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

اثر نوع زیر شکن و عمق زیر شکن زنی بر روی عملکرد گیاه پنبه در منطقه کبوتر آباد اصفهان

امید ایمانی[۱]، رسول خسروی[۱]، محمد علی نجات [۲]، محسن دانشمند وزیری [۳]
۱،۲و۳- بترتیب مدرس دانشگاه جامع علمی و کاربردی جهاد کشاورزی اصفهان، دستیار علمی دانشگاه پیام نور واحد فرمهین، مربی دانشگاه جامع علمی و کاربردی جهاد کشاورزی اصفهان
imani.o@srbiau.ac.ir

چکیده

تراکم زیاد لایه های زیرین خاک محدود کننده پتانسیل مطلوب ارقام مختلف پنبه است. در تحقیق حاضربه منظور بررسی اثرات زیر شکن زنی بر روی عملکرد پنبه آزمایشی بصورت طرح فاکتوریل $۲^۲$ (دو فاکتور و هر فاکتور دارای دو سطح) انجام شد. یکی از فاکتور ها عمق زیر شکن زنی A با دو سطح، ۴۵-۳۵ سانتی متر (a_1) و ۵۵-۴۵ سانتی متر (a_2) و فاکتور دیگر نوع زیر شکن B با دو سطح، زیر شکن L شکل(b_1) و زیر شکن C شکل (b_2) بوده است. چهار تیمار (ترکیب سطوح دو فاکتور) در چهار تکرار(r=۴) و به صورت کاملاً تصادفی در خاک لومی منطقه کبوتر آباد اصفهان بر روی عملکرد گیاه پنبه (رقم ورامین) پیاده و اجرا شد. نتایج حاصله از اندازه گیری شاخص مخروط خاک نشان داد که عملیات زیرشکن زنی باعث کاهش شاخص مخروط خاک متراکم، تا ۱۴ درصد شده است. همچنین تجزیه آماری داده های مربوط به توزین وش پنبه، اختلاف معنی داری($p<۰/۰۵$) بین تیمار ها نشان داد. مقایسه میانگین ها با آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد، اختلاف معنی داری بین ترکیب سطوح را نشان نداد، اما از نظر عددی تیمار a_2b_2 (۲/۱۰۷۵ تن در هکتار) بیشترین و تیمار a_1b_2 (۲/۰۵۷۵ تن در هکتار) کمترین میزان عملکرد را داشتند. تجزیه آماری داده های مربوط به عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی داری ($p<۰/۰۱$) را بین تیمار ها نشان داد. مقایسه میانگین ها با آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد، اختلاف معنی داری بین ترکیب سطوح را نشان نداد، اما از نظر عددی تیمار a_2b_2 (۳/۲۷۵ تن در هکتار) بیشترین و تیمار a_1b_2 (۲/۹۷ تن در هکتار) کمترین میزان عملکرد را داشتند. هرچند زیر شکن زنی سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شده است. اما با توجه به نتایج آزمایش، ترکیب سطح دوم فاکتور A (عمق زیر شکن زنی ۵۵-۴۵ cm) با سطح دوم فاکتور B (زیر شکن نوع C) بر روی عملکرد گیاه پنبه مؤثر تر از سایر تیمار ها بوده است.

واژه های کلیدی : پنبه، زیر شکن، عملکرد

مقدمه

پنبه یکی از مهمترین محصولات کشاورزی است که علاوه بر تامین مواد اولیه صنایع نساجی و روغن کشی(خوراکی، صنعتی) و خوراک دام در اشتغال زائی بخش های کشاورزی، صنعت و بازرگانی نقش مهمی ایفا می کند. کمتر محصول کشاورزی از نظر قابلیت ایجاد ارزش افزوده و تنوع فرآورده ها، یارای برابری با پنبه را دارد. پنبه

دارای یک ریشه اصلی است که در شرایط مختلف محیط، عمق نفوذ و طول آن در خاک متفاوت می باشد. ریشه بطور عمودی در خاک فرو رفته خیلی سریع توسعه یافته و ریشه های فرعی ایجاد می نماید(خدابنده، ۱۳۷٦و کریمی، ۱۳۷۵).

از آنجا که عملیات خاک ورزی، به منظور آماده سازی بستر بذر، آماده سازی جایگاه ریشه و جلوگیری از رقابت گیاهی انجام می شود، بطور کلی عملیات زیرشکن زنی خاک به عنوان روشی برای رسیدن به این اهداف بوده است. چون عملیات زیر شکنی، خاک را در عمق های بیشتری می شکافد، باعث سهولت نفوذپذیری آب باران و نفوذ بهتر ریشه می گردد(درو و کنک، ۱۹۵٦).

در زمینهایی با بافت سنگین و کشت های یکسان همچنین تردد ماشینهای کشاورزی و اجرای عملیات شخم در یک عمق ثابت، رفته رفته خاک دچار فشردگی شده و لایه سخت در لایه های زیرین خاک ایجاد می شود که این باعث عدم رشد بهینه ریشه گیاه شده و منجر به کاهش عملکرد می گردد. در اثر فشردگی خاک فضاهای خالی بین ذرات و خاک دانه های خاک کاهش یافته و جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می یابد. با انجام شخم عمیق و انجام عملیات زیر شکنی می توان فشردگی خاک را کاهش داد. شکستن لایه های سخت زیرین خاک توسط زیر شکن، موجب اصلاح ساختمان خاک، کاهش روان آب و فرسایش آبی، افزایش خلل و فرج خاک و نفوذ آب و در نتیجه رشد بهتر و بیشتر ریشه می گردد که در پی آن افزایش کمی و کیفی محصول را در بر خواهد داشت. بکارگیری زیر شکن دارای معایب و مزایای زیادی است ولی قبل از آن بایستی وضعیت لایه های زیرین خاک مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. عوامل مختلفی بر عملکرد زیرشکن ها مؤثر بوده و حصول بهره وری مطلوب، مستلزم در نظر گرفتن شرایط بهینه کاری برای زیر شکن می باشد. درصد رطوبت خاک، سرعت پیشروی، عمق و عرض کار تیغه و زاویه حمله[1] (زاویه رویه عامل خاک ورز نسبت به محور افق در راستای حرکت) از جمله عواملی است که بر عملکرد زیر شکن مؤثر است(نجات و ایمانی، ۱۳۸۹، ایرج، ۱۹۹۷، چمبرز، ۱۹۹۰).

بررسی انجام شده توسط نجات و ایمانی، نشان داد زیر شکن زنی با زیر شکن ال شکل در عمق های متفاوت اثر معنی داری روی عملکرد وش، دانه و ارتفاع بوته پنبه داشت. بهترین عملکرد وش(۱/۷۲ تن در هکتار) با زیر شکن زنی در عمق ۵۰-٤۵ حاصل شد. همچنین عملیات زیرشکن زنی باعث کاهش شاخص مخروط خاک متراکم، تا ۱٦ درصد شد(نجات و ایمانی، ۱۳۸۸). ایوانس و همکاران، در پژوهشی،تأثیر عملیات زیر شکنی را بر وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک بررسی نمودند. ایشان با انجام چهار عملیات خاک ورزی(شخم پاییزه، چیزل پاییزه، دیسک بهاره، و بدون خاک ورزی)، تراکم، رطوبت و مقاومت نفوذپذیری خاک را در بررسی رشد محصول ذرت مطالعه کردند. همچنین، از پاییز سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۱، با انجام عملیات روی خاک های مختلف، تأثیر آن را بر محصول ذرت درسه فصل برداشت تجزیه و تحلیل نمودند و نتیجه گرفتند که، عملیات زیر شکنی بر وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک، در سال ۱۹۸۹ اثر معنی دار داشته است، ولی از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۱ این اثر معنی دار نبوده است. همچنین، نتیجه گیری کردند که میزان رطوبت خاک به طور عمومی نسبت به افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک افزایش پیدا می کند(ایوانس و همکاران، ۱۹۹۱). در تحقیق انجام شده توسط مک کیز و

1. Rake angle

دزایر مشاهده گردید که با پهن تر شدن عرض تیغه تخت خاک ورز و افزایش عمق کار در خاک لوم و خاک رسی، سطح مقطع بهم خورده خاک افزایش یافت. همچنین با افزایش زاویه حمله و نسبت عمق به عرض تیغه، مقاومت ویژه و نرم سازی نسبی[۲] خاک افزایش یافت. نرم سازی نسبی به اختلاف جرم مخصوص خاک قبل و بعد از عملیات خاک ورزی به جرم مخصوص خاک قبل از عملیات اطلاق می شود(مک کیز و دزایر، ۱۹۸٤).

به منظور کاهش فشردگی خاک و فراهم کردن شرایط بهتری برای رشد و نمو رقم ورامین که در منطقه کشت میشود و دارای پتانسیل خوبی نیز می باشد اقدام به زیر شکن زنی می کنیم تا ریشه در عمق بیشتری نفوذ کرده از آب و مواد غذایی بیشتر استفاده کند. در تحقیق حاضر اثرات دو نوع زیر شکن (ساقه L شکل، ساقه C شکل) در دو عمق متفاوت زیر شکن زنی(٤٥-۳۵، ٥٥-٤٥) بر روی عملکرد گیاه پنبه در منطقه کبوتر آباد اصفهان مورد آزمون قرار گرفت.

مواد و روشها

تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مرکز آموزش جهاد کشاورزی کبوتر آباد اصفهان اجرا شد. این مرکز درطول جغرافیایی ٥۱ درجه و٥۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا حدود ۱٥٤۰ متر و دارای اقلیم گرم و خشک است. طی آنالیز صورت گرفته روی خاک محل آزمایش مشخص گردید که بافت خاک کلی لومی وPH آن حدود ۷/٥ است. مشخصات پروفیل خاک تا عمق ٦۰ سانتی متری بصورت جدول شماره ۱ مشاهده می شود.

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک مزرعه (پروفیل تا عمق ٦۰ سانتی متری)

عمق خاک (cm)	۰-۳۰	۳۰-٦۰
اسیدیته گل اشباع (ph)	۷/٤	۷/٥
قابلیت هدایت الکتریکی (ds/m)	۱/۱	۱/۰
درصد کربن آلی (Oc %)	۱/٥	۰/٤
درصد رس (%)	۳٤	۲۲
درصد سیلت (%)	۳۸	٤۸
درصد شن (%)	۲۸	۳۰
بافت	کلی لومی	لومی

آزمایش بصورت طرح فاکتوریل ۲[۲] (دو فاکتور و هر فاکتور دارای دو سطح) انجام شد. یکی از فاکتور ها عمق زیر شکن زنی A با دو سطح، ٤٥-۳۵ سانتی متر (a_1) و ٥٥-٤٥ سانتی متر (a_2) و فاکتور دیگر نوع زیر شکن B با دو سطح، زیر شکن L شکل(b_1) و زیر شکن C شکل (b_2) بوده است. چهار تیمار (ترکیب سطوح دو فاکتور) در چهار تکرار(r=٤) و به صورت کاملاً تصادفی پیاده و اجرا شد. به منظور تهیه بستر بذر، بعد از عملیات زیر شکن زنی دو مرتبه بصورت عمود بر هم دیسک زده شد. از آنجایی که زمین محل مورد آزمایش در منطقه گرم و خشک واقع

2 .Relative Loosening

شده، برای جلوگیری از تبخیر رطوبت و فرسایش خاک عملیات تهیه بستر را مدت کوتاهی قبل از کشت با رطوبت ۱۲ درصد (میانگین ۰-۶۰) بر اساس وزن خشک انجام گردید.

برای انجام عملیات تهیه بستر و خاک ورزی از تراکتور ساخت شرکت تراکتور سازی ایران مدل ITM 399 با قدرت ۱۱۰ اسب بخار استفاده شد. عرض هر کرت آزمایشی ٤ متر و حداقل طول ۵۰ متر و سرعت پیشروی تراکتور با توجه به سطح مزرعه ۳/۵ کیلومتر بر ساعت در تمام طول آزمایش ثابت در نظر گرفته شد. شاخص مخروط خاک ، میزان مقاومتی است که خاک در مقابل نفوذ یک جسم مخروطی، با ابعاد استاندارد از خود نشان می دهد و معیاری برای سنجش فشردگی عمودی خاک می باشد. این شاخص را می توان در اعماق مختلف خاک، قبل و بعد از عملیات زیر شکنی در محدوده رطوبت ظرفیت مزرعه ای به عنوان مشخصه ای از میزان فشردگی خاک در نظر گرفت(صلح جو و لغوی، ۱۳۷۹). به همین منظور بوسیله دستگاه فروسنج[3] در ۱۰ نقطه از هر کرت در محل عبور زیر شکن تا عمق ٦۰ سانتی متری قبل از عملیات زیر شکنی، همچنین بعد از عملیات زیر شکنی و کاشت و آبیاری کرت ها و رسیدن به رطوبت ۱۵ تا ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک، عملیات فروسنجی مشابهه فروسنجی قبل از عملیات، در شرایط واقعی رشد گیاه انجام و شاخص مخروط خاک اندازه گیری گردید.

همراه با عملیات دیسک زنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به خاک اضافه گردید. همچنین در اوایل گلدهی ۲۵۰ کیلو گرم کود اوره به صورت سرک و بطور یکنواخت بین خطوط کشت پخش گردید. قبل از کاشت به منظور کنترل علفهای هرز از علف کش تریفلورالین[4] به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار بصورت پیش کاشتی استفاده شد. بذر ها با سم کاربوکسین تیرام[5] به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند. کاشت در تاریخ ۲۰ فروردین بصورت خطی در کرت ها با فواصل خطوط ۸۰ سانتی متر و فواصل بوته ها ۲۵ سانتی متر بصورت دستی و کپه ای (سه بذر) در عمق ۳ سانتی متری انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری های بعدی هر ٦ روز یکبار انجام شد. عملیات تنک کاری در دو مرحله انجام شد. مرحله اول در زمانی بود که بوته ها در ارتفاع ۱۰ سانتی متری قرار داشتند و مرحله دوم در مرحله ۳ برگی انجام شد. عملیات وجین کاری نیز در دو مرحله انجام پذیرفت. عملیات سمپاشی برعلیه شته با سم متاسیستوکس به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار صورت گرفت. برداشت در زمانی که نیمی از غوزه باز شده بود به صورت دستی آغاز گردید. خطوط ابتدایی و انتهایی و یک متر از ابتدا و انتهای خطوط میانی هر کرت حذف و برداشت از خطوط میانی انجام شد، میزان عملکرد غوزه اندازه گیری و پس از آن بطور جداگانه ای دانه و وش تفکیک، توزین و یاداشت برداری گردید. داده های آزمایشی با استفاده از نرم افزار spss ورژن ۱۷ تجزیه آماری شدند، همچنین برای رسم نمودار از نرم افزار Excel و از آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد[6] برای تعیین بهترین تیمار استفاده شد.

نتایج و بحث

3 . Penetrometer art.NR 0615 OT،model sts-100kg G_2

٤. با نام شیمیایی α،α،α- Trifluro 2،6-dinitro-N، N-dipropyl-P-toluidine

۵. حاوی ۷۵ درصد کاربوکسین و ۸۰ درصد تیرام به نسبت ۱:۱

6. honestly significant difference

عملکرد غوزه پنبه

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده ها مشخص شد که تیمار های آزمایش دارای اختلاف بسیار معنی داری (سطح احتمال۱٪) با یکدیگر می باشند. تجزیه واریانس مقادیر عمق زیر شکنی در سطوح مختلف اختلاف معنی داری در سطح یک درصد را نشان داد. فاکتور نوع زیر شکن در سطوح مختلف اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشت ضمن اینکه اثر متقابل این دو پارامتر در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین های عمق زیر شکن زنی در سطوح مختلف و نوع زیر شکن در سطوح مختلف با استفاده از آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد اختلاف معنی داری بین ترکیب سطوح را نشان داد همچنین ترکیب سطوح عمق زیر شکنی ۵۵-۴۵ با زیر شکن نوع C بهترین عملکرد پنبه را داشت(نمودار۱).

جدول۲- تجزیه واریانس عملکرد غوزه

منبع تغییرات	درجه آزادی(df)	مجموع مربعات(SS)	میانگین مربعات(MS)	F
تیمار	۳	۰/۱۸۰۲۷۵	۰/۰۶۰۰۹۱۶۶۶	۳۹/۴۰۴۳۷۱۱۵ **
عمق زیر شکنی(A)	۱	۰/۱۴۸۲۲۵	۰/۱۴۸۲۲۵	۹۷/۱۹۶۷۲۱۳۱ **
نوع زیر شکن(B)	۱	۰/۰۱۱۰۲۵	۰/۰۱۱۰۲۵	۷/۲۲۹۵۰۸۱۹۷ *
اثر متقابل(AB)	۱	۰/۰۲۱۰۲۵	۰/۰۲۱۰۲۵	۱۳/۷۸۶۸۸۵۲۵ **
اشتباه	۱۲	۰/۰۱۸۳	۰/۰۰۱۵۲۵	-

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

بررسی شاخص مخروط خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری نشان داد تیمار a_2b_2، a_2b_1 با ۳۸/۶۱ و ۴۰/۰۹ درصد بیشترین و تیمار a_1b_2 و a_1b_1 با ۳۵/۷۳ و ۳۰/۴۶ کمترین میزان کاهش شاخص مخروط خاک را داشتند. به طور متوسط عملیات زیرشکن زنی باعث کاهش شاخص مخروط خاک متراکم، تا ۱۴ درصد شده است.

عملکرد وش

تجزیه آماری داده های مربوط به توزین وش پنبه، اختلاف معنی داری(سطح احتمال۵٪) بین تیمار ها نشان داد. فاکتور عمق زیر شکن با سطوح مختلف و فاکتور نوع زیر شکن با سطوح مختلف اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشتند، ولی اثر متقابل این دو فاکتور در سطح یک درصد معنی دار بود(جدول۳). مقایسه میانگین ها با آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد، اختلاف معنی داری بین ترکیب سطوح را نشان نداد، اما از نظر عددی تیمار a_2b_2 (۲/۱۰۷۵ تن در هکتار)بیشترین و تیمار a_1b_2 (۲/۰۵۷۵ تن در هکتار) کمترین میزان عملکرد را داشتند(نمودار۱).

جدول۳- تجزیه واریانس عملکرد وش

منبع تغییرات	درجه آزادی(df)	مجموع مربعات(SS)	میانگین مربعات(MS)	F
تیمار	۳	۰/۰۰۶۵۱۸	۰/۰۰۲۱۷۲۶۶۶۶	۵/۶۳۶۲۷۷ *
عمق زیر شکنی(A)	۱	۰/۰۰۱۸۰۶۲۵	۰/۰۰۱۸۰۶۲۵	٤/٦٨٥٧٢٨*
نوع زیر شکن(B)	۱	۰/۰۰۱٤۰٦۲۵	۰/۰۰۱٤۰٦۲۵	۳/٦٤٨۰۵۸ *
اثر متقابل(AB)	۱	۰/۰۰۳۳۰۵۵	۰/۰۰۳۳۰۵۵	۸/۵۷۵۰٤۵ **
اشتباه	۱۲	۰/۰۰٤٦۲۵۷۵	۰/۰۰۰۳۸۵٤۷۹	–

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

عملکرد دانه

تجزیه آماری داده های مربوط به عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی داری (سطح احتمال ۱ ٪) را بین تیمار ها نشان داد. پارامتر عمق زیر شکنی با سطوح مختلف اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد را نشان داد. اما فاکتور نوع زیر شکن با سطوح مختلف اختلاف معنی داری را در سطح احتمال پنج درصد نشان نداد. اثر متقابل این دو فاکتور در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود(جدول٤). مقایسه میانگین ها با آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد، اختلاف معنی داری بین ترکیب سطوح را نشان نداد، اما از نظر عددی تیمار a_2b_2 (۳/۲۷۵ تن در هکتار) بیشترین و تیمار a_1b_2 (۲/۹۷ تن در هکتار) کمترین میزان عملکرد را داشتند(نمودار۱).

جدول٤- تجزیه واریانس عملکرد دانه

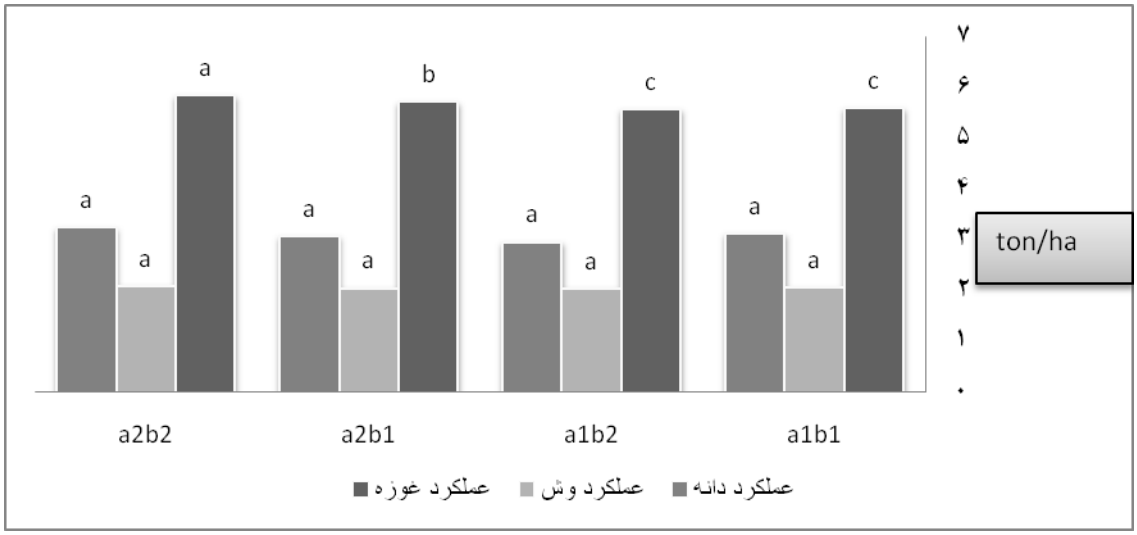
منبع تغییرات	درجه آزادی(df)	مجموع مربعات(SS)	میانگین مربعات(MS)	F
تیمار	۳	۰/۱۷۰۳۱۸۷	۰/۰۵٦۷۷۲۹	۹۱/۱٤۰٤٤ **
عمق زیر شکنی(A)	۱	۰/۰۵٦٤۰٦۲	۰/۰۵٦٤۰٦۲	۹۰/۵۵۱۷٦۰ **
نوع زیر شکن(B)	۱	۰/۰۰۰۰۰٦۲	۰/۰۰۰۰۰٦۲	۰/۰۰۹۹۵۳ ns
اثر متقابل(AB)	۱	۰/۱۱۳۹۰٦۳	۰/۱۱۳۹۰٦۳	۱۸۲/۵۹٦۱ **
اشتباه	۱۲	۰/۰۰۷٤۷۵	۰/۰۰۰٦۲۲۹۱٦٦٦	–

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

n.s عدم اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد

نمودار۱- مقایسه میانگین ها با آزمون اختلاف معنی دار قابل اعتماد



میانگین هر ستون که دارای حروف مشابهه اند اختلاف معنی داری ندارند(HSD ٪1)

هرچند زیر شکن زنی سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شده است. اما با توجه به نتایج آزمایش، ترکیب سطح دوم فاکتور A (عمق زیر شکن زنی ۵۵-۴۵ cm) با سطح دوم فاکتور B (زیر شکن نوع C) بروی عملکرد گیاه پنبه مؤثر تر از سایر تیمار ها بوده است.اگرچه فاکتور عمق زیر شکن زنی و نوع زیر شکن روی عملکرد پنبه اثر داشته ولی عمق زیر شکن زنی و نوع زیر شکن بیشتر روی عملکرد دانه اثر گذاشته تا روی عملکرد وش. همچنین زیر شکن زنی باعث بهبود شرایط خاک شده بطوری که با بررسی اعداد شاخص مخروط خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری مشخص شد که عملیات زیرشکن زنی باعث کاهش شاخص مخروط خاک متراکم، تا ۱۴ درصد شده است.

منابع

۱. خدابنده، ن. ۱۳۷۶. زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات نشر سپهر. ۴۵۴ ص.

۲. کریمی، ه. ۱۳۷۵. گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۱۴ ص.

۳. صلح جو، ع. لغوی، ا. لغوی، م. ۱۳۷۹. رطوبت مناسب خاک جهت اندازه گیری شاخص مخروط. توسط دستگاه نفوذ سنج مخروطی. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دوره ۱۷. ۴۳-۵۰.

۴. نجات، م. ع. ایمانی، ا. ۱۳۸۹. مطالعه تأثیر شخم عمیق بر روی عملکرد گیاه پنبه در منطقه ساوه استان مرکزی. همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد.

5. Box , J.E. & Langdale, G. W. 1984. The effects of in row subsoil tillage and soil water on corn yields in the southeastern costal plain of the United States. Soil and Till. Res. Vol 4, 67-78.

6. Chambers, R. Nathojina. S. & Mckyes. E. 1990. Crop rotation and subsoiling on compacted clay soils. ASAE paper No. 90-1102, ASAE, St. Joseph, MI 49085, U.S.A.

7. De Roo, H. C. 1956. Subsoiling, plowing, and deep placement of lime or fertilizer in one operation. Agron. J. Vol 48, 476-477.

8. Evans, S. D. Lindstrom, M. J. Voorhees, W. B. Moncrief, J. F. & Nelson, G. A. 1996. Effect of subsoiling and subsequent tillage on soil bulk density, soil moisture and corn yield. Soil and Tillage Res. Vol 38, 35-40.
9. Goddard, T. W. Chanasyk, D. S. & Harrison, H. P. 1991. A review of agricultural ripping activities in Alberta. Special Report, Farming for the Future, Project No. 88-0404.
10. Kohnke, H. & Bertrand, A. R. 1956. Fertilizing the subsoil for better water utilization. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Vol 20, 581-586.
11. Majidi Iraj, H. & Raoufat, M. H. 1997. Power requirement of a bentleg plow and its effects on soil physical conditions. Iran Agr. Res. Vol 16(1), 1-16.
12. Mckeys, E. & Desire, P. D. 1984. Prediction and field measurement of tillage tool draft force and efficiency in cohesive soils. Soil and Tillage Research. Vol 4, 459-470.

Abstract

High compaction underneath layers of soil, limiting the potential is desirable varieties of cotton. In order to study the effects investigation subsoiling on cotton yield experiment as a factorial design 2^2 (two factors and each factor has two levels) were performed. One of the following factors: depth subsoiling (A) with two levels, 35-45 cm (a_1) and 45-55 cm (a_2) and other factors subsoiler type (B) with two levels, the following subsoiler with L form shank (b_1) and the following subsoiler C form shank (b_2) respectively. Four treatments (two-factor levels combination) in four replications (r=4) and a loamy soil in a completely randomized Kaboutar Abad zone on the yield of cotton (Varamin variety) was implemented. The results of measurements of soil cone index showed subsoiling operations decreased compacted soil cone index, is up 14 percent. The statistical analysis of data weighing cotton, a significant difference ($p<0.05$) between treatments indicated. Comparison with honestly significant difference test, significant difference between the combined levels did not show, but the numerical treatment of a_2b_2 (2/1075ton/ha) and most treatments a_1b_2 (2/0575 ton/ha) yield the lowest had. Statistical analysis of data cotton seed yield highly significant difference ($p<0.01$) between treatments indicated. Comparison with honestly significant difference test, significant difference between the combined levels did not show, but the numerical treatment of a_2b_2 (3/275 ton/ha) and most treatments a_1b_2 (2/97 ton/ha) yield the lowest had. However, following subsoiling increased yield per unit area is. But the test results, combined second-level factor A (subsoiling depth below 45-55 cm) with a second level of factor B (subsoiler C form shank) leave the cotton yield effective than other treatments is.

Keywords: cotton, subsoiler, yield