Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۲۹ / شماره ۲ / ۱۳۹٤

بررسی تاثیر نوع خاک‌ورزی بر رطوبت و نفوذپذیری خاک و عملکرد گلرنگ

اژدر عُنّابی میلانی[1]* و علی سالک زمانی

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجانشرقی و دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز.

a_o_milani@yahoo.com

عضوهیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجانشرقی.

asalekzamani@yahoo.com

چکیده

شخم‌های مختلف از نقطه نظر انواع ادوات و عمق عمل، تأثیرات سازنده و یا مخرب متفاوتی بر روی ساختمان خاک گذاشته و از طریق تاثیر بر ویژگی خاکدانه‌های خاک سطحی می‌تواند نفوذ آب به خاک به‌ویژه سرعت نفوذ و شیب معادله‌ی نفوذ را تحت تأثیر قرار دهند. شخم مناسب باعث ایجاد خاک‌دانه می‌شود و شخم نامناسب موجب تخریب آن می‌گردد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر نوع شخم و عمق آن بر نفوذ آب به خاک، مقاومت فروروی خاک، آب قابل استفاده‌ی گیاه و عملکرد محصول گلرنگ در دشت تبریز و در خاکی با بافت لوم رسی انجام گردیده است. این پژوهش با چهار تیمار: A_1 (شخم با گاو آهن قلمی به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر)، A_2 (شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر)، A_3 (شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) و A_4 (بدون عملیات شخم) در سه تکرار و در قالب طح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان داد که اختلاف بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر سرعت نفوذ در مقاطع مختلف زمانی شامل ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه معنی‌دار بود. با توجه به شیب معادلات نفوذ، کاهش سرعت نفوذ با زمان در تیمار A_1 (۰/۴۷-) بیش‌تر از بقیه‌ی تیمارها بوده است. مقایسه‌ی سرعت نفوذ اولیه نشان داد که تیمار A_3 با ۴۸۲/۸ میلی‌متر بر ساعت، بیش‌ترین سرعت نفوذ اولیه را داشت ولی اختلاف دیگر تیمارها از این نظر معنی‌دار نبود.سرعت نفوذ در تیمار A_3 در تمامی مقاطع زمانی بیش‌تر از بقیه‌ی تیمارها بود، ولی بعد از ۶۰ دقیقه نسبت به قبل از خاک‌ورزی برتری معنی‌داری نداشت. این مطلب نشان می‌دهد که بعد از حدود ۱/۵ ساعت لایه پائین عمق شخم، کنترل کننده نفوذ است. در هر چهار عمق مورد اندازه‌گیری (۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و ۴۰-۳۰ سانتی‌متر) تیمارهای A_3 و A_4 به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین مقاومت فروروی را داشتند. اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر آب قابل استفاده گیاه و عملکرد محصول از نظر آماری معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: آب قابل استفاده گیاه، سرعت نفوذ، مقاومت فروروی.

---

[1] – آدرس نویسنده اول: جاده تبریز،آذرشهر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

* – دریافت: آبان ۱۳۹۳ و پذیرش: خرداد ۱۳۹٤

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خاک‌ورزی از مهم‌ترین ارکان توسعه فن‌آوری در تکامل کشاورزی و به‌ویژه در تولید غذا می‌باشد.خاک‌ورزی بسته به تناسب یا عدم تناسب روش اتخاذ شده، می‌تواند اثرات فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی مفید یا مخرب داشته باشد. خاک‌ورزی با اثر بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند پایداری خاکدانه‌ها و نفوذ آب، تاثیر مستقیمی در بهره‌وری و پایداری خاک دارد (اُفوری، ۱۹۹۳). دوران و پارکین (۱۹۹٤) تاکید کردند که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی خاک می‌تواند تحت تاثیر عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین قرار گیرد.

خاک‌های مناسب برای تولید محصول می‌توانند از روی ویژگی‌های ساختمانی مثل شدت نفوذ آب و ابقاء رطوبت شناسائی شوند (آئون و همکاران، ۲۰۰۱).عملیات خاک‌ورزی با تحت تاثیر قرار دادن ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌توانند بر روی انبارش رطوبت در خاک، پویائی عناصر غذائی و کارآئی محصول اثر بگذارند. عملیات خاک‌ورزی با شکستن منافذ درشت و بستن منافذ ریز در اثر تغییر آرایش ذرات خاک باعث کاهش نفوذ آب به خاک می‌شوند از طرف دیگر زمانی‌که بقایای گیاهی در سطح خاک موجود نباشد قطرات باران نیز خاکدانه‌های سطحی را خرد نموده باعث بسته شدن منافذ سطحی شده و نفوذ کاهش می‌یابد. تحقیقات حاکی از کاهش معنی‌دار شدت نفوذ با افزایش شدت عملیات خاک‌ورزی می‌باشد (لیخت و الکایسی، ۲۰۱۲).

نفوذ آب به نیمرخ خاک به شرایط لایه سطحی خاک بستگی دارد عملیات خاک‌ورزی در لایه سطحی نقش کلیدی در تغییرات ویژگی‌های آبی-فیزیکی خاک ایفاء می‌کند (ماتولا، ۲۰۰۳). نتایج متفاوتی در خصوص تاثیر عملیات خاک‌ورزی در نفوذ آب به خاک به‌دست آمده است. به‌عنوان مثال وِرووِرت و همکاران (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که نفوذ آب به خاک تحت عملیات بدون خاک‌ورزی بهتر از عملیات شخم می‌باشد. از طرف دیگر محققانی مانند هیلد و همکاران (۱۹۹۸) و گومز و همکاران (۱۹۹۹) نتوانستند اختلاف قابل توجهی از نظر نفوذ آب بین خاک‌های تحت عملیات خاک‌ورزی و خاک‌هائی که در آنها عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفته است، پیدا کنند. به‌نظر آزوز و ارشد (۱۹۹٦) حذف عملیات شخم باعث افزایش نفوذ آب به خاک بعد از چندین سال می‌شود، البته مکانیسم این عمل به‌طور کامل روشن نیست، ولی میلک و ویلهلم (۱۹۹۸) و پیتکانن و نوتینن (۱۹۹۸) آن‌را به کاهش تخریب خاک ارتباط داده‌اند.

ووست و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که در سامانه‌های کشت که عملیات خاک‌ورزی صورت نمی‌گیرد، مواد آلی در خاک سطحی و سطح خاک تجمع می‌یابند و تغییرات ساختمان خاک تا عمق‌های پائین‌تر نیز توسعه می‌یابد. که هر دو پدیده باعث افزایش سرعت نفوذ آب به خاک و کاهش رواناب سطحی می‌شود. حتی در شخم‌های کم‌عمق نیز اگر مواد آلی در سطح خاک باقی بماند مقدار سرعت نفوذ بیش‌تر از شخم مرسوم توسط گاوآهن برگرداندار خواهد بود.

مارتین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در کرت‌های خاک‌ورزی حفاظتی، شدت نفوذ بیش‌تر و زمان پیش‌روی طولانی‌تر از کرت‌های مربوط به خاک‌ورزی مرسوم است. در پژوهش دیگری محدود کردن عمق شخم تا ۲/۵ سانتی‌متر باعث شد سرعت نفوذ ۷۰ میلی‌متر بر ساعت باشد در حالی‌که در شخم به عمق ۲۵ سانتی‌متر، ۳٦ میلی‌متر بر ساعت و در چیزل به عمق ۳۵ سانتی‌متر ۲۷ میلی‌متر بر ساعت اندازه‌گیری شد. (ووست، ۲۰۰۱).

در تحقیقی ۳۰ ساله، شخم عمیق (۷۰ سانتی‌متر) در ابتدا چگالی ظاهری و مقاومت فروروی خاک را کاهش داد ولی بعد از ۳۰ سال اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نگردید. نفوذ آب به خاک بعد از ۳۰ سال در شخم عمیق افزایش یافت و عملکرد دانه ۱۰ درصد بیش‌تر از شخم کم عمق بود، که به‌دلیل افزایش نفوذ آب

www.SID.ir

Archive of SID

و به احتمال زیاد افزایش عمق ریشه بوده است (بومهارت و جونز، ۲۰۰۵).

نتایج پژوهشی در چین نشان داد که در تیمار بدون شخم نسبت به تیمار شخم متداول، چگالی ظاهری خاک ۷/۱ درصد کاهش و منافذ درشت خاک (٦۰ < میکرومتر) ۱۷ درصد افزایش یافت. هم‌چنین در این تیمار هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، ۲٤۹ درصد افزایش نشان داد اما در لایه سطحی خاک (۱۵-۰) اختلاف قابل توجهی از این نظر مشاهده نشد. در مجموع آب قابل استفاده و سرعت نفوذ در تیمار بدون شخم بیش‌تر بود (هی و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهشی ثابت شد که بین روش بدون شخم و شخم تا عمق ۱٦ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری از نظر تخلخل و نفوذ آب وجود نداشت ولی با افزایش عمق شخم تا ۲۰ سانتی‌متر مقدار تخلخل و نفوذ آب بیش‌تر شد، به‌طوری‌که مقدار تخلخل در روش بدون شخم، شخم تا عمق ۱٦ و ۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ٤۱، ٤۳ و ۵۰ درصد بود و نفوذ متناظر آنها نیز به‌ترتیب ۲٤، ۳۲ و ۳۹ سانتی‌متر بر ساعت اندازه‌گیری شد (اُسانیین پـزو و همکاران، ۲۰۱۰).

در پژوهشی چگالی ظاهری خاک در شخم کم-عمق (۱۰ سانتی‌متر) بیش‌تر از شخم عمیق (۲۰ سانتی‌متر) بود، درحالی‌که هدایت هیدرولیکی اشباع در شخم عمیق بیش‌تر از شخم کم‌عمق بود. مقاومت مکانیکی در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر در شخم کم‌عمق به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شخم عمیق بود. در این تحقیق عمق شخم برروی تراکم بوته، عملکرد ریشه و محتوی شکر چغندرقند تاثیر معنی‌داری نداشت (جابرو و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیق دیگر افزایش عمق شخم از ۱۵ سانتی‌متر به ۲۵ سانتی‌متر، نفوذ آب آبیاری را از ۲۰ تا ۲۸ درصد در اولین آبیاری بعد از شخم افزایش داد، اما تاثیری جزئی در آبیاری‌های بعدی داشت. روش (چیزل و پنجه‌غازی) و عمق خاکورزی تاثیری در عملکرد دانه و کارآئی مصرف آب در سال‌های مورد مطالعه نداشتند (آلن و موزیک، ۱۹۹۷). گزارش شده‌است که زیرشکنی خاک تا عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متری همراه با گاوآهن برگردان‌دار سبب کاهش شاخص مخروطی خاک و چگالی ظاهری، افزایش سرعت نفوذ آب در خاک و عملکرد گندم شده است (صلح‌جو و نیازی، ۱۳۸۰). در خاک‌های زراعی عمیق، تیمار بدون عملیات خاک‌ورزی دارای بیش‌ترین چگالی ظاهری بود و تیمارهای حداقل عملیات خاک‌ورزی و شخم با زیرشکن در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بیش‌ترین مقاومت مکانیکی بعد از انجام عملیات خاک‌ورزی به ترتیب در بدون عملیات، زیرشکن و حداقل عملیات در هر یک از خاک‌ها بودند (لامپورلانس و کانترو-مارتینز، ۲۰۰۳).

نتایج به‌دست آمده در پژوهشی نشان داد که مقاومت خاک و چگالی ظاهری در یک خاک لوم رسی با سیستم‌های مدیریتی ارتباطی ندارد. میزان نفوذپذیری مستقل از مقاومت خاک و چگالی ظاهری بود. سیستم خاک‌ورزی مرسوم دارای بالاترین مقاومت و چگالی ظاهری و پایین‌ترین میزان نفوذپذیری بود (هافمن و همکاران، ۲۰۰۵). اثر متقابل خاک‌ورزی و تناوب نشان داد که تیمارگاوآهن برگردان‌دار دارای کم‌ترین مقدار مقاومت خاک و چگالی ظاهری و بیش‌ترین مقدار نفوذپذیری و تیمار خاک‌ورز پشته‌ساز دارای بیش‌ترین مقاومت خاک و چگالی ظاهری و کم‌ترین نفوذپذیری بود (کاتسوایرو و همکاران ۲۰۰۲). نتایج مقایسه سه ساله بین خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حداقل نشان داد که کرت‌های خاک‌ورزی مرسوم نسبت به خاک‌ورزی حداقل، گنجایش نگهداری آب بیش‌تری داشته ولی تبخیر سطحی آنها نیز بیش‌تر بود. چگالی ظاهری و شاخص مخروط خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر خاک در تیمار خاک‌ورزی مرسوم کمتر از خاک‌ورزی حداقل بود (بوناری و همکاران، ۱۹۹۵).

تاثیر عملیات خاک‌ورزی در عملکرد محصول در گیاهان مختلف به‌طور گسترده‌ای مطالعه شده است (مورنو و همکاران، ۱۹۹۷). در مورد گلرنگ نیز مقایسه سه نوع عملیات خاک‌ورزی، نشان داد که عملکرد محصول در خاک‌ورزی حداقل (٤٦۲ کیلوگرم بر هکتار) بیش‌تر از خاک‌ورزی متوسط (٤۱۹ کیلوگرم بر هکتار) و

www.SID.ir

Archive of SID

شدید (۳۸۳ کیلوگرم بر هکتار) می‌باشد (رابیسون و فنستر، ۱۹٦۸). با این‌حال اطلاعات زیادی در خصوص تاثیر عملیات خاک‌ورزی بر ویژگی‌های آبی خاک و سرعت نفوذ آب در مورد گلرنگ وجود ندارد. در پژوهشی در منطقه تاکستان تاثیر خاک‌ورزی بر درصد سبز شدن و اجزاء عملکرد گلرنگ مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشانگر عدم تاثیر نوع خاکورزی مورد مطالعه بر اجزاء عملکرد بود اما درصد سبز شدن در تیمار دو بار دیسک بهتر از گاوآهن قلمی بود (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۸۹). در پژوهشی دیگر در شهرستان خرم‌آباد، عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی نسبت به عملیات دیگر دارای مقدار نفوذ، ذخیره‌سازی رطوبت، عملکرد و اجزاء عملکرد بیش‌تر و چگالی ظاهری کمتر بود (بور و خورگامی، ۱۳۸۷).

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر روشهای مختلف تهیه زمین با ادوات متداول در کاشت گلرنگ پاییزه در ویژگی‌های فیزیکی خاک و مخصوصا نفوذ آب به خاک بوده است

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی خسروشاه واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر تبریز در استان آذربایجان‌شرقی و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی دو سال زراعی اجرا گردید.ایستگاه خسروشاه در طول جغرافیایی "٤٦ و '۰۳ و "۰۳ و عرض جغرافیایی "۳۷ درجه و "۵۸ و "۳۰ و ناحیه‌ی آب‌وهوائی نیمه‌خشک واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳٤۹/۳ متر می‌باشد، میانگین بارندگی سالیانه‌ی آن ۲٦۷ میلی‌متر بوده و متوسط درجه حرارت سردترین و گرمترین ماه سال به‌ترتیب ۱/٤- و ۲٦/۲ درجه‌ی سانتیگراد می‌باشد.

ابتدا قطعه زمینی به وسعت پنج هزار متر که سال قبل تحت کاشت گندم بود انتخاب و به دو قطعه ۲۵۰۰ متری تقسیم شد در سال اول گلرنگ در یک قطعه کاشته شد و قطعه دیگر برای اجرای پژوهش در سال دوم به همان صورت نگه داشته شد. ابعاد کرتهای آزمایشی ۲۰×۵ متر و فاصله بین تکرارها برای دور زدن تراکتور، پنج متر درنظر گرفته شد. تیمارهای طرح شامل چهار نوع خاک‌ورزی اولیه به شرح زیر بودند:

شخم با گاوآهن قلمی به عمق ۲۰ سانتی‌متر (A_1)

شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۲۰ سانتی‌متر (A_2)

شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰ سانتی‌متر (A_3)

بدون عملیات خاک‌ورزی (A_4)

برای ارزیابی اثر تیمارهای مختلف، ویژگی‌های شیمیائی و بعضی ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل بافت به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹٦۲)، درصد رطوبت وزنی به روش وزن‌سنجی، مقاومت مکانیکی (mechanical resistance) توسط فروسنج (پرومپرال، ۱۹۸۷)، چگالی ظاهری توسط استوانه‌های نمونه برداری با قطر ۵۷ و ارتفاع ٤۰ میلی‌متر (کلوت، ۱۹۸٦)، نفوذپذیری به روش استوانه مضاعف و آب قابل استفاده در عمق‌های مختلف قبل از خاک‌ورزی (پس ازکاشت و آبیاری اول) در نمونه‌های بهم‌نخورده اندازه‌گیری شد. در طول آزمایش اجزای عملکرد گلرنگ شامل تعداد بوته در متر مربع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه اندازه‌گیری شدند در نهایت ارتفاع بوته‌ها و عملکرد دانه تعیین گردید.

رطوبت خاک به‌روش وزنی اندازه‌گیری شد و برای تعیین مقاومت مکانیکی خاک براساس شاخص مخروطی (coneindex)، از یک دستگاه نفوذسنج الکترونیکی مدل Eijkelkamp با مخروط استاندارد به زاویه راس ٦۰ درجه و قطر اسمی ۱۱/۲۸ میلی‌متر و سطح مخروط یک سانتی‌متر استفاده شد (پرومپرال، ۱۹۸۷). این دستگاه به ازای هر سانتی‌متر فروروی مخروط در داخل خاک نیروی مقاومت خاک را ثبت نموده که با تقسیم مقادیر ثبت شده بر سطح مقطع مخروط، مقاومت مکانیکی خاک بر حسب مگاپاسگال محاسبه گردید. مقاومت فرو-روی خاک در رطوبت حدود گنجایش مزرعه‌ای (۲۳

www.SID.ir

Archive of SID

درصد وزنی) اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که نمونه بهم‌نخورده برداشته شده و وزن گردید و از روی چگالی ظاهری و حجم استوانه نمونه‌برداری، رطوبت نمونه تعیین شد که با دردست بودن رطوبت گنجایش مزرعه‌ای، زمانی که رطوبت به حدود گنجایش مزرعه‌ای رسید مقاومت مکانیکی خاک اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری نفوذپذیری از روش استوانه‌ی مضاعف با قطر استوانه بزرگ ٦٠ و کوچک ۳۰ سانتیمتر استفاده شد. در این روش بعد از تمیز کردن خاک از باقیمانده کاه و کلش، استوانه‌ها در وسط هر کرت در سه تکرار قرار داده شد و نسبت به تعیین نفوذپذیری اقدام شد. برای برازش داده‌های اندازه‌گیری شده‌ی نفوذ و ارائه معادلات سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی، از مدل کوستیاکف استفاده گردید (هانسن و همکاران، ۱۹۷۹):

$$I=\alpha T^{n} \qquad (۱)$$

که درآن:

I شدت نفوذ و T زمان می باشد. ثابت‌های α و n نیز به‌ترتیب شدت نفوذ اولیه (زمانی‌که T دارای مقدار یک است) و شیب منحنی نفوذ می‌باشند.

رطوبت‌های گنجایش مزرعه‌ای و نقطه‌ی پژمردگی دائم در سه نمونه بهم نخورده از هر لایه خاک، به‌ترتیب در مکش‌های ۳۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال توسط دستگاه صفحه‌ی فشاری (pressure plate) اندازه‌گیری شد. بعد از تعیین رطوبت FC و PWP برای هر لایه‌ی خاک، از طریق رابطه‌ی زیر مقدار آب قابل‌استفاده در هر لایه محاسبه گردید:

$$AW = D(FC - PWP) \times Db/100 \qquad (۲)$$

که در آن:

AW آب قابل استفاده برحسب cm ، D ضخامت لایه مورد نظر به cm، FC و PWP رطوبت خاک در گنجایش مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم برحسب درصد وزنی و Db چگالی ظاهری برحسب $g\ cm^{-3}$ می‌باشد.

برای اندازه‌گیری تعداد طبق در بوته در زمان رسیدگی محصول، تعداد طبق‌های ۱۰ بوته از هر کرت شمارش و میانگین طبق در بوته محاسبه گردید. همه طبق‌های حاصل از این بوته‌ها برای تعیین تعداد دانه در طبق مورد استفاده قرار گرفت. وزن هزاردانه پس از برداشت محصول تعیین گردید. عملکرد دانه نیز با وزن دانه‌های حاصل از بوته‌های هر کرت پس از حذف ردیف‌های کناری تعیین شدند.

ویژگی‌های خاک مزرعه محل اجرای پژوهش در جدول (۱) مندرج است. هدایت الکتریکی و واکنش خاک در عصاره اشباع به‌ترتیب توسط EC متر و pH متر (پیج و همکاران، ۱۹۹۲)، مقدار مواد خنثی شونده به‌روش تیتراسیون، کربن آلی به‌روش سوزاندن مرطوب، نیتروژن کل به‌روش هضم و فسفر و پتاسیم قابل جذب به‌ترتیب توسط اسپکتروفوتومتر و فلیم‌فتومتر طبق روش‌های پیشنهادی موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری و تعیین گردید.

در طول فصل رشد مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی بوده و برای مبارزه با آفت آگروتیس در اوایل بهار از طعمه مسموم (۱۰۰ کیلوگرم سبوس گندم + ۵۰ لیتر آب + ۵ کیلوگرم سوین ۸۵ درصد) استفاده شد. در مرحله‌ی غنچه‌دهی دو بار با فاصله‌ی دو هفته برعلیه مگس گلرنگ با سم دیازینون به غلظت یک در هزار سمپاشی شد. کود مصرفی به میزان ۳۰ کیلوگرم فسفر و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که تمامی کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل در پاییز قبل از کاشت و نیتروژن در دو مرحله (اواخر فروردین و اردیبهشت) به‌صورت سرک به زمین داده شد.

برای به‌کارگیری ادوات خاک‌ورزی، کاشت، کودپاشی و سم‌پاشی از تراکتور جاندیر ۳۱٤۰ با توان اسمی ۷۱ اسب بخار استفاده شد. برای کاشت نیز از بذرکار (خطی‌کار) برزگر همدانی با عرض کار ۲/۵ متر استفاده شد. عملیات خاک‌ورزی اولیه در هر سال پس از آبیاری زمین و در رطوبت خاک ۱۸-۱٦ درصد وزنی انجام شد. بعد از انجام عملیات خاک‌ورزی بذور گلرنگ از رقم زرقان با تراکم ۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت

www.SID.ir

Archive of SID

ردیفی با فاصله ۲۵ سانتی‌متر توسط بذرکار در عمق چهار تا هفت سانتی‌متری در اواخر شهریور کاشته شد.

نتایج بدست آمده از صفات مورد اندازه‌گیری برای تیمارهای مختلف خاک‌ورزی توسط نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد مقایسه گردیده و منحنی‌ها توسط نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از عملکرد و اجزا آن و همچنین ویژگی‌های فیزیکی مورد آزمایش خاک که در قسمت مواد و روش‌ها به آنها اشاره شد برای سال اول و دوم بطور جداگانه مورد تجزیه آماری قرار گرفت. سپس تجزیه مرکب نتایج دو سال انجام شد. به دلیل حجم زیاد مطالب و پارامترهای مورد اندازه‌گیری، در اینجا صرفا نتایج تجزیه مرکب به تفکیک صفات مورد اندازه‌گیری ارائه می‌گردد.

نفوذ آب به خاک: بعد از ادغام نتایج دو سال (اختلاف بین تیمارهای خاک‌ورزی در سال اول معنی‌دار نبود) ملاحظه گردید که اختلاف بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر سرعت نفوذ در مقاطع مختلف زمانی در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج سرعت نفوذ درمقاطع مختلف زمانی در جدول (۲) آمده است.

مقایسه‌ی شیب معادله‌ی سرعت نفوذ نشان داد که در تیمار A_1 کاهش سرعت نفوذ با گذشت زمان بیش‌تر از بقیه‌ی تیمارها بوده است. در این مورد تیمار A_4 در مرتبه‌ی دوم قرار گرفته و اختلافی بین دیگر تیمارها مشاهده نگردید که علت امر را می‌توان به عدم برگرداندن خاک سطحی در روش A_1 ارتباط داد. یعنی با توجه به اینکه در تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی (A_1)، خاک برگردانده نشده و منافذ درشت تشکیل نشده‌است، ولی با توجه به دست‌نخورده بودن و وضعیت اولیه خاک سطحی و منافذ حاصل از پوسیدن ریشه های گیاه محصول سال قبل، نفوذ اولیه نسبت به نفوذ پایه زیادتر بوده است ولی با اشباع شدن خاک سطحی، نفوذ شدیداً بدلیل وجود کفه شخم تحتانی کاهش می‌یابد و این مطلب را بالا بودن شیب منحنی نفوذ در این تیمار نشان می‌دهد. مقایسه‌ی سرعت نفود اولیه (سرعت نفوذ در دقیقه‌ی اول) نشان داد که تیمار A_3 بیش‌ترین سرعت نفوذ را دارد، تیمار A_4 درمرتبه‌ی دوم قرار گرفت ولی اختلاف معنی‌داری بین دیگر تیمارها مشاهده نگردید جدول (۲).

همان‌طوری که انتظار می‌رفت عمیق بودن شخم در تیمار A_3 باعث شده است که سرعت نفوذ در این تیمار بیش‌تر باشد شکل (۱). درمورد زیاد بودن سرعت نفوذ اولیه در تیمار A_4 به نظر می‌رسد عدم شخم باعث شده است که منافذی که در اثر حرکت حشرات و یا ریشه‌های گیاه ایجاد شده و همچنین درز و ترک‌هائی که بوضوح در سطح خاک دیده می‌شد، شکسته و قطع نگردد و این باعث می‌شود که سرعت نفوذ اولیه در این تیمار نیز تاحدودی بیش‌تر باشد، ولی مشاهده می‌شود که با گذشت زمان و پر شدن این منافذ بزرگ در لایه سطحی، برتری این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر از بین می‌رود و در نفوذ پایه با مقدار قبل از خاک‌ورزی تقریباً برابر می‌شود که نشان دهنده این مطلب است که بعد از گذشت دو تا سه ساعت لایه تحتانی عمق شخم کنترل کننده نفوذ می‌باشد.

مقایسه‌ی میانگین سرعت‌های نفوذ درمقاطع مختلف زمانی نشان داد که تنها تیمار A_3 نسبت به تیمارهای دیگر سرعت نفوذ بالاتری داشته و بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند و همان‌طوری که قبلاً گفته شد، علت این امر عمیق بودن شخم در این تیمار می‌باشد این نتایج، با یافته‌های آلن و موزیک (۱۹۹۷)، اُسانین پژو و همکاران (۲۰۱۰)، بومهارت و جونز (۲۰۰۵) مطابقت دارد اما نتایج به‌دست آمده توسط هی و همکاران (۲۰۰۹) و ووِست (۲۰۰۱) را تائید نمی‌کند.

www.SID.ir

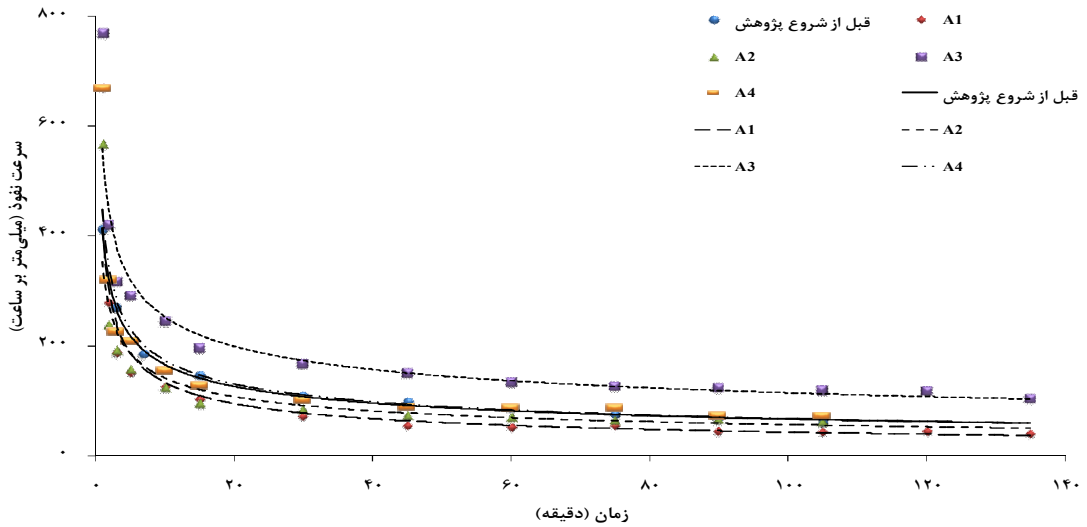
Archive of SID

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه‌ی محل پژوهش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	واکنش گل اشباع	مواد خنثی‌شونده (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	تجزیه‌ی مکانیکی شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کلاس بافتی
۰-۱۵	۵/۵۷	۷/۹	۹/۵	۱/۰۹	۰/۱۰	۲۱/۴	۶۵۰	۱۶	۳۶	۴۸	رسی
۱۵-۳۰	۲/۰۶	۸/۲	۸/۵	۱/۰۱	۰/۱۰	۱۴/۶	۶۰۰	۲۶	۳۶	۳۸	لوم رسی
۳۰-۵۰	۳/۳۵	۸/۰	۸/۸	۰/۸۷	۰/۰۹	۸/۴	۵۲۰	۲۲	۳۴	۴۴	رسی
۵۰-۹۰	۳/۷۷	۸/۰	۵/۵	۰/۵۰	۰/۰۵	۵/۰	۳۶۰	۴۰	۲۴	۳۶	لوم رسی
۹۰-۱۳۰	۳/۱۴	۸/۲	۲/۵	۰/۱۵	۰/۰۲	۲/۶	۳۰۰	۶۸	۲۲	۱۰	لوم شنی
۱۳۰<	۶/۱۴	۸/۰	۳/۰	۰/۰۸	۰/۰۱	۲/۰	۲۰۰	۶۲	۲۸	۱۰	لوم شنی

جدول ۲- سرعت نفوذ درمقاطع مختلف زمانی و شیب معادله‌ی نفوذ در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

تیمار	شیب معادله	سرعت نفوذ (میلی‌متر در ساعت) در زمان‌های مختلف (دقیقه) ۱	۲	۵	۱۰	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰	نفوذ پایه
قبل از خاک‌ورزی	-۰/۳۲۶ A	۲۹۵/۰ B	۲۱۷/۴ B	۱۷۷/۵B	۱۴۲/۸B	۱۰۱/۲B	۸۱/۵ B	۶۵/۷AB	۵۷/۹AB	۵۳/۰AB
A_1	-۰/۴۷۱ B	۳۲۲/۹ B	۲۳۱/۹ B	۱۵۰/۹B	۱۰۹/۷B	۶۷/۰ B	۴۹/۵ B	۳۶/۸ B	۳۱/۰ B	۲۷/۴B
A_2	-۰/۳۷۹ A	۳۰۰/۷ B	۲۲۸/۰ B	۱۵۹/۷B	۱۲۲/۸B	۸۱/۹ B	۶۳/۹ B	۵۰/۱ B	۴۳/۵ B	۳۹/۵B
A_3	-۰/۳۳۵ A	۴۸۲/۸ A	۳۸۳/۱ A	۲۸۳/۰A	۲۲۵/۷A	۱۵۸/۲A	۱۲۶/۷A	۱۰۱/۸A	۸۹/۶ A	۸۱/۹A
A_4	-۰/۴۰۱AB	۳۷۰/۳AB	۲۸۱/۲AB	۱۹۶/۷B	۱۵۰/۹B	۱۰۰/۰B	۷۷/۵ B	۶۰/۳ B	۵۲/۱ B	۴۷/۰B
$LSD_{0.05}$	-۰/۰۸۷		۱۰۸/۵	۸۰/۹۹	۶۵/۸۳	۴۹/۲۹	۴۱/۷۸	۳۷/۲۹	۳۲/۶۸	۳۰/۶۹
$LSD_{0.01}$		۱۱۹/۰								
ضریب تغییرات	۷۹/۳۵	۳۳/۳۱	۳۳/۰۳	۳۴/۱۹	۳۵/۷۷	۳۹/۶۱	۴۲/۷۶	۴۷/۵	۴۸/۷۰	۵۰/۴۰



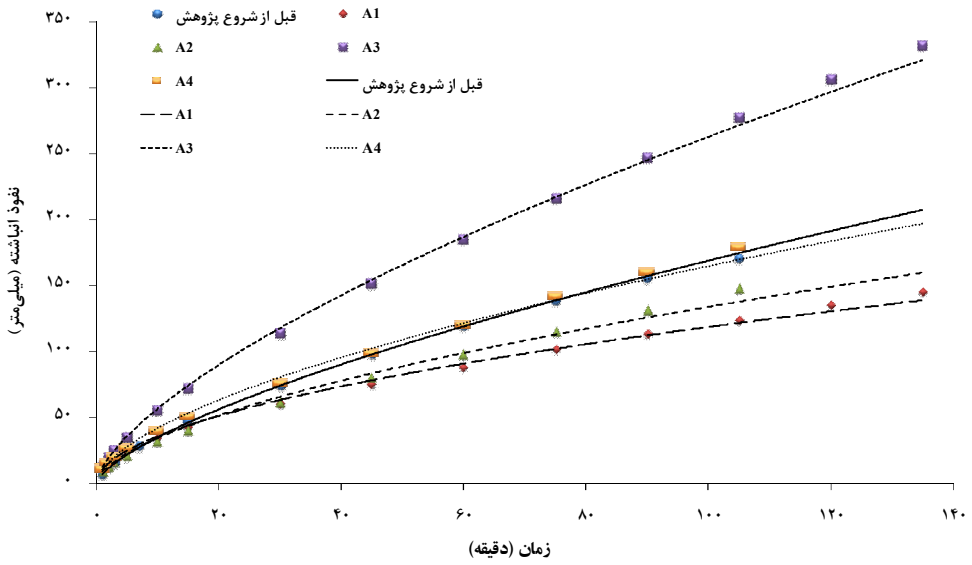
شکل ۱- سرعت نفوذ در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی. معادلات سرعت نفوذ در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳- معادلات نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی شکل‌های(۱ و ۲)

تیمار	نفوذ تجمعی معادله	نفوذ تجمعی R^2	سرعت نفوذ معادله	سرعت نفوذ R^2
قبل از شروع پژوهش	$7.22\ T^{0.6847}$	۰/۹۹۹۵	$413.26\ T^{-0.396}$	۰/۹۹۶۱
A_1	$10.69\ T^{0.5226}$	۰/۹۹۸۷	$415.41\ T^{-0.494}$	۰/۹۵۴۴
A_2	$8.78\ T^{0.5916}$	۰/۹۹۷۲	$353.13\ T^{-0.398}$	۰/۹۱۷۵
A_3	$12.20\ T^{0.6667}$	۰/۹۹۹۳	$558.28\ T^{-0.344}$	۰/۹۵۹۹
A_4	$10.63\ T^{0.5952}$	۰/۹۹۸۴	$448.23\ T^{-0.412}$	۰/۹۴۲۲

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نفوذ تجمعی در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی. معادلات نفوذ تجمعی در جدول (۳) آمده است.

جدول ۴- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر مقاومت مکانیکی خاک (MPa) در عمق‌های مختلف

تیمار	عمق (cm)			
	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰
A_1	۱/۲۶ AB	۱/۸۳ AB	۱/۹۵ AB	۲/۱۷ AB
A_2	۱/۱۸ AB	۱/۶۵ AB	۱/۹۵ AB	۲/۳۳ AB
A_3	۱/۱۰ B	۱/۴۴ B	۱/۶۱ B	۱/۹۶ B
A_4	۱/۴۱ A	۱/۹۹ A	۲/۲۳ A	۲/۴۶ A
$LSD_{0.05}$	–	–	–	۰/۴۸۲
$LSD_{0.01}$	۰/۲۳۲	۰/۳۳۴	۰/۳۶۵	–

جدول ۵- ویژگی‌های فیزیکی و آبی خاک بعد از اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

تیمار	عمق (cm)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	تخلخل کل	رطوبت معادل FC (درصد وزنی)	رطوبت PWP (درصد وزنی)	عمق آب قابل دسترس ($cm\ cm^{-3}$)
قبل از شروع پژوهش	۰-۱۵	۱/۲۱	۰/۵۴۵	۲۲/۷۹	۱۵/۸۴	۰/۰۸۴
	۱۵-۳۰	۱/۳۱	۰/۵۰۲	۲۱/۷۶	۱۶/۳۷	۰/۰۷۱
	۳۰-۵۰	۱/۴۲	۰/۴۶۰	۲۳/۹۹	۱۸/۵۷	۰/۰۷۷
A_1	۰-۱۵	۱/۱۸	۰/۵۴۴	۲۳/۷۰	۱۷/۰۶	۰/۰۷۸
	۱۵-۳۰	۱/۲۸	۰/۵۲۴	۲۲/۷۹	۱۷/۹۴	۰/۰۶۲
	۳۰-۵۰	۱/۳۳	۰/۴۶۸	۲۳/۰۵	۱۸/۰۶	۰/۰۶۶
A_2	۰-۱۵	۱/۲۰	۰/۵۴۳	۲۳/۹۰	۱۶/۶۴	۰/۰۸۹
	۱۵-۳۰	۱/۳۲	۰/۵۲۳	۲۳/۴۴	۱۷/۵۶	۰/۰۸۱
	۳۰-۵۰	۱/۳۲	۰/۴۶۴	۲۲/۹۷	۱۸/۳۰	۰/۰۶۲
A_3	۰-۱۵	۱/۱۶	۰/۵۵۰	۲۴/۶۷	۱۶/۸۳	۰/۰۹۵
	۱۵-۳۰	۱/۲۷	۰/۵۳۰	۲۴/۳۴	۱۷/۲۵	۰/۰۹۳
	۳۰-۵۰	۱/۳۸	۰/۴۶۹	۲۷/۶۰	۱۸/۳۷	۰/۱۲۷
A_4	۰-۱۵	۱/۳۳	۰/۵۴۰	۲۳/۴۰	۱۷/۱۲	۰/۰۸۴
	۱۵-۳۰	۱/۳۸	۰/۵۲۷	۲۴/۵۸	۱۶/۹۴	۰/۱۰۵
	۳۰-۵۰	۱/۳۸	۰/۴۷۳	۲۶/۴۰	۱۸/۳۹	۰/۱۱۱

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه منحنی سرعت نفوذ در تیمار A_4 و قبل از خاک‌ورزی در شکل (۱) نشان می‌دهد که ترافیک حاصل از ماشین بذرکار تاثیر چندانی بر پارامترهای نفوذ آب نداشته است چرا که این دو منحنی تقریبا بر روی هم افتاده‌اند. برای مقایسه بهتر روند نفوذ در تیمارهای مختلف، معادلات نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ برای تیمارهای A_1 تا A_4 در جدول (۳) ارائه شده است.هم‌چنین برای مقایسه نفوذ تجمعی بین تیمارها، نفوذ تجمعی و معادلات برازش یافته در شکل (۲) ارائه شده است.

ویژگی‌های فیزیکی و آبی خاک: تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی بر روی مقاومت مکانیکی خاک در اعماق مختلف تاثیر معنی‌دار دارد جدول (٤). در تمامی چهار عمق اندازه‌گیری‌شده مقدار مقاومت مکانیکی مربوط به تیمار A_3 (گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰ سانتی‌متر) کم‌ترین و مقاومت مکانیکی مربوط به تیمار A_4 (بدون عملیات خاک‌ورزی) بیش‌ترین مقدار را داشتند. که با نتایج جابرو و همکاران (۲۰۱۰)، کاتسوایرو و همکاران (۲۰۰۲) و بوناری و همکاران (۱۹۹۵) مطابقت دارد.

چگالی ظاهری خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی هرچند کمتر از چگالی ظاهری خاک قبل از اعمال تیمارها بود اما این اختلاف معنی‌دار نبود و فقط در تیمار A_4، چگالی ظاهری خاک سطحی افزایش یافت جدول (۵) که به نظر می‌رسد علت آن تراکم خاک به‌دلیل حرکت ادوات کشاورزی کاشت بوده و این مسئله را بالا بودن شاخص مخروطی در این تیمار تایید می‌کند جدول (٤). زیاد بودن چگالی ظاهری در تیمار بدون خاک‌ورزی توسط لامپورلانس و کانترو-مارتینز (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است.

از نظر ویژگی‌های آبی خاک اختلاف قابل‌ملاحظه و معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی مشاهده نگردید جدول (۵). مقایسه‌ی مقادیر مربوط به رطوبت گنجایش مزرعه‌ای نشان داد که در لایه‌ی سطحی در تمامی تیمارها، رطوبت گنجایش مزرعه‌ای افزایش یافته است که دلیل امر افزایش منافذ بزرگ در اثر عملیات شخم بوده است. این افزایش در رطوبت گنجایش مزرعه‌ای، در تیمار A_3 که عمق شخم بیش‌تر از تیمارهای دیگر است، زیادتر بوده است. نتایج هم‌چنین نشانگر افزایش در رطوبت نقطه‌ی پژمردگی دائم در تیمارهای مختلف می‌باشد که این افزایش در لایه‌ی سطحی تیمار A_4 (بدون عملیات خاک‌ورزی) بیش‌تر از تیمارهای دیگر بوده است که علت امر افزایش تراکم خاک سطحی بدلیل تردد ماشین بذرکار بود و افزایش چگالی ظاهری و شاخص مخروطی در این تیمار نیز موید همین مطلب است. افزایش هم‌زمان رطوبت گنجایش مزرعه‌ای و نقطه‌ی پژمردگی دائم سبب شده که افزایش یا کاهش آب قابل استفاده معنی‌دار و قابل‌ملاحظه نباشد و تنها در تیمار A_3 افزایش رطوبت قابل استفاده در عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری به‌دلیل شخم عمیق تقریباً قابل‌ملاحظه بوده است.

عملکرد محصول: اثر سال برروی عملکرد محصول، تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته درسطح آماری ۵ ٪ و تعداد بوته در متر مربع درسطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود، که علت این اثر ناشی از سرمای زمستانی و عدم پوشش کافی برف در سال دوم اجرای طرح بود، که حدود ٤۰ تا ۵۰ درصد بوته‌ها را از بین برد. میانگین عملکرد محصول در سال اول ۳۸۲۹ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم ۳۰۸۵/۸ کیلوگرم در هکتار بود. کاهش تعداد بوته در سال دوم (از ۱۷ به ۸ بوته در متر مربع) توسط افزایش تعداد طبق (از ۲۹ به ٤۱ طبق در بوته) تا حدودی جبران شد. در نتیجه می‌توان گفت که گیاه گلرنگ کاهش بوته در واحد سطح را می‌تواند تا حدودی با افزایش تعداد طبق در بوته جبران کند.

اثر تیمارهای خاک‌ورزی در طی دو سال برروی عملکرد محصول معنی‌دار نبوده‌است جدول (٦)، که با نتایج غلامی پرشکوهی و همکاران (۱۳۸۹) جابرو و همکاران (۲۰۱۰)، آلن و موزیک (۱۹۹۷) و بوناری و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۱۹۹۵) مطابقت دارد، ولی مغایر یافته‌ی بور و پورغلامی (۱۳۸۷)، صلح‌جو و نیازی (۱۳۸۰) و بومهارت و جونز (۲۰۰۵) است. از نظر عددی بیش‌ترین عملکرد مربوط به تیمار بدون عملیات خاک‌ورزی با ۳۵۹۹ و کم‌ترین عملکرد مربوط به تیمار گاوآهن قلمی با ۳۳۰۷ کیلوگرم در هکتار بود جدول (٦).

جدول ٦- عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

تیمار خاک‌ورزی	تعدا طبق در بوته	تعداد بوته در متر مربع	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در طبق	ارتفاع بوته cm	عملکرد kg/ha
A_1	۳۹/۶۷ A	۱۲/۳۳ A	۲۹/۵۹ B	۳۹/۶۷ A	۱۱۰/۷۵ A	۳۳۰۷ A
A_2	۳۰/۶۷ A	۱۲/ ۶۷ A	۳۰/۳۷ AB	۳۹/۰۰ A	۱۱۶/۶۷ A	۳۵۴۲ A
A_3	۳۵/۸۳ A	۱۲/۶۷ A	۳۰/۲۷ AB	۴۱/۱۷ A	۱۱۱/۰۰ A	۳۳۸۲ A
A_4	۳۵/۱۷ A	۱۱/۱۷ A	۳۱/۶۳ A	۳۶/۳۳ A	۱۱۲/۶۷ A	۳۵۹۹ A
LSD0.05	۱۴/۱۱	۳/۵	۱/۹۶	۱۱/۳۱	۶/۹۸	۶۱۷/۵

اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر روی تعداد دانه در طبق، تعداد بوته در متر مربع، و ارتفاع بوته معنی‌دار نبود جدول (٦). شخم با گاوآهن برگردان‌دار عمیق با ٤۱ دانه در طبق و تیمار بدون عملیات خاک‌ورزی با تعداد ۳٦ دانه در طبق به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد طبق در بوته را داشتند. با توجه به اینکه عملکرد به جز تعداد بوته در واحد سطح در زمان اواخر رشد رویشی و طی دوره زایشی تعیین می‌گردد، بنابراین اثر روش‌های خاک‌ورزی به‌طور عمده برروی بوته نمود خواهد یافت.

بنابر نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که روش خاک‌ورزی در کاشت گلرنگ بعد از برداشت گندم در میزان عملکرد دانه گلرنگ معنی‌دار نبود و با توجه به مزایای کاشت بدون عملیات خاک‌ورزی، ازجمله کاهش مصرف انرژی و هزینه می‌توان گلرنگ را در زمینی که عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفته است کاشت.

یکی دیگر ازاجزای عملکردی، وزن هزار دانه می‌باشد که در هر سال اندازه‌گیری شد. طبق جدول (٦) تیمار A_1 بطور معنی‌داری باعث کاهش وزن هزاردانه شد ولی تیمارهای دیگر تاثیر معنی‌داری نداشتند. تیمار بدون عملیات خاک‌ورزی و تیمار گاوآهن قلمی با میانگین۳۱/٦۳ و ۲۹/۵۹ گرم به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان وزن هزاردانه را داشتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که نوع و عمق عملیات خاکورزی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزا عملکرد گلرنگ (بجز وزن هزار دانه) ندارد و با توجه به مزایای عملیات خاک‌ورزی حداقل، این عملیات خاکورزی برای کاشت گلرنگ در منطقه قابل توصیه است. اختلاف قابل توجهی از نظر تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های آبی خاک دیده نشد که احتمالا علت آن این است که مزرعه تحقیقاتی محل اجرای پژوهش در سال‌های گذشته مورد کشت و کار و عملیات مختلف خاک‌ورزی قرار گرفته است. بااینحال روش شخم عمیق با گاو آهن برگردان‌دار بدلیل از بین بردن کفه شخم باعث افزایش رطوبت گنجایش مزرعه‌ای در لایه سطحی و افزایش نفوذ آب به خاک شد. بدلیل ایجاد لایه‌ای با نفوذپذیری کم در شخم مداوم با یک عمق، توصیه می‌شود که در بعضی مواقع نسبت به انجام شخم عمیق اقدام گردد چراکه میزان نفوذپذیری آب به خاک در شخم عمیق بطور محسوسی افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. بور، ق. و ع. خورگامی. ۱۳۸۷. بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکـرد گلرنـگ دیم در منطقه خرم‌آباد. پژوهش‌نامه کشاورزی، جلد ۱، پیش‌شماره ۱، صفحات ٦۹-۵۹.

۲. پاسبان اسلام، ب. ۱۳۸۰. گلرنگ. انتشارات سازمان کشاورزی آذربایجان‌شرقی. ۳۰ صفحه

۳. صلح جو، ع.ا. و ج. نیازی. ۱۳۸۰. تاثیر عملیات زیرشکنی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گنـدم آبـی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره۷ جلد۲. صفحات ۷۸-٦۵.

٤. غلامی پرشکوهی، م.، س. سیف‌زاده، م. حنیفـی و م. رشـیدی. ۱۳۸۹. اثـر روش‌هـای مختلـف خـاک‌ورزی بـر شاخص‌های انرژی و اجزای عملکرد گلرنگ. فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی، سال ششم، شماره ۲۰، صـفحات ٧٦-٦٧.

5. Allen, R.R., and J.T. Musick. 1997. Tillage method and depth effects on furrow irrigation infiltration, Appl. Eng. Agric. 13: 737-742.
6. Aon, M.A., D.E. Sarena, J.L. Burgos and S. Cortassa. 2001. (Micro) biological, Chemical and physical properties of soils subjected to conventional or no-till management and assessment of their quality status. Soil and Tillage Res. 60:173-186.
7. Ashraful Hague, M.D., R.I. Sacker and Alam, M. 2001. Effects of soil strength on root growth of rice crop for difference dry land tillage methods. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America (AMA) 32:23-26.
8. Azooz, R.H., and M.A. Arshad. 1996. Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. Can. J. Soil Sci. 76:143–152.
9. Baumhardt, R.L., and O.R. Jones. 2005. Long-term benefits of deep tillage on soil physical properties and crop yield. p. 95-101. In: The 27th Annual Southern Conservation Tillage Systems. Proc. of Conf. June 27-29, 2005, Florence, South Carolina.
10. Bonari, E., M. Mazzoncini, and A. Peruzzi. 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (Brassica napus L.) in a sandy soil. Soil and Tillage Res. 33(2): 91-108.
11. Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particles size analyses of soils. Agron. J. 56:464–465
12. Doran, J.W., and T.B. Parkin. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. p. 21-25. In: J.W. Doran and A.J. Jones (ed.) Methods for assessing soil quality. SSSA Special Pub. 49. SSSA. Madison, WI.
13. Gomez, J.A., J.V. Giraldz, M. Pastor, and F. Fereres. 1999. Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. Soil and Tillage Res. 52:167-175.
14. Halfmann, D., T. Zobeck, R. Zartman, and V. Allen. 2005. Management system effects on water infiltration and density of two West Texas soils. Soil Sci. Soc. of Am. Annual Meeting. P. No. 1005.
15. Hansen, V. E., G.E. Stringham, and O.W. Israelsen. 1979. Irrigation Principles and Practices. John Wiley & Sons Canada, Limited, 417 pages.
16. He, J., Q. Wanga, H. Libc, J.N. Tullbergd, A.D. McHughe, Y. Baif, X. Zhanga, N. McLaughling, and H. Gaoa. 2009. Soil physical properties and infiltration after long-term no-tillage and ploughing on the Chinese Loess Plateau. New Zealand J. of Crop and Hort. Sci. 37(3): 157-166.
17. Heald, J.R., E.J. Kladivko, and J.V. Manneing. 1998. Soil macroporosity, hydraulic

www.SID.ir

Archive of SID

codoctivity and air permeability of silty soils under long term conservation tillage in Indiana. Soil and Tillage Res. 11: 1-18.

18. Jabro, J.D., W.B. Stevens, W.M. Iversen, and R.G. Evans. 2010. Tillage Depth Effects on Soil Physical Properties, Sugarbeet Yield, and Sugarbeet Quality. Communications in Soil Sci. and Plant Anal. 41: 908–916.
19. Katsvairo, T., W.J. Cox, and H. van Es. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. Agron. J. 94(2): 299-304.
20. Klute, A. (ed) 1986. Methods of soil analysis: part 1. Physical and mineralogical methods. Agronomy monograph Vol 9,2nd edn. ASA, WI
21. Lampurlanés, J. and C. Cantero–Martínez. 2003. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. Agron. J. 95(3): 526-536.
22. Licht, M., and M. Al-Kaisi. 2012. Less Tillage for More Water in 2013. ISU Extension Available at http://www.extension.iastate.edu/CropNews/2012/0921lichtal-kaisi.htm
23. Martin, E.C., K.O. Adu-Tutu, W.B. McCloskey, S.H. Husman, P. Clay, and M. Ottman. 2005. Conservation tillage effects on infiltration and irrigation advance time. Arizona Cotton Report (P-142). University of Arizona, Tucson, AZ. Available at: http://cals.arizona.edu/pubs/crops/az1366/az13661a.pdf
24. Matula, S. 2003. The influence of tillage treatments on water infiltration into soil profile. Plant Soil Environ. 49(7): 298–306.
25. Mielke, L.N., and W.W. Wilhelm. 1998. Comparisons of soil physical characteristics in long-term tillage winter wheat-fallow tillage experiments. Soil Tillage Res. 49: 29–35.
26. Moreno, F., F. Pelegerin, J.E. Fernandez, and J.M. Murillo. 1997. Soil physical properties, water depletion and crop development under traditional and conservation tillage in southern Spain. Soil Sci. 119: 242-249.
27. Ofori, C.S. 1993. The challenge of tillage development in African agriculture. In: Soil tillage in Africa: needs and challenges. FAO Soils Bulletin No. 69. Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division, FAO, Rome (Italy). Available at: http://www.fao.org/docrep/T1696E/T1696E00.htm
28. Osanyinpeju, K.L. 2010. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage practices on Unaab soil. BSc Thesis, University of Agriculture, Abeokuta, Ogun State, Nigeria. Available at: http://www.unaab.edu.ng/ugprojects/2010bengosanyinpejukl.pdf
29. Page, A.L., Miller and R.H. Keeney DR (eds) (1992) Methods of soil analysis. Part2. Chemical and microbiological properties, 2nd edn. ASA/SSSA, Madison, Agron. Monog. 9, pp. 325–340
30. Perumpral, J.V. 1987. Cone penetrometer applications: A review. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 30: 939-944.
31. Pitkanen, J., and V. Nuutinen. 1998. Earthworm contribution to infiltration and surface runoff after 15 years of different soil management. Appl. Soil Ecol. 9: 411–415.
32. Robison, L.R. and C.R. Fenster. 1968. Influence of Tillage Practices on Safflower (Carthamus tinctorius L.) Yields. Agron. J. 60(1): 53-55.
33. Vervoort, R.W., S.M. Dabney, and M.J. Roinkens. 2001. Tillage and row position effects on water and solute infiltration characteristics. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1227-1234.
34. Wuest, S.B. 2001. Earthworm, infiltration, and tillage relationships in a dryland

www.SID.ir

Archive of SID

pea–wheat rotation. Applied Soil Ecology 18: 187–192.

35. Wuest, S.B., J. Williams, and T. Johkle. 2006. Effects of Tillage on Water infiltration. Dryland Agricultural Research Annual Report. Oregon Agric. Exp. Sta. Special Report 1068. Available at: http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/sr/sr1068-e/012.pdf

www.SID.ir