بررسی اثرات زیر شکنی و آبیاری بر عملکرد ذرت

رضا عادل زاده[1] ،کرامت اخوان[2] ،محمدرضا شیری[3]

چکیده

ذرت گیاهی با سیستم ریشه ای قوی امکان استفاده از آب ذخیره شده در خاک را داراست . با این حال تردد ماشین آلات و ادوات کشاورزی با عث فشرده شدن خاک شده و توسعه ریشه را محدود و تهیه آب ومواد غذایی برای گیاه را کاهش میدهد. لذا این تحقیق به منظورکاهش فشردگی خاک و کاهش تعداد آبیاری ودر نتیجه افزایش کارایی مصرف آب با هیبرید۷۰٤ بصورت طرح اسپلیت بلوک درچهارتکرار اجرا شدکه تیمار زیر شکنی درسه سطح زیر شکنی ٤۰ و٦۰ سانتی متر وبدون زیر شکنی در نوار عمودی و تیمار آبیاری در سه سطح I_1, I_2, I_3 (به ترتیب ۸۰ ،۱۰۰ و۱۲۰ میلیمترتبخیر از طشتک کلاس A)در نوار افقی بود.
نتایج تجزیه واریانس بیانگر این است که عملکرد دانه در سطوح مختلف زیرشکنی و رژیم های مختلف آبیاری اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد داشت واثر متقابل این دو فاکتور از نظر آماری معنی دار نبود . بیشترین عملکرد مربوط به تیمارهای زیرشکنی وکمترین آن مربوط به تیمار بدون زیرشکنی بود . مقایسه میانگین عملکرد در رژیمهای مختلف آبیاری نشان دادکه بیشترین عملکرد دانه مربوط به رژیم آبیاری I_2 و کمترین عملکرد مربوط به رژیم آبیاری I_3 میباشد. تجزیه واریانس شاخص مخروط نشان داد که در عمق های ۲۰-۱۰ ،۳۰-۲۰ ، ٤۰-۳۰ و ۵۰-٤۰ سانتیمتر تیمارهای زیرشکنی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ دارند ،که نشانگر تاثیر مثبت زیرشکنی در کاهش این شاخص می باشد.اندازه گیری شاخص نفوذپذیری به روش رینگ مضاعف پس از اعمال تیمارهای زیرشکنی و تهیه زمین نشان داد که زیرشکنی باعث افزایش نفوذ پایه گردیده و میزان نفوذ در تیمار زیرشکنی به عمق ٦۰ سانتیمتر بیشتر از نفوذ پایه نسبت به تیمار زیرشکنی به عمق ٤۰ سانتیمتر بوده است.

واژه های کلیدی : زیرشکنی – آبیاری – ذرت

مقدمه

فشرده شدن خاک عبارتست از کم شدن مقدار کل خلل وفرج خاک مخصوصا خلل وفرج درشت (خلل وفرج تهویه ای) بنحوی که باعث ایجاد محدودیت در تهویه خاک و نهایتا رشد گیاه میشود (۱). فشرده شدن خاک بطور معمول در دو ناحیه اتفاق می‌افتد یکی درسطح خاک درعمل این فشردگی هنگام عملیات بعدی تهیه بستر وبعبارت دیگر با شخم از بین میرود ، ناحیه دوم که بیشتر مورد نظر است در ناحیه پایین تراز فعالیت ادوات خاک ورزی (بیشتر گاو آهن) که اصطلاحا به آن فشردگی زیرین یا لایه های سخت زیرین گفته میشود ، اتفاق میافتد. فشرده

۱و۲ اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
۳ عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر

شدن خاک در این ناحیه اثر نا مطلوبی در رشد وتوسعه ریشه دارد وموجب کاهش نفوذ پذیری خاک نسبت به هوا وآب وهمچنین ریشه میشود(۱). بنابراین در چنین شرایطی مطالعه اثرات زیر شکنی در کاهش تراکم خاک و از بین رفتن لایه سخت امری ضروری بنظر میرسد و انجام چنین تحقیقاتی منجر به افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب خواهد گردید. این تحقیق با هدف مطالعه اثر زیر شکنی در از بین بردن لایه شخم و فشردگی خاک و بررسی اثرات زیرشکنی در رژیمهای مختلف آبیاری، بررسی سطوح مختلف آبیاری و زیرشکنی وتاثیر آنها بر عملکرد وسایر صفات مرتبط (ارتفاع بوته و بلال ،تعداد دانه در ردیف و ردیف در بلال ، قطر بلال ، عمق دانه ،وزن هزار دانه، وزن دانه در بلال) انجام گردید.

بررسی منابع

بر اساس بررسی های بائو و همکاران (۱۹۹٦)،وقوع تنش در مرحله ۱۰ برگی یا تاسل دهی موجب عدم تکامل تاسل ها و به تاخیر افتادن رشد دانه ها می شود.دراین بررسی عملکرد درتنش رطوبتی مرحله ۳ برگی بالاترین میزان را داشت . در تنش رطوبتی مرحله تاسل دهی میزان عملکرد به حداقل رسید. در تنش رطوبتی بعد از تاسل دهی میزان عملکرد نسبت به شرایط تنش در مرحله تاسل دهی، افزایش نشان داد(٤). بلیک وهمکاران (۱۹۷٦) تغییرات چگالی ظاهری خاک در یک دوره نه ساله در دو حالت خاک کوبیده شده وکوبیده نشده مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بعداز نه سال بیشترین افزایش چگالی ظاهری خاک در عمق ۳۰ تا ٤۰ سانتی متر یعنی زیر لایه شخم اتفاق افتاده است (۵).مکی (۱۹۸۵) اعلام نمود فشرده شدن ناشی از ۱۵ تردد تراکتور ، حداکثر عمق ریشه ذرت سیلوئی را تا نصف و عمل تمرکز ریشه را حدود یک سوم کاهش میدهد. این تغییرات موجب تغییرات ذخیره آب در خاک گردیده وباعث کاهش معنی دار عملکرد ذرت سیلوئی گردید(۸). بررسی خلیلی و محمدی مزرعه در سال ۱۳۸۱ نشان داد، عمکرد ذرت دانه ای ۷۰٤ در تیمارهای زیر شکنی (۵۵و٤۵ سانتیمتر) بطور معنی داری نسبت به تیمار بدون زیر شکنی افزایش یافت(۲). در تحقیقی توسط گاجری وهمکاران (۱۹۹۱) ، اثر نوع خاکورزی ورژیم آبیاری طی سه سال کشت گندم در خاک لومی شنی وشنی لومی ، مشخص شد که آبیاری بلافاصله پس از کاشت ویا خاکورزی عمیق مقاومت خاک وبه طبع آن توسعه ریشه تاجی را کاهش داده ونرخ توسعه ریشه در قسمت پایین پروفیل را افزایش داد . آبیاری مکرر توسعه ریشه را به تاخیر انداخته واثر خاکورزی عمیق برعمق ریشه دوانی را خنثی کرد . خاکورزی عمیق ،باعث افزایش چگالی ریشه ،کارآیی مصرف آب وعملکرد به میزان ۱۱ الی ۲۰ درصد شد(۷).

اوینگ وهمکاران (۱۹۹۱) اثر زیر شکنی بر عملکرد ذرت دانه‌ای رابررسی کرده ونتیجه گرفتند که زیرشکنی عملکرد دانه را ۲۵ الی ۸٦ درصد با توجه به نوع خاک ،آیش و پوشش گیاهی خاک افزایش داد (٦).آزمایشاتی که توسط تروکسا انجام شد نشان داد که در مواردی زیر شکنی باعث کاهش عملکرد دانه ذرت میشود وعملکرد بالای ۹تن در صورت انجام خاکورزی عمیق هنگامی حاصل خواهد شد که از کود مایع

نیز استفاده شود(۱۰) . محمد سلیم وهمکاران (۱۹۹۰) اثر پشته سازی وزیر شکنی را در مقایسه با عملیات دیسک زنی بر خاک وعملکرد ذرت ویونجه بررسی کردند. زیر شکنی بطور معنی‌داری جرم حجمی ظاهری راکاهش و ذخیره رطوبتی تا عمق ٤٥سانتیمتری را ١٥ الی ٣٠ درصد افزایش داد .پشته سازی ٦درصد وزیرشکنی ٢٤ درصد عملکرد ذرت را افزایش داد.آزمون توزیع ریشه هر دو محصول حاکی از آن بود که سخت لایه سطحی بطور جدی توسعه ریشه را محدود میسازد . آنها نتیجه گرفتند که افزایش عملکرد به علت دسترسی بیشتر گیاه به رطوبت ومواد غذایی در نتیجه افزایش حجم ریشه میباشد(۹) .مکانیزه شدن کشاورزی و تردد بیش از حد ادوات و ماشین آلات و استفاده از گاوآهن برگرداندار در طی سالهای متمادی ودرعمق ثابت در منطقه مغان باعث افزایش مقاومت لایه های خاک گردیده است .از طرف دیگر بررسی انجام شده (۱)در منطقه مغان نشان داد بیشترین چگالی ظاهری خاک در زیر لایه شخم ودر حوالی ٣٠ الی ٤٠ سانتی متر خاک مشاهده میشود. بنابراین با انجام زیر شکنی و سست کردن این لایه ، اثرات منفی و محدود کننده مقاومت نفوذی خاک بر گیاه کا هش می یابد . زیرشکنی به علت ذخیره بیشتر آب و توسعه سیستم ریشه ای میتواند از وارد شدن تنش های آبی برگیاه در مواقع کم آبی تا حدودی جلوگیری کند (۲). اثر تنش آب بر عملکرد چند جانبه است . تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول دوره رشد ممکن است اثری بر روی عملکرد نداشته باشد.برعکس تنش آب با شدت کمترولی طولانی مدت ممکن است باعث افت شدید عملکرد شود(۳). زمان وقوع تنش خشکی نیز در نوع و میزان خسارات وارده اثرات زیادی دارد(٤).

مواد و روشها

این بررسی بصورت طرح آزمایشی اسپلیت بلوک که تیمار زیر شکنی در سه سطح زیر شکنی بـه عمـق ٤٠ (S_1) و ٦٠(S_2) سانتی متر وبـدون زیـر شـکنی(S_0) در نـوار عمـودی و تیمار در سه سطح I_3, I_2, I_1 (به ترتیـب ٨٠، ١٠٠ و١٢٠ میلیمترتبخیر از طشتک کلاس A) در نـوار افقی در چهار تکرار اجـرا شـد.پـس از برداشـت گندم وجمع آوری کـاه و کلـش در فاصـله اوایـل شهریورماه تا اواخر آبان درچندین نقطه از سـطح مزرعه پروفیل زده شده و تیمارهای زیرشکنی بـا استفاده از ساب‌سویلر سه شاخه رائو در عمقهـای موردنظر اجرا شد . بـرای اطمینـان از قرارگیـری ساب سویلر در عمـق مـورد نظـراز چـرخ تنظـیم عمق استفاده شد. پس از زیرشکنی بـا اسـتفاده از پروفیـل عمـق واقعـی زیرشـکنی تعیـین گردید.عرض نوارهای زیرشکنی در حدود٤ متـرو طـول نوارهـا بـا احتسـاب حاشـیه‌هـا حـدوداً ٥٠متربود.تراکتـور مـورد اسـتفاده جانـدیر4560 بود. اواخر دیماه کل قطعه با استفاده از گاو آهـن برگرداندار به عمق حدود ٢٥ –٣٠ سانتیمتر شخم زده شده واز اواسط اسفندماه کودپاشـی ، دیسـک زنی ولولر زنی انجام گرفته واوایل اردیبهشت مـاه سال بعد کاشت انجام شد.

شاخص مخروط با استفاده از دستگاه فروسـنج در عمق ٨٠ –٠ سانتیمتر،وهمزمان چگـالی و درصـد رطوبت وزنی خاک در عمقهـای٢٠–٠، ٤٠ –٢٠ و ٦٠–٤٠سانتیمتر در دومرحله، قبل وپـس ازاعمـال تیمارهـای زیرشـکنی(پـس از اولـین آبیـاری)

اندازه‌گیری گردید. شاخص نفوذ پذیری به روش دبل رینگ پس از اعمال تیمارهای زیرشکنی اندازه‌گیری شد . همچنین شاخص قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها قبل از کاشت اندازه گیری شد.کاشت هر ژنوتیپ در٤ خط با ٣٤ بوته بفاصله ١٨ سانتی متر روی هر خط بصورت دستی انجام شد که با احتساب ٧٥ سانتی متر فاصله خطوط کاشت تراکم کشت ٧٥٠٠٠ بوته در هکتار بود(ابعادهر کرت ٣×٦متر مربع) .

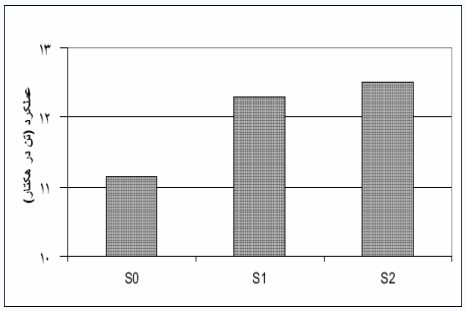
بر اساس تیمارهای اعمال شده میزان آب آبیاری هر کرت با روش تامین کسر رطوبت خاک تا نقطه ظرفیت زراعی محاسبه و میزان آب ورودی جهت تعیین مقدار آب مصرف شده با استفاده از کنتورهای حجمی اندازه گیری شد.

برداشت فقط از٢ خط وسط هر کرت به مساحت ٩/١٨ متر مربع انجام شد . از زمان کاشت تا برداشت ضمن انجام مراقبت های زراعی از قبیل آبیاری (بر اساس تیمار های آبیاری) ،وجین و مبارزه با علفهای هرز و آفات و بیماری ها وصفات ارتفاع بوته و بلال ،تعداد دانه درردیف و ردیف در بلال ،قطر بلال ،عمق دانه، وزن هزاردانه ،وزن دانه در بلال،علائم ظاهری بیماری های ساقه ،برگ و بلال ،تعداد روز تا گرده افشانی ، تعداد روز تا گل دهی ،فاصله گرده افشانی تا ظهور کاکل ثبت شد . جهت تعیین صفات فوق ،تعداد ١٠ بوته تصادفی و رقابتی در هر کرت انتخاب شد.در زمان برداشت نسبت به تعیین بوته های برداشتی (دوخط وسط) و تعیین درصدرطوبت دانه اقدام شد .در نهایت محاسبات آماری بر اساس ١٤٪ رطوبت دانه برداشتی از دو خط وسط هر کرت انجام گردید .

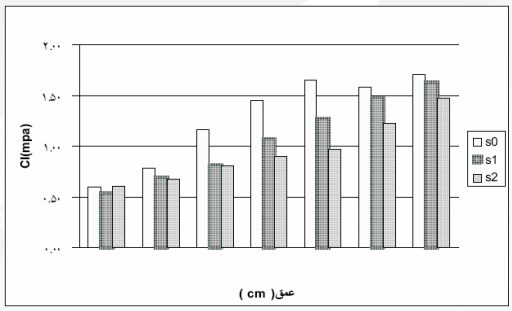
نتایج وبحث

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف زیرشکنی و آبیاری نشان داد که از نظر عملکرد بین سطوح مختلف زیرشکنی و رژیم های مختلف آبیاری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ٥٪ وجود دارد.مقایسه میانگین عملکرد دانه بیانگر آن است که تیمارهای زیرشکنی به عمق ٦٠ و ٤٠ سانتیمتر به ترتیب با ١٢/٥٠٤ و ١٢/٢٩٩ تن در هکتار بالاترین عملکرد را به خود اختصاص دادند که از نظر آماری در یک گروه قرار می گیرند و پایین ترین عملکرد مربوط به تیمار بدون زیرشکنی با ١١/١٤٧ تن در هکتار می باشد که با دو تیمار دیگر متفاوت است .این مطالعه نشان داد که زیرشکنی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته اما عمق زیرشکنی بی تاثیر بوده است.مقایسه میانگین عملکرد دانه در رژیم های مختلف آبیاری بیانگر این است که در تیمارهای I_2 (پس از ١٠٠ میلیمتر تبخیر از تشتک) و I_1 (پس از ٨٠ میلیمتر تبخیر از تشتک) به ترتیب با ١٢/٦٨ و ١٢/٤٩تن در هکتار بالاترین عملکرد و تیمار I_3 (پس از ١٢٠ میلیمتر تبخیر از تشتک) با ١٠/٧٨ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشته است.نتیجه قابل توجه اینکه در صورت عرضه کمتر آب کارآیی زیرشکنی نیز بالاتر بوده بطوریکه در رژیم آبیاری I_2 زیرشکنی به عمق ٦٠ سانتیمتر نسبت به تیمار بدون زیرشکنی ٢١/٢٣ درصد افزایش عملکرد داشته است در صورتیکه این افزایش عملکرد در رژیم آبیاری I_1 تنها ٣/٠٥ درصد بوده است.علیرغم معنی دار نبودن اثر متقابل زیرشکنی و رژیم های آبیاری مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه نشان دادکه بالاترین عملکرد

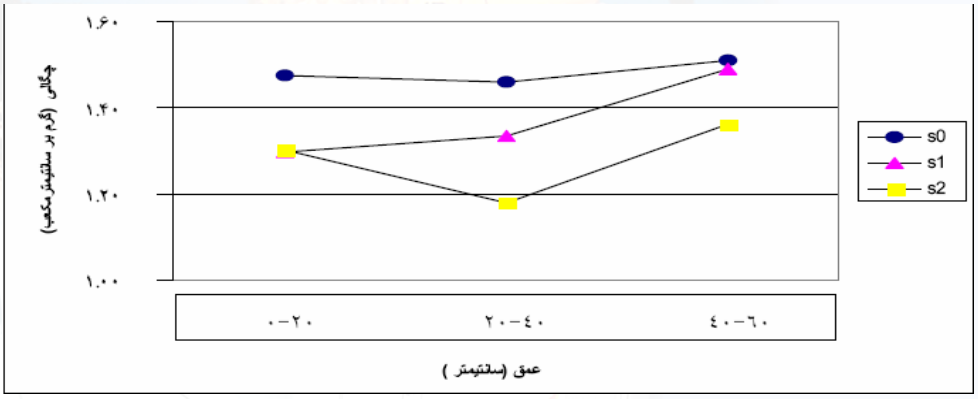
مربوط بـه تیمـار $S_2 I_2$ بـا میـزان ۱۳/۸٤تـن در هکتار بوده است و تیمار هـای $S_1 I_1$ و $S_2 I_1$ به ترتیب بـا میـزان ۱۳/۰٤ و ۱۲/۷۹ تـن در هکتار در مقام هـای بعـدی قـرار دارنـد.کمتـرین عملکرد مربوط به تیمار $S_0 I_3$ با میزان ۹/۹۹ تن در هکتار بوده است که نشـان دهنـده تـاثیر عـدم زیرشـکنی بـر کـاهش عملکـرد اسـت. تجزیـه واریانس صفات مـورد مطالعـه نشـان داد از نظـر صفت دانـه در ردیـف در سـطح احتمـال ۵٪ و ا زنظر صفت کارآیی مصرف آب در سطح احتمـال ۱٪ اختلاف آماری معنی داری در بـین تیمارهـای مختلف زیرشـکنی وجـود دارد.و از نظـر صـفات ارتفاع بوته و بلال و تعـداد دانـه در ردیـف ،وزن هـزار و عمـق دانـه در بـین تیمارهـای مختلـف زیرشـکنی اخـتلاف آمـاری معنـی دار مشـاهده نشـد.در بـین تیمارهـای مختلـف آبیـاری از نظـر صفات ارتفاع بوتـه در سـطح احتمـال ۵٪ وجـود دارد و از نظر صفات ارتفاع بلال و تعداد دانـه در ردیف و تعـداد ردیـف دانـه و وزن هـزار دانـه و عمـق دانـه اخـتلاف آمـاری معنـی‌دار مشـاهده نگردید.تجزیه واریانس شاخص چگـالی ظـاهری خاک پس از اعمال تیمارهای زیرشکنی نشان مـی دهد کـه در عمـق هـای مختلـف بـین تیمارهـای زیرشـکنی تفـاوت معنـی داری مشـاهده نمـی شود.اندازه گیری شـاخص نفوذپـذیری بـه روش رینگ مضاعف پس از اعمال تیمارهای زیرشـکنی و تهیه زمین نشان داد که زیرشکنی باعث افـزایش نفوذ پایه گردیده و میزان نفوذ در تیمار زیرشـکنی به عمق ٦۰ سانتیمتر بیشتر از نفوذ پایه نسـبت بـه تیمـار زیرشـکنی بـه عمـق ٤۰ سـانتیمتر بـوده است.تجزیه واریانس شاخص مخروط نشـان مـی دهد که در عمق های ۱۰-۲۰ ،۲۰-۳۰ ، ۳۰-٤۰ و ٤۰-۵۰ سانتیمتر سطوح مختلف زیرشـکنی دارای تفاوت آماری معنی داری در سطح احتمال ۱٪ می باشند ،که نشانگر تاثیر مثبت زیرشکنی در کاهش این شاخص است.مقایسه میانگین هـای شـاخص مخروط تیمارهای مختلف نشان داد کـه در عمـق هـای ۱۰-۲۰ ،۲۰-۳۰ و ٤۰-۵۰ سـانتی متـری تیمار بدون زیرشـکنی در کلاسـی متفـاوت از دو تیمار دیگر زیرشکنی قرار دارد .در عمق ۳۰-٤۰ سانتیمتر هر سـه تیمـار در کـلاس متفـاوت قـرار دارنـد کـه در تیمـار زیرشـکنی بـه عمـق ٦۰ سانتیمتر با کمترین مقدار در وضعیت بهتری قـرار گرفته اسـت. در زیـر عمـق ٤۰ سـانتیمتر تفـاوت معنی داری بین تیمارهای S_1 وS_2 دیده نمیشـود واین نشان دهنده آنست که لایه سـخت در عمـق ٤۰-۳۰ بوده وهر دو تیمـار زیرشـکنی باعـث از بین رفتن این لایه گردیده است .مقایسات میانگین بیانگر آن اسـت کـه در زیـر عمـق ۵۰ سـانتیمتر تیمارها تفـاوت معنـی داری بـا یکـدیگر ندارنـد، علت این امر به دلیل عمق عملی زیرشـکنی کمتـر از ٦۰ سـانتیمتر در تیمـار S_2 اسـت(بـه علـت محـدودیت تـوان تراکتـوری عمـق زیرشـکنی در تیمار S_2 عمـلاً بـین ٤۷ و ۵۸ سـانتیمتر متغییـر بوده است). که این، با عدم تفاوت عملکـرد بـین تیمارهـای S_1 و S_2 همخـوانی دارد .تجزیـه واریانس شاخص مخروط قبل از اعمال تیمارهای زیرشکنی بیانگر آن است که این شاخص درعمـق های مختلف دارای تفاوت معنی داری بوده اسـت .



شکل (۱) : نمودار میانگین عملکرد در تیمارهای زیرشکنی



شکل (۲) : نمودار میانگین شاخص مخروط لایه های خاک پس از اعمال تیمارهای زیرشکنی



شکل (۳) : نمودار میانگین چگالی ظاهری لایه های خاک پس از اعمال تیمارهای زیرشکنی

جدول (۱) :تجزیه واریانس شاخص مخروط پس ازاجرای تیمارهای زیرشکن (پس ازاولین آبیاری)درعمقهای‌مختلف

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات						
		۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۵۰-۶۰	۶۰-۷۰
تکرار	۳	۰/۰۱۶	۰/۰۳	۰/۰۴۵	۰/۱۱۱	۰/۰۶۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶
زیرشکنی	۲	۰/۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۱۶۵**	۰/۳۱	۰/۴۶۴	۰/۱۳۶	۰/۰۶۱
خطا	۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۳۹	۰/۰۳۳	۰/۰۲۹
CV%	-	۶/۱	۴/۷۶	۸/۹۷	۷/۸۴	۱۵/۲۳	۱۲/۷۸	۱۰/۷

جدول (۲) : مقایسه میانگین شاخص مخروط در عمقهای مختلف

	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۵۰-۶۰	۶۰-۷۰
بدون زیرشکنی	۰/۵۹ A	۰/۷۹ A	۱/۶۵ A	۱/۴۴ A	۱/۶۴ A	۱/۵۷ A	۱/۷ A
زیرشکنی ۴۰ سانتیمتر	۰/۵۴ A	۰/۶۹ B	۰/۸۲ B	۱/۰۷ B	۱/۲۷ B	۱/۴۸ AB	۱/۶۳ A
زیرشکنی ۶۰ سانتیمتر	۰/۵۶ A	۰/۶۷ B	۰/۸۰ B	۰/۹ C	۰/۹۶ B	۱/۲۲ B	۱/۴۶ A
LSD 5%	٪۵۴	٪۵۵	٪۱۴۵	٪۱۵۵	٪۳۴۲	٪۳۱۴	٪۲۹۵

جدول (۳): تجزیه واریانس شاخص مخروط قبل از اعمال تیمارهای زیرشکنی

	میانگین مربعات	
منابع تغییرات	df	۰/۱۸۲**
تکرار	۳	۰/۷۷۳**
زیرشکنی	۲	۰/۰۱٦
خطا	٦	-
CV%	-	۹/۷۹

جدول (٤) : مقایسات میانگین شاخص مخروط در عمق های مختلف قبل از زیر شکنی

قبل از زیرشکنی	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-٤۰	٤۰-٥۰	٥۰-٦۰	٦۰-۷۰
LSD =۰/۱۸	۰/٥۹ e	۰/۷۸ d	۱/۱٦ c	۱/٤٤ b	۱/٦٤ A	۱/٥۷ ab	۱/۷ a

جدول (٥) : مقایسه نفوذپذیری خاک در تیمارهای مختلف زیرشکنی

تیمار	معادله نفوذ	ضریب همبستگی R^2	نفوذ پایه (Cm/hr)
S_0	$D=0.26\ t^{0.46}$	۰/۹٥	۰/۳۲
	$D=0.48\ t^{0.38}$	۰/۹۱	۰/۲۸
S_1	$D=0.14\ t^{0.84}$	۰/۹٦	۰/۷۸
	$D=0.25\ t^{0.6}$	۰/۹۸	۱
S_2	$D=0.4\ t^{0.52}$	۰/۹۷	۰/۸۲
	$D=0.78\ t^{0.49}$	۰/۹۷	۱/۲۳

جدول (٦) :مقادیر کارآیی مصرف آب

تیمارها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	مقادیر آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	مقادیر آب بارندگی (متر مکعب در هکتار)	مقادیر کل آب مصرفی(کیلوگرم در هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم در هکتار)
I1S0	۱۲۰۳۰	٦۳۷۹/۷	۳۸۰	٦۷٥۹/۷	۱/۷۸۰
I1S1	۱۳۰٤۰	٦۳۷۹/۷	۳۸۰	٦۷٥۹/۷	۱/۹۳۰
I1S2	۱۲۷۹۰	٦۳۷۹/۷	۳۸۰	٦۷٥۹/۷	۱/۸۳٤
I2S0	۱۱٤۱۰	٥٥٦٥/۷۳	۳۸۰	٥۹٥٤/۷۳	۱/۹۱۷
I2S1	۱۲۷۹۰	٥٥٦٥/۷۳	۳۸۰	٥۹٥٤/۷۳	۲/۱٤۰
I2S2	۱۳۸٤۰	٥٥٦٥/۷۳	۳۸۰	٥۹٥٤/۷۳	۲/۳۲۳
I3S0	۹۹۹۰	٤۸۹۸/۹	۳۸۰	٥۲۷۸/۹	۱/۸۹۳
I3S1	۱۱۰٦۰	٤۸۹۸/۹	۳۸۰	٥۲۷۸/۹	۲/۰۹٦
I3S2	۱۱۲۸۰	٤۸۹۸/۹	۳۸۰	٥۲۷۸/۹	۲/۱۳٦

جدول (۷) : مقایسه درصد افزایش عملکرد دانه در زیرشکنی های ٤٠ و ٦٠ نسبت به تیمار بدون زیرشکنی در رژیم های مختلف آبیاری (ارقام به تن در هکتار)

	S0	S1	S2	درصد افزایش عملکرد S1 نسبت به S0	درصد افزایش عملکرد S2 نسبت به S0
I1	۱۲/۰۳۳	۱۳/۰٤٤	۱۲/٤	۸/٤۰	۳/۰٥
I2	۱۱/٤۱٤	۱۲/۷۹۲	۱۳/۸۳۷	۱۲/۱۰	۲۱/۲۳
I3	۹/۹۹٥	۱۱/۰٦۳	۱۱/۲۷۷	۱۰/٦۸	۱۲/۷۹

جدول (۸) : میانگین مربعات (MS)صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف زیرشکنی و آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (ton/ha)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	عمق دانه (cm)	کارآیی مصرف آب
تکرار	۳	۲/۳۹۸	٥۰۲/۸۱٥	۲٥۷/٦٦۷	۱٤/۰۸٥	۰/۱۸۲	۱۰۱٦/۱۸۱	۰/۰۰۱	۰/۰۷
زیرشکنی	۲	٦/٤۲۲ *	۱٤۷n.s	۹/۷٥۰ n.s	* ۳۷/۳۰۳	n.s ۰/۱۹۱	٦٤٦/٥۷۲ n.s	n.s ۰/۰۱	** ۰/۱۸۹
E(a)	٦	۰/٦٤٤	٦۰/۰۳۷	۲۷/٤۱۷	٥/٥۹٥	۰/٦۳۹	۲٥۲/۸۲٦	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸
تیمار آبیاری	۲	۱۳/۱۸۸ *	٥٦٤/۰۸۳ n.s	۸۱/۷٥۰ n.s	n.s ۸/٤۹۰	n.s ۰/٥۰۸	٦٤۲/۸۱٤ n.s	n.s ۰/۰۰۱	n.s ۰/۲٤۹
E(b)	٦	۲/٤۸۱	٦۰/٥٦٥	٥۰/۱۹٤	۱۰/۸۲۷	۰/۲٦۲	۹۲۷/٦۱٤	۰/۰۱	۰/۰۷۰
زیرشکنی ×تیمار آبیاری	٤	۱/۲۰۸ n.s	٤۰/۸۳۳ n.s	٦۱/۷٥۰ n.s	* ۱۱/٤۰۳	n.s ۰/۳٦۸	٦٥۸/۷۲۰ n.s	n.s ۰/۰۱	n.s ۰/۰۳٤
E(ab)	۱۲	۰/٥۹۰	۹٥/۰۳۷	۲۹/٥۲۸	۳/۱۸۱	۰/٤٥٥	۱٥۷۸/۸۱۹	۰/۰۳	۰/۰۱۷
C.V. %	–	٦/٤۱	٥/۲۹	٦/۰۷	٤/۰۹	٤/٥۰	۱۳/۰٦	٥/۸٦	٦/٥۳

جدول (۹) : مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف زیرشکنی و آبیاری

تیمارها	عملکرد دانه (ton/ha)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	عمق دانه (cm)	کارآیی مصرف آب
S_0I_1	۱۲/۰۳ BCD	۱۷۹/۷٥ BC	۸۸/٥ ABC	۳۹/ ۹ D	۱٤/۹ A	۳۱۳/۲ A	۱/۰۲ A	۱/۷۸ E
S_0I_2	۱۱/ ٤۱ CD	۱۸٦/ ۰۰ABC	۸۸/۰۰ABC	٤۳/٥ABC	۱٤/۸٥ A	۳۰٦/۲٥ A	۱/۰۰ A	۱/۹۲ DE
S_0I_3	۹/۹۹ E	۱۷٦/۷٥ C	۸۹/۷٥ABC	٤۱/۳٥ CD	۱٥/۰۰ A	۲۸۲/۹۲ A	۰/۹۹ A	۱/۸۹ DE
S_1I_1	۱۳/۰٤ AB	۱۹۲/۲٥ AB	۹٥/٥۰A	٤٦/ ۲۲ A	۱٥/٦۰ A	۳۰۲/۳ A	۱/۰٥ A	۱/۹۳ CDE
S_1I_2	۱۲/۷۹ AB	۱۹۳/۰۰ A	۹۰/۰۰ BC	٤٥/۷۷ A	۱٤/٦٥ A	۲۹٦/٤۷ A	۱/۰۱ A	۲/۱٤ AB
S_1I_3	۱۱/۰٦ DE	۱۷۸/۲٥ C	۸٦/۰۰ BC	٤۲/٥٥ BCD	۱٥/۲۰ A	۲۹۸/٦٥ A	۱/۰٤ A	۲/۰۹٦BCD
S_2I_1	۱۲/٤۰ BC	۱۸٤/۲٥ABC	۸۹/۷٥ABC	٤۳/۷۷ ABC	۱٥/۲۰ A	۳۲۲/۲۷ A	۰/۹٦ A	۱/۸۳٤ E
S_2I_2	۱۳/ ۸٤ A	۱۹۲/ ۷٥ A	۹٤/۲٥ AB	٤٤/ ۳۷AB	۱٥/۰۰ A	۲۹٥/۱۲ A	۰/۹۷ A	۲/۳۲۳ A
S_2I_3	۱۱/۲۸ CD	۱۷٦/۰۰ C	۸۳/۷٥ C	٤٤/۹٥ C	۱٤/٦٥ A	۳۲۰/٤ A	۰/۹۹ A	۲/۱۳٦ABC
$LSD_{5\%}$	۱/۱۸	۱۱/۸٤	۸/۳۷	۲/۷٥	۱/۰٤	٦۱/۲۲	۰/۰۸٤	۰/۲۰

جدول(۱۰): مقایسه میانگین سطوح مختلف زیرشکنی براساس صفات مختلف ذرت در سطح احتمال ۵٪

تیمارهای زیرشکنی	عملکرد دانه (ton/ha)	ارتفاع بوته(cm)	ارتفاع بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	عمق دانه (cm)	کارآیی مصرف آب
S_0	۱۱/۱٤۷ B	۱۸۰/۸۳۳ A	۸۸/۷۵۰ A	٤۱/۵۸۳B	۱٤/۹۲ A	۳۰۰/۷۹A	۱/۰۰۵AB	۱/۸٦۳C
S_1	۱۲/۲۹۹ A	۱۸۷/۸۳۳A	۹۰/۵۰۰A	٤٤/۸۵۰A	۱۵/۱۵A	۲۹۹/۲٤A	۱/۰۳۲A	۲/۰۵۸B
S_2	۱۲/۵۰٤ A	۱۸٤/۳۳A	۸۹/۲۵۰A	٤٤/۳٦۷A	۱٤/۹۵A	۳۱۲/٦A	۰/۹۷٤ B	۲/۰۹۸A
LSD5%	۰/۸	۷/۷٤	۵/۲۳	۲/۳٦	۰/۸	۱۵/۸۸	۰/۰۳	۰/۰۳۲

جدول (۱۱) : مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری براساس صفات مختلف ذرت درسطح احتمال ۵٪

تیمارهای آبیاری	عملکرد دانه (ton/ha)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	عمق دانه (cm)	کارآیی مصرف آب
I1	۱۲/۴۹A	۱۸۵/۴۲A	۹۲/۵۰A	۴۳/۳A	۱۵/۲۳A	۳۱۲/۵۹A	۱/۰۱A	۱/۸۴B
I2	۱۲/۶۸A	۱۹۰/۵۸A	۹۰/۷۵AB	۴۴/۵۵A	۱۴/۸۳A	۲۹۹/۲۸A	۰/۹۹۴A	۲/۱۲۹A
I3	۱۰/۷۸B	۱۷۷B	۶۶/۵۰B	۴۲/۹۵A	۱۴/۹۵A	۳۰۰/۶۶A	۱/۰۰۷A	۲/۰۴۲AB
LSD5%	۱/۵۷	۷/۸	۷/۱	۳/۳	۰/۵۱	۳۰/٤۲	۰/۱	۰/۲٦

منابع

۱- اخوان ، ک وع. سپاسخواه. ۱۳۷۷. بررسی تغییرات چگالی ظاهری خاک در اثر عملیات کشاورزی در اراضی دشت مغان . سمینارکارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

۲- خلیلی ،م.ومحمدی مزرعه،ح. ۱۳۸۱. بررسی اثر کاربرد ساب سویلر و دوره های مختلفآبیاری بر عملکرد ذرت دانه ای (رقم۷۰٤). گزارش نهائی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی.

3- Ariy, J.M. 1987 . Corn and corn Improvement. Academic press Inc. Newyork. P 721.

4- Bao.J.S.,Yang.and y.c.Hao . 1991 .The effect of water stress during different growth periods of maize on its physiological characterstics. Aca-Agronomicasinica. 17(4). 261-266.

5- Blake , E.R.;W.W.Nelson & R.R.Allmaras. 1996.Persistence of subsoil compaction in Mollisol. Soil Sci.soc.Am. 1819- 1825.

6-Ewing .P.R and Wagger .M.G.1991.Tillage and crop cover management effects on soil water and corn yield .soil science .1991,55:4,1081-1085 .

7-Gajri,P.R.and Prihar .S.S.and Cheema,H.S.and kapoor.A.1991.Irrigation and tillage effects on root development ,water use and yield of wheat on coarse textured soils .Irrigation Science .1991.12:3,161-168 .

8- Mckeys,E. 1985. Soil cutting & tillage.Elsevier Puplisher. Newyork.

9-Mohamed saleem,M.A. and Adeoye,K.B.1990.Comparsion of effects of some tillage methods on soil physical properties and yield of maize and stylo in a degraded ferruginous tropical soil . 1990 .Soil and Tillage Research .1990.18:1,63-72.

10-Truksa ,J.1990.Deep loosening and liquid manure application during grain maiz growing .Rostlinna Vyroba .1990.36:7,699-706.

The effects of sub soiling and irrigation on corn yield

Abstract

This study was conducted to determine the effects of sub soiling and irrigation regimes on corn yield. Three sub soiling depth including S_0(without sub soiling), S_1(sub soiling at 40 cm depth) and S_2 (sub soiling at 60 cm depth) and three irrigation regimes include I_1(80 mm evaporation from A class pan) , I_2 (100 mm evaporation from A class pan) , I_3(120 mm evaporation from A class pan) were compared based on split block design with four replication.

Results showed that :(a) yield was affected significantly by sub soiling and irrigation treatments in 5% probability level. (b) Three sub soiling treatments : (S_0, S_1, S_2) had significant difference ($p < .001$) in CI index. (c) Sub soiling had increased the soil infiltration rate.

Keywords: sub soiling - irrigation -corn