نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۴۵-۱۴۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 140-145

ارزیابی و مقایسه روش‌های مختلف خاک‌ورزی در بهبود خاک‌های متاثر از شوری در تولید گندم

مجید روزبه[۱*]- جانب اله نیازی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۱۴

چکیده

از جمله راهکارهای اساسی در کنترل نمودن خاک‌های متاثر از شوری، به‌کارگیری روش خاک‌ورزی مناسب است. بدین منظور آزمایشی جهت تعیین اثرات روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر انتشار املاح و عملکرد گندم در یک خاک شور-سدیمی با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل گاوآهن برگردان‌دار+دیسک (T_1)، گاوآهن‌قلمی+دیسک (T_2)، زیرشکن+گاوآهن‌برگردان‌دار+دیسک (T_3)، زیرشکن+گاوآهن قلمی+دیسک (T_4)، زیرشکن+روتوتیلر (T_5) و گاوآهن بدون صفحه برگردان‌دار+دیسک (T_6) بودند. در هر یک از تیمارها هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، اسیدیته خاک، نسبت جذب سدیم، مقاومت به‌نفوذ و عملکرد محصول اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد کاربرد زیرشکن قبل از اعمال خاک‌ورزی T_3 و T_4 موجب کاهش معنی‌دار شوری خاک نسبت به روش خاک‌ورزی T_1 به میزان ۱۷/۸ و ۱۰/۳ درصد گردید. مقایسه میانگین‌ها آشکار ساخت نسبت جذب سدیم متاثر از روش‌های مختلف خاک‌ورزی بوده است. بیشترین نسبت جذب سدیم به میزان ۱۹/۳۹ درصد در روش خاک‌ورزی مرسوم T_1 مشاهده شد و استفاده از گاوآهن قلمی در سیستم کم‌خاک‌ورزی T_2، موجب کاهش نسبت جذب سدیم به میزان۴/۱ درصد نسبت به T_1 گردید. یافته‌ها هم‌چنین نشان داد استفاده از زیرشکن در روش خاک‌ورزی T_3 نسبت به روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی (T_1,T_2) موجب کاهش معنی‌دار نسبت جذب سدیم به‌ترتیب به‌میزان ۲۳/۴ و ۲۰/۱ درصد گردید. هم‌چنین میزان عملکرد محصول در واکنش به روش‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد.

واژه های کلیدی: روش‌های خاک‌ورزی، عملکرد محصول، نسبت جذب سدیم، هدایت الکتریکی

مقدمه

تنش های محیطی از مهم ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند . ایران از جمله کشورهایی است که در اکثر نقاط آن تنشهای مهم غیر زنده نظیر خشکی، دما و شوری موجب کاهش عملکرد، از بین رفتن قدرت باروری و در مواردی عدم امکان تداوم کشاورزی گردیده است. وسعت اراضی شور وسدیمی در ایران بین ۱۶ تا ۲۳ میلیون هکتار کشور گزارش شده است (۱۵). برای مقابله با تاثیر شوری خاک برعملکرد گیاهان مختلف، روش های مدیریتی متفاوتی (فیزیکی و شیمیائی) پیشنهاد شده است. تاثیر این روش‌ها (زیرشکنی، اصلاح تکنیک کاشت، مواد اصلاح کننده خاک، آبشوئی) بر اساس نوع خاک و وضعیت اقتصادی کشاورزان متفاوت بوده است (۲۱). بر اساس گزارش‌ها، برخی روش‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبوده به ویژه اگر عامل یا منبع شوری خاک، آب آبیاری باشد (۲۲). شاید با صرفه ترین روش مقابله با شوری خاک، ایجاد تغییر در نیمرخ خاک توسط عملیات زراعی است تا از این طریق شرایط برای حرکت آب و املاح آسان شده و متعاقبا میزان شوری نیمرخ خاک به‌ویژه در منطقه توسعه ریشه کاهش یابد. دراین باره عمق خاک ورزی نقش اصلی را در جابجایی املاح به کمک افزایش تخلخل و تسریع حرکت آب در خاک بازی می کند (۱۴). سادیق و همکاران (۱۸) در بررسی تاثیر ادوات مختلف خاک ورزی و بقایای گیاهی برنج (*Oryza sativa*) در یک خاک شور-سدیمی بر جوانه‌زنی و عملکرد گندم گزارش کردند که استفاده از خاک‌همزن‌دوار در بین ادوات مختلف (کولتیواتور، گاوآهن بشقابی، گاوآهن قلمی و خاک‌همزن دوار[۳])، موجب بیشترین تعداد جوانه‌زنی و عملکرد محصول شده است.

چانگ و همکاران (۵) در بررسی تاثیر کاربرد زیرشکن بر عملکرد

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، داراب
(*- نویسنده مسئول: Email: roozbeh.majid@gmail.com)
۲- مربی پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

3- Rotary tiller

گندم (*Tirticum aestivum*) و نیز جابجایی املاح در نیمرخ خاک گزارش کردند که عمل زیرشکنی خاک، بدلیل افزایش خلل و فرج و نیز ایجاد شکاف های عریض و طویل در نیمرخ خاک، موجب افزایش حرکت و جابجایی املاح و عملکرد گندم شد. در آزمایش دیگری شاهید (۲۰) اظهار داشت بیشترین بهبودی در هدایت هیدرولیکی در خاک‌های شور–سدیمی فقط با کاربرد زیرشکن و محلول گچ اشباع ممکن شده است. در بررسی اثرات تیمارهای خاک‌ورزی و مقدار آب آبیاری بر آبشوئی نمک در خاک‌های شور اظهار شده است که گاوآهن قلمی، گاوآهن بشقابی، هرس بشقابی و بی‌خاک‌ورزی به‌ترتیب بیشترین تاثیر را درآبشوئی نمک از ناحیه ریشه داشته‌اند، هم‌چنین بهترین آبشوئی از ترکیب دو تیمار گاوآهن قلمی و بیست درصد بیشتر از نیاز آبی گیاه حاصل گردیده است (۱۹). گما (۸) طی یک بررسی تاثیر روش های خاک ورزی و کاربرد سطوح مختلف کود ازته را برعملکرد سویا و میزان شوری خاک مورد مطالعه قرارداد. نتایج بررسی نشان داده است که مقدار شوری خاک در تیمار زیرشکن + گاوآهن قلمی، کمترین مقداربوده است. راوندر و بیهارگاوا (۱۷) در بررسی اثرات خاک ورزی بر فرایند شور شدن خاک سطحی، تاثیر تیمار شخم+ دیسک را در جلوگیری از صعود املاح به سطح خاک مؤثرتراز تیمار دیسک تنها گزارش نمودند، به طوری که مقدار نمک در لایه سطحی خاک (عمق ۱۰ سانتی‌متر) در تیمار شخم عمیق + دیسک، به میزان ۱/۱۶ مرتبه کمتراز تیمار دیسک تنها بود. رشید و همکاران (۱۶) طی آزمایشی اثرات خاک ورزی مرسوم و کم خاک ورزی بر توزیع نمک و عملکرد تناوب های لوبیا–جو– لوبیا و گندم–ذرت را مورد مقایسه قرار دادند و نشان دادند که انجام عملیات شخم با گاوآهن برگرداندار و یا تهیه زمین با کولتیواتور دندانه فنری، هردو در کاهش هدایت الکتریکی، یون های سدیم، کلر و سولفات خاک تاثیر مثبت دارند. مینهاس و همکاران (۱۴)، طی مطالعه خود درزمینه تاثیر روش های خاک ورزی بر توزیع و انتشار نمک در یک خاک لوم سیلتی گزارش نمودند که خاک ورزی سطحی موجب کاهش صعود آب و املاح به طرف سطح خاک می شود. از طرف دیگر، فرانزن و همکاران(۷) نیز مناسب‌ترین روش خاک ورزی را در اراضی شور داکوتای شمالی، استفاده از روش‌های کم‌خاکورزی و بی‌خاک‌ورزی اعلام نمودند. بر این اساس با توجه به اهمیت کنترل شوری توسط عملیات مختلف زراعی و عدم وجود اطلاعات کافی در کشور، پژوهشی با هدف ارزیابی تاثیر شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی بر انتشار املاح در نیمرخ خاک، عملکرد محصول و انتخاب مناسب‌ترین شیوه تهیه بستر در اراضی شور–سدیمی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اراضی منطقه چاه‌سبز در ۶۵ کیلومتری جنوب شهرستان داراب به عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۵ دقیقه از سال ۱۳۸۶ به‌مدت سه سال اجرا گردید. زمین مورد آزمایش جاکشت پنبه بوده و تیمارهای خاک ورزی در بقایای بجامانده از محصول پنبه اجرا گردید. در قطعه زمین مورد نظر ۱۸ کرت تهیه گردید. طول و عرض کرت‌ها ۷×۲۵ مترمربع و به منظور مانور ادوات، فاصله تکرارها از هم ۷ متر در نظر گرفته شد. در این بررسی از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. تیمارها شامل : گاوآهن برگردان‌دار+دیسک (T_1)، گاوآهن قلمی+دیسک (T_2)، زیرشکن+گاوآهن برگردان‌دار+دیسک (T_3)، زیرشکن+گاوآهن قلمی+دیسک (T_4)، زیرشکن+روتوتیلر (T_5) و گاوآهن بدون صفحه برگردان‌دار+دیسک (T_6) بودند. قبل از شروع آزمایش تعداد چهار نمونه مرکب هر کرت از اعماق ۳۰–۰ ، ۶۰–۳۰ و ۹۰–۶۰ سانتی متر به منظور تعیین بافت خاک، هدایت الکتریکی و اسیدیته اشباع تهیه شد. بافت خاک زمین مورد نظر تا عمق ۹۰ سانتی‌متر، لوم و متوسط هدایت الکتریکی ۱۱/۵ دسی‌سیمنز بر متر تعیین گردید. عملیات زیرشکنی فقط در سال اول اجرای آزمایش انجام شد. میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و توصیه کودی بخش تحقیقات خاک و آب تعیین شد. کودهای مصرفی شامل فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بصورت مخلوط با خاک قبل از کاشت و نیتروژن از منبع اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۰۰ کیلوگرم مخلوط با خاک همزمان با کاشت و دو نوبت بصورت سرک) بودند. عملیات کاشت گندم توسط یک دستگاه خطی‌کار و به‌میزان ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار (رقم داراب ۲) انجام گردید. آبیاری کرتهای آزمایشی بصورت نواری انجام شد و هدایت الکتریکی آب‌آبیاری ۷/۶۷ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته ۷/۵۷ تعیین شد. در هر یک از کرت‌ها، تغییرات خصوصیات خاک و هم‌چنین عملکرد محصول بررسی شد. خصوصیات شیمیائی اندازه-گیری شده شامل هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR) و اسیدیته اشباع خاک (pH) بودند. بدین منظور تعداد سه نمونه‌خاک از هر کرت در سه نوبت (پی‌آب، پنجه‌زنی و خوشه‌دهی) از اعماق۳۰–۰ ، ۶۰–۳۰ و ۹۰–۶۰ سانتی متر خاک گرفته و میانگین آنها محاسبه شد. مقاومت به نفوذ خاک از طریق اندازه‌گیری شاخص مخروط توسط دستگاه فروسنج مخروطی مدل SP۱۰۰۰ تعیین گردید. مخروط مورد استفاده دستگاه، طبق استاندارد ASAE دارای زاویه ۳۰ درجه و قطر ۱۲/۳۸ میلیمتر بود. تغییرات شاخص مخروط در ده نقطه از هر کرت و تا عمق ۵۰ سانتی متری قبل از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی (بعد از برداشت پنبه) و بعد از پی آب گندم در هر سال تعیین شد. متوسط محتوای رطوبت وزنی خاک در عمق ۵۰–۰ سانتی متر، هنگام اندازه‌گیری شاخص مخروط، قبل و بعد از اعمال تیمارها، به‌ترتیب ۱۷/۲ و ۱۸/۵ درصد بود. میزان

عملکرد محصول نیز با حذف دو متر از ابتدا و انتهای هر کرت با برداشت یک عرض برش کمباین در واحد سطح تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری با کمک نرم افزار آماری MSTAT-C انجام و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی

شاخص مخروط خاک

روش‌های مختلف خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری بر مقاومت به نفوذ خاک تا عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک داشتند. مقایسه میانگین‌های سه سال آزمایش نشان داد که در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متر، بیشترین میزان شاخص مخروط مربوط به تیمار T_2 یعنی استفاده از گاوآهن قلمی بود (جدول ۱).

خاک‌ورزی مرسوم (T_1) نسبت به کم خاک‌ورزی (T_2) موجب کاهش معنی‌دار شاخص مخروط به میزان ۲۴/۲ درصد در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متر خاک گردید (جدول۱). این نتایج با یافته‌های کی ایسوگلو و همکاران (۱۳) و همت (۱۰) مطابقت دارد که گزارش کرده بودند مقادیر مقاومت به نفوذ در لایه سطحی خاک تحت سیستم کم-خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بوده است. در لایه‌های پائین‌تر (۵۰-۱۰ سانتی‌متر)، شاخص مخروط خاک در سیستم کم‌خاک‌ورزی (T_2) نسبت به خاک‌ورزی مرسوم (T_1) به‌طور متوسط ۸/۳ درصد کاهش نشان داد. بررسی نتایج هم‌چنین آشکار ساخت کاربرد زیرشکن قبل از سیستم‌های خاک‌ورزی T_3، T_4 و T_5 نسبت به خاک‌ورزی مرسوم (T_1) موجب کاهش معنی‌دار شاخص مخروط خاک به میزان ۲۷/۵ درصد به‌طور متوسط در عمق‌های پائین‌تر از عمق شخم (۵۰-۲۰ سانتی‌متر) شده است (جدول۱). در این رابطه نتایج مشابهی توسط سایر محققین مبنی بر کاهش شاخص مخروط خاک و متعاقباً افزایش میزان نفوذپذیری آب در خاک متاثر از کاربرد زیرشکن گزارش شده است (۱ و ۲).

هدایت الکتریکی، اسیدیته اشباع و نسبت جذب سدیم خاک

مقایسه میانگین‌های هدایت الکتریکی عصاره اشباع، اسیدیته اشباع و نسبت جذب سدیم خاک متاثر از روش‌های مختلف خاک‌ورزی در جدول ۲ نشان داده شده است.

بیشترین میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در تیمار (T_6) مشاهده شد و کمترین مقدار در شرایطی حادث گردید که از سیستم T_3 در عملیات تهیه بستر استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص مخروط خاک متاثر از روش‌های مختلف خاک‌ورزی

روش‌های خاک‌ورزی	شاخص مخروط خاک (MPa)				
	عمق (cm)				
	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰
T_1	۰/۷۲ bc	۱/۱۳ b	۲/۰۸ b	۲/۹۳ a	۳/۰۱ a
T_2	۰/۹۹ a	۱/۰۵ b	۱/۷۶ c	۲/۷۱ b	۲/۸۹ a
T_3	۰/۶۱ c	۱/۱۵ b	۱/۵۴ d	۲/۲۱ c	۲/۳۴ b
T_4	۰/۷۶ bc	۱/۴۵ a	۱/۶۳ cd	۱/۹۲ d	۲/۰۳ c
T_5	۰/۷۸ b	۱/۵۳ a	۱/۷۳ c	۱/۹۰ d	۲/۱ c
T_6	۰/۸۲ b	۱/۳۹ a	۲/۴۱ a	۲/۷۶ ab	۲/۹۲ a

میانگین‌هائی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪، میانگین سه سال)

جدول ۲- مقایسه هدایت الکتریکی، اسیدیته اشباع و نسبت جذب سدیم خاک متاثر از روش‌های مختلف خاک‌ورزی

روش‌های خاک‌ورزی	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته اشباع	نسبت جذب سدیم (mol^{-1})
T_1	۱۱/۹۶ ab	۷/۶۹ a	۱۹/۳۹ a
T_2	۱۰/۶۷ c	۷/۷۲ A	۱۸/۵۵ ab
T_3	۹/۸۳ d	۷/۶۰ A	۱۴/۸۲ c
T_4	۱۰/۷۳ c	۷/۶۷ A	۱۷/۵۵ b
T_5	۱۱/۳۷ b	۷/۷۱ A	۱۸/۴۷ ab
T_6	۱۲/۱۷ a	۷/۷۸ A	۱۹/۲۵ a

میانگین‌هائی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪، میانگین سه سال)

نتایج آشکار ساخت کاربرد زیرشکن قبل از سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم (T_3) و کم‌خاک‌ورزی (T_4) موجب کاهش معنی‌دار شوری یا املاح نیمرخ خاک نسبت به سیستم T_1 به میزان ۱۷/۸ و ۱۰/۳ درصد گردید. این ممکن است به بهبود جرم مخصوص ظاهری، تخلخل و متعاقباً بهبود نفوذپذیری آب در خاک ناشی از عملیات زیرشکن نسبت داده شود (۱۱، ۲۰). هم‌چنان‌که آیر و وستکات (۳) شستشوی نمک از لایه بالائی و ناحیه ریشه به لایه پائین‌تر در نتیجه شکستن سخت‌لایه، از عوامل رشد بهتر گیاه گزارش کردند.

نتایج هم‌چنین نشان داد سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری بر اسیدیته اشباع (pH) خاک نداشتند (جدول ۲). سیستم‌های خاک‌ورزی T_3 و T_4 بترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار اسیدیته اشباع (pH) بودند. این نتایج با یافته‌های اونگر (۲۳) مطابقت دارد که گزارش کرده بود سیستم‌های خاک‌ورزی با ادوات مختلف (گاوآهن بشقابی، قلمی و هرس بشقابی) تاثیر معنی‌داری بر pH خاک نداشته است بطوری‌که این سیستم‌ها ممکن است pH خاک را فقط از طریق متاثر نمودن لایه‌بندی ماده آلی در لایه‌های سطحی خاک تحت تاثیر قرار دهند.

مقایسه میانگین‌های سه سال آزمایش آشکار ساخت نسبت جذب سدیم متاثر از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بوده است (جدول ۲). بیشترین میزان نسبت جذب سدیم در سیستم خاک‌ورزی مرسوم (T_1) مشاهده شد و استفاده از گاوآهن قلمی در سیستم کم‌خاک‌ورزی T_2 موجب کاهش نسبت جذب سدیم به میزان ۴/۳ درصد نسبت به T_1 بدون داشتن اختلاف معنی‌داری گردید. یافته‌ها هم‌چنین نشان داد استفاده از زیرشکن در سیستم خاک‌ورزی T_3، نسبت به مرسوم و کم خاک‌ورزی (T_1 و T_2)، موجب کاهش معنی‌دار نسبت جذب سدیم به ترتیب به میزان ۲۳/۴ و ۲۰/۱ درصد گردید (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های هاسان و همکاران (۹) و هوساین و همکاران (۱۱) مطابقت دارد که گزارش کرده بودند با بهبود خصوصیات هیدرولیکی در یک خاک شور–سدیمی، میزان هدایت الکتریکی خاک و نسبت جذب سدیم به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.

عملکرد محصول

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تاثیر سال، روش‌های خاک‌ورزی و برهمکنش آنها بر عملکرد دانه معنی‌دار شده است (جدول ۳).

جدول۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه متاثر از روش‌های مختلف خاک‌ورزی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۲	۱۹۴۲۷۸۹۳/۷۴**
خطا	۶	۱۸۸۸۹۳۸/۶۶
روش‌های خاک‌ورزی	۵	۳۱۰۳۹۸۴/۸۹**
سال×روش‌های خاک‌ورزی	۱۰	۷۶۴۳۲۶/۴۲**
خطا	۳۰	۱۶۱۷۸۸/۳۵

**- معنی‌دار در سطح ۱٪

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد دانه در سال اول اختلاف معنی‌داری نسبت به سال‌های دوم و سوم آزمایش دارد. سال اول دارای بیشترین میزان عملکرد (۴۵۸۴/۱ کیلوگرم در هکتار) و سال سوم دارای کمترین مقدار عملکرد دانه بود (جدول ۴). افزایش عملکرد احتمالا به‌دلیل افزایش ۴۵/۲ درصدی میزان بارندگی در سال اول و متعاقبا آبشوئی بیشتر املاح نسبت به دو سال پایانی آزمایش می‌باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد دانه متاثر از روش‌های مختلف خاک‌ورزی

روش‌های خاک‌ورزی	عملکرد ($kg\ h^{-1}$)			
	سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین سه سال
T_1	۳۷۷۰/۶^{c}	۲۶۹۸/۳^{de}	۲۵۳۴/۸^{e}	۳۰۰۱/۲^{e}
T_2	۴۶۴۰^{b}	۴۰۰۳/۴^{a}	۳۷۲۰/۸^{a}	۴۱۲۱/۴^{b}
T_3	۵۱۴۰/۷^{a}	۳۹۸۶/۶^{a}	۳۶۳۸/۵^{a}	۴۲۵۵/۳^{a}
T_4	۵۰۴۵/۳^{a}	۳۸۵۴^{ab}	۳۵۳۰/۴^{ab}	۴۱۴۳/۲^{b}
T_5	۵۱۶۵/۲^{a}	۳۱۵۸/۵^{c}	۳۱۸۷/۷^{c}	۳۸۳۷/۱^{c}
T_6	۳۷۴۲/۹^{c}	۲۸۶۳/۸^{d}	۲۹۸۷/۶^{d}	۳۱۹۸/۱^{d}
میانگین	۴۵۸۴/۱^{a}	۳۴۲۷/۴^{b}	۳۲۶۶/۶^{b}	

میانگین‌هائی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪)

در این رابطه یافته‌ها هم‌چنین آشکار ساخت در تیمارهایی که زیرشکن توام با سایر ادوات خاک‌ورزی استفاده شده بود (T_3، T_4 و T_5)، میزان عملکرد محصول در سال اول به‌دلیل کاهش شاخص مخروط خاک و هم‌چنین بارندگی بیشتر (متعاقبا آبشوئی بیشتر)، از افزایش بیشتری در سال اول برخوردار شده بود (جداول ۱ و ۴). هم‌چنین کاهش عملکرد در سال‌های دوم و سوم آزمایش در تیمارهای T_3 و T_4، احتمالا می‌تواند به کاهش دوام و ماندگاری شکستن سخت لایه در آنها نسبت داده شود. این یافته‌ها با نتایج اوانس و همکاران (۶) و باربر (۴) مطابقت دارد که گزارش کرده بودند کاربرد زیرشکن تنها در سال اول آزمایش سبب افزایش عملکرد محصول ذرت و سویا شده است.

مقایسه میانگین سه ساله تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد مربوط به روش خاک‌ورزی T_3 و کمترین مقدار در شرایطی حاصل گردید که از روش خاک‌ورزی مرسوم (T_1) در تهیه بستر استفاده شد (جدول ۴). یافته‌ها نشان داد کاربرد روش کم‌خاک‌ورزی (T_2) نسبت به روش مرسوم (T_1)، موجب افزایش ۲۷ درصدی عملکرد محصول شد. نتایج حاصله آشکار ساخت که کاربرد زیرشکن قبل از روش‌های مرسوم و کم خاک‌ورزی بطور متوسط موجب افزایش ۱۸/۵ درصدی محصول نسبت به شرایطی گردید که عملیات شکستن سخت لایه توسط زیرشکن در آنها صورت نگرفته بود. این ممکن است به بهبود خصوصیات فیزیکی، کاهش هدایت الکتریکی، کاهش نسبت جذب سدیم و متعاقباً بهبود هدایت هیدرولیکی خاک ناشی از کاربرد زیرشکن نسبت داده شود. این نتایج با یافته‌های شاهید (۱۸) مطابقت دارد. نتایج همچنین آشکار ساخت میزان عملکرد محصول در واکنش به استفاده از زیرشکن قبل از گاوآهن قلمی (T_4)، ۲/۶ درصد کمتر از کاربرد زیرشکن قبل از گاوآهن برگردان‌دار (T_3) بود. این موضوع احتمالاً می‌تواند به ماندگاری کمتر اثرات زیرشکن توام با گاوآهن قلمی در بهبود خصوصیات هیدرولیکی از جمله نفوذپذیری آب نسبت داده شود (۱۲).

نتیجه گیری کلی

– کاربرد زیرشکن قبل از روش‌های مختلف خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری بر کاهش مقاومت به نفوذ خاک در زیر عمق شخم (۵۰–۲۰ سانتی‌متر) داشت.

– هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم متاثر از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بود.

– کمترین میزان شوری (هدایت الکتریکی) و نسبت جذب سدیم در آن دسته از روش‌های خاک‌ورزی حادث گردید که از زیرشکن استفاده شده بود.

– بیشترین میزان نسبت جذب سدیم در روش خاک‌ورزی مرسوم مشاهده شد و استفاده از گاوآهن قلمی در روش کم خاک‌ورزی موجب کاهش نسبت جذب سدیم گردید.

– بیشترین مقدار عملکرد مربوط به آندسته از روش‌های خاک‌ورزی بود که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک متاثر از کاربرد زیرشکن به میزان زیادی بهبود یافته بود.

– کاربرد روش کم‌خاک‌ورزی (T_2) نسبت به روش مرسوم (T_1)، موجب افزایش ۲۷ درصدی عملکرد محصول شد.

– بر اساس نتایج، روش کم‌خاک‌ورزی (T_2) نسبت به روش‌های خاک‌ورزی T_3 و T_4 تفاوت اندکی از نظر عملکرد محصول داشته بنابراین در صورت عدم وجود دستگاه زیرشکن، جایگزین مناسبی به‌شمار می‌رود.

منابع

۱– روزبه، م.، ا. دهقانیان، و م. لغوی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات زیرشکن و دور آبیاری به‌ازاء مقدار معینی از نیاز آبی گیاه بر میزان محصول پنبه در داراب. مجله دانش کشاورزی ۲(۱۵) :۹۳–۷۷

۲– صلحجو ع. ا. و ج. نیازی. ۱۳۸۰. تاثیر عملیات زیرشکن بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۲(۷):۶۸–۶۵

3- Ayers, R. S., and D. W. Westcot. 1994. Water quality in agriculture. Irrigation and drainage paper 29, Food and Agriculture Organization of the United nations, Rome, Italy.

4- Barber, R. G. 1994. Persistence of loosened horizons after deep cultivations and increase in soybean yield in Blivia. Agricola Tropical, 6.29- P: 23.

5- Chang, C., T. G. Summer Feldt, and G. B. Schaalig. 1986. Effect of subsoiling on wheat yield and salt distribution of a solonetzic soil. Canadian Journal Soil Science. 66(3): 437-443.

6- Evans, S., J. Lindstrom, and W. B. Voorhees. 1996. Effects of subsoiling and subcequent tillage on soil bulkdensity, soil moisture and corn yield. Soil and Tillage. Research. 38: 35-46.

7- Franzen, D., C. Fanning, and T. Gregorie. 1994. Managing saline soils in North Dakota University. NOSU Extention Service.

8- Goma, M. R. 1995. Evaluation of various degrees of soil tillage on wheat yield, associated weeds and some soil properties. Annual Agriculture Science Moshthor. 33(4): 121- 1224.

9- Hassan A., A. A. Ghafoor, R. H. Qureshi, and M. Iiyas. 1990. Soil physics in reclamation to management of salt affected soils. Pakistan Agriculture Research. pp: 34-41.
10- Hemmat. A. 2009. Reducing in primary tillage depth and secondary tillage intensity for irrigated canola production in a loam soil in Central Iran. Jornal Agricultral Science Technology.11:275-288.
11- Hussain, N., G. Hassan, and G. Sarwar. 1998. Biomeliration of sandy clay loam saline-sodic soil. Proceedings 6th Intl. Micro-irrigation Cong., March 8-10, 1998, Florida, USA.
12- Jamil, M., M. S. Iqbal, and W. H. Syed. 1995. Shattering of plough pan with chisel plough and vibro-drainer is ineffective to water requirements and yield of wheat and rice. Science. International. Lahore, 7:421-423.
13- Kayisoglu, B., Y. Bayhan, and L. Taseri. 2007. Effects of secondary tillage implement on some properties of soil and yield of sunflower. Journal Tekirdag Agriculture. 4(1): 81-89.
14- Minhas, P. S., B. K. Khosla, and S. S. Prihar. 1986. Evaporation and redistribution of salts in silt loam soil as affected by tillage induced soil mulch. Soil and Tillage Research. 7(4): 301-313.
15- Pazira, E., and K. Sadeghzadeh. 1998. National review document on optimizing soil and water use in Iran. Workshop of ICISAT, 13-18 April. Sahelian Center. Niamy, Niger.
16- Rashid, N. M., A. L. Omari, and S. M. Abdul Salam. 1987. The effect of conventional and reduced tillage on distribution of salt and nutrients in a reclaimed soil. J. Soil and water Res. 6(1): 1-22.
17- Ravender, S., and G. P. Bhargava. 1993. Impact of tillage on salinization process in vertic ustochrepts. Annual Report. Agriculture Research Anand, India.
18- Sadigh, M., M. Jamil., and J. Akhtar. 2002. Effect of different tillage implements on wheat production in rice-wheat cropping system in saline-sodic soil. Pakistan Jornal. Agronomy. 1(2-3): 98-100.
19- Salah Abdel Rahman Salih, S. A. R., A. M. Mohamed, and M. A. Mahmoud Elsheikh. 2011. The Effect of Irrigation Water Quantities and Tillage Treatments in Leaching Salts in Salt-affected Soils. Journal Application Science Research. 7(7): 1052-1056.
20- Shahid, S. A. 1993. Effect of saline sodic waters on the hydraulic conductivity and soil structure of the simulated experimental soil conditions. In: Environmental Assessment and Management of Irrigation and Drainage projects. Awan and Latif (Eds.) pp: 126-138. Univ. Engineering Tecnology Lahore.
21- Sharma, A. R., and U. K. Behera. 2008. Modern concept of agriculture: Conservation Tillage. Indian Agriculture Research Institut. New Dehli.
22- Tanji, K. K. 1990. Agricultural salinity Assessment and Management. ASCE Manual and Report on Engineering practice No. 71.
23- Unger, P. W. 1991. Over winter changes in physical properties of no tillage soil. Soil Science Society American Journal. 55: 778-782.