769-779.
16-Henderson, C. 1989. Using a penetrometer to predict the effects of soil compaction on the growth and yield of wheat in uniform, sand soil. Aust. J. Agric. Res. 40, 497-508.
17-Hamilton-Manns, M., C. W. Ross, D. J. Horne and C. J. Baker. 2002. Subsoil loosening does little to enhance the transition to no-tillage on a structurally degraded soil. Soil and Tillage Research. Volume 68. Pages 109-119.
18-Kepner, R.A., Bainer, Roy .and Barger. E.L 1978. Principles of FARM MACHINERY. AVI Publishing Company, Inc. Westport, CT.
19-Khalilian. A. and C. E. Hood. 1991. Soil compaction and crop response to wheat is soybending. Trans of the ASAE. Vol. 31(6): 2299-2303.
20-Laureti, D. and S. Pieri. 2007. Tillage reduction in Central East Italy. HELIA, 30, Nr, 47. P.P, 129-134.
21-Majidi, Iraj, H. and M. H. Raoufat. 1997. Power requirement of betnleg plow and its effects on soil physical conditions. Iran Agric. Res. (16): 1-16.
22-Munkholm, L. J. and P. Schjonning. 2003. Mechanical subsoiling: Mitigation of recompaction by light traffic on-land ploughing. Paper presented at 16th International Conference of the International Soil Tillage Research Organization, Brisbane, Australia, July 2003.
23-Nidal, H. and A. Hamdeh. 2003. Compaction and subsoiling effects on corn growth and soil bulk density. Soil Science Of American Jornal. 67: 1213-1219.
24-Oussible, M. and R. K. Crookston. 1987. Effect of subsoiling a compacted clay loam soil on growth, yield, and yield components of wheat. Agron J. 79: 882-886.
25-Pikyl, I. L and Aase. J. K. 1999. Wheat response and residual soil properties following subsoiling of a sandy loam in eastern Montana. Soil and Tillage Research. 51, 61-70.
26-Soane, G. C., R. J. Godwin., and G. Spoor. 1986. Influnce of deep loosening techniques and subsequent wheel traffic on soil Structure. Soil & Tillage Res. 8, 231-237.

27-Solhjou, A. A. and Niazi Ardekani, J. 20001. Effect of subsoiling on soil physical properties and irrigated wheat yield. J. Agricultural Engineering Research. 7(2): 65-78. (In Farsi).
28-Stibbe, E. and D. Ariel. 1970. No tillage as compared to tillage practices in dryland farming of a semi-arid climate. Neth. J. Agric. Soc. Sci. 18, 293-307.
29-Tadess, N. S. Ahmed,. and M. Hulluka. 1996. The effects of minimum tillage on weeds and yield of drum wheat in Central Ethiopia. Tropical Agriculture. Vol 73. PP. 242-244.
30-Touchton, J. T. 1982.Soybean tillage and planting methods effects on yield of double cropped wheat and soybeans. Agro. J. 74, 57.
31-Yalcin, H. and E. Cakir. 2006. Tillage effects and energy efficiencies of subsoiling and direct in light soil on yield of second crop corn for silage in Western Turkey. Soil and Tillage Research. Volume 90. Pages 250-255.

Effects of deep tillage on chemical and physical properties of soil and wheat yield

Abstract

Soil compaction occurs due to heavy wheeling or repetitive tillage in the field. Soil compaction changes the soil physical parameters and water infiltration that cause reduction in the crop yield. Appropriate deep tillage alleviates the negative effect of soil compaction. A field experiment was conducted on research centers of Hamedan, Khorasan, Golestan and Safiabad (Dezfool). In this investigation, four deep tillage methods consisting of 1) subsoiling to a depth of 30cm + conventional tillage (moldboard plowing) 2) subsoiling to a depth of 50cm+ conventional tillage 3)chisel plowing to a depth of 30cm 4) moldboard plowing to a depth of 25-30cm were used. A randomize complete block design with four replications was used. Before and after applying deep tillage, bulk density,EC and PH were measured. Also wheat yield were determined. Results showed that the minimum yield being the difference in the different treatments and the high costs and high energy consumption in the treatments that have been used subsoiler methods can be used to reduce soil tillage. The highest yield to Khorasan (subsoiler method) on the rate of 6050 kg/ ha and the lowest is in Golestan province (using chisel) level was 2004 kg/ ha. In total wheat yield Khorasan province in all methods of soil tillage and the highest in Golestan province in all methods the lowest values has been reported.

Key words: deep tillage, subsoiling, soil Physical properties, irrigated wheat