پژوهش‌های آبخیزداری شماره ۹۲، پاییز ۱۳۹۰
(پژوهش و سازندگی)

بررسی اثرات آبیاری با آبپاش تفنگی سیار بر روی خصوصیات فیزیکی و نفوذ آب در خاک

• صمد اسفندیاری
پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج (نویسنده مسئول)
• کامران داوری
استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۹
تلفن تماس نویسنده مسئول:۰۹۱۳۹۴۹۷۱۷۴
Email: esfandiary_samad@yahoo.com

چکیده

یکی از مشکلات اصلی آبپاش تفنگی ایجاد سله و تخریب لایه سطحی خاک است. لذا در این تحقیق اثر آبیاری بارانی با آبپاش تفنگی سیار بر روی سطح خاک لخت از نظر نفوذ آب و فرسایش و تغییر خصوصیات فیزیکی خاک در قطعه ای از اراضی تحقیقاتی کرکج وابسته به دانشگاه تبریز ارزیابی گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی و متشکل از دو نوع آبپاش تفنگی (خارجی ساخت شرکت باور اتریش مدل ۸۵-$DT_{۲۸۰}$ و ایرانی ساخت شرکت توسعه و صنعت آذربایجان مدل ۸۵-$TSA_{۳۰۰}$) و سه ترکیب فشار آب و سرعت حرکت آبپاش (فشار ۷ بار وسرعت ۲۶ متر در ساعت، فشار ۸ بار وسرعت ۲۸ متر در ساعت، فشار ۹ بار وسرعت ۲۸ متر در ساعت) در سه تکرار بود. هدف از این طرح ارزیابی اثر سوء ضربات آب پس از آبیاری بر خصوصیات خاک بود. پس از آزمایش، صفاتی نظیر ضخامت سله، نفوذ آب به خاک، چگالی ظاهری خاک و فرسایش خاک حاصله از آبیاری با آبپاش تفنگی سیار اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که آبیاری با آبپاش تفنگی سیار از طریق ایجاد سله و تراکم در سطح خاک باعث افزایش چگالی ظاهری خاک گردید. ولی اثر تیمارهای مختلف روی چگالی ظاهری در سطح پنج درصد معنی دار نبود. میانگین ضخامت سلهٔ تشکیل شده بر روی سطح خاک با فاکتورهای مختلف شامل دو آبپاش، سه سطح فشار و سرعت حرکت آبپاش در سطح یک درصد اختلاف معنی دار داشتند. بیشترین و کمترین میانگین ضخامت سله به ترتیب در آبپاش ایرانی با فشار ۷ بار و سرعت حرکت ۲۶ متر در ساعت و آبپاش اتریشی با فشار ۹ بار و سرعت حرکت ۲۸ متر در ساعت بدست آمد. میانگین سرعت نفوذ نهایی با فاکتورهای مختلف در سطح یک درصد معنی دار بود. حداکثر و حداقل متوسط سرعت نفوذ نهایی به ترتیب مربوط به آبپاش اتریشی با فشار ۹ بار و سرعت حرکت ۲۸ متر در ساعت و آبپاش ایرانی با فشار ۷ بار و سرعت حرکت ۲۶ متر در ساعت بود.

کلمات کلیدی: آبپاش اتریشی مدل ۸۵-$DT_{۲۸۰}$، آبپاش ایرانی مدل ۸۵-$TSA_{۳۰۰}$، آبپاش تفنگی، نفوذ آب به خاک

www.SID.ir

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 92 pp:72-79

Evaluating the effects of travelling gun sprinkler irrigation on physical characters and water infiltration into soil.

By: S. Esfandyari, Researcher of Moghbeli Agricultural Research Center of Jiroft and Kahnouj, (Corresponding Author, Tel: 09139497174) and K. Davary, Professor of Ferdowsi University, Mashhad.

The main problem of travelling gun sprinkler is creating seal and destruction of soil surface. Therefore, effect of irrigation by travelling gun sprinkler on physical characters, infiltration and erosion was investigated under bare soil conditions in Karkaj Research Station, Tabriz Univ., Iran. Factorial experiment based on randomized complete design (RCD) with two units of travelling gun sprinklers (model DT -280-85, Bauer Co., Austria and model TSD -300-85, Azarbaidjan Devl. Ind. Co., Iran) and three various combinations of operational pressures and travelling speeds (7-26, 8-28 and 9-28 bars and meters per hours) with 3 of replication was done. Experimental data were analyzed. Results were showed that irrigation with gun sprinkler increased soil bulk density, but the effect of different treatments on bulk density were not significant at 5% level. Effects of irrigation treatment on means of crust thickness were significant at 1% level. The highest thickness was occurred at 7 bar pressure and 26 m/hr speed by Iranian sprinkler and the least occurred at 9 bar pressure and 28 m/hr speed by Austrian sprinkler. Means of final infiltration rates were significant at 1% level with different factors such as kinds of sprinklers, levels of pressure and speed irrigation. Maximum and minimum average of final infiltration rates, resulted by Austrian sprinkler with 9 bar pressure and 28 m/hr speed and Iranian sprinkler with 7 bar pressure and 26 m/hr speed, respectively.

Keywords: Gun Sprinkler, Infiltration, Sprinkler of model DT280-85, Sprinkler of model TSA300-85.

مقدمه

در تولیـد محصولات کشـاورزی یکـی از عوامل موثر آب اسـت که در مناطق خشـک و نیمه خشک اساسـاً از طریق آبیاری به روش‌های مختلف قابل تامین اسـت. با توجه به کمبود بارندگی در کشـور، لازم است حداکثر اسـتفاده از منابع محدود آب صورت پذیرد. بـه دلایل متعدد از جمله عدم اطلاع کافی کشاورزان از روش‌های صحیح مدیریت آبیاری، مقدار زیادی آب هدر می‌رود که می‌تواند مورد استفاده مفید گیاه قرار گیرد و موجب افزایش تولید محصول و درآمد کشاورز گردد.

علی‌رغم ساخت ماشین‌های آبپاش تفنگی سیار در داخل کشور و عرضه آن‌ها به بازار، استفاده از این ماشین‌ها برای آبیاری در عمل نتوانستند جایی بـرای خود باز کنند. علـل گوناگونی برای عدم موفقیـت این تجهیزات چه برای نوع ایرانی و یا نوع خارجی آن ارائه شـده اسـت. یکی از عوامل موثر بر خصوصیات فیزیکی و نفوذ آب به خاک تشـکیل سـله ناشی از آبیاری است که مشکلات ناشی از آن در غالب خاک‌ها و به خصوص در خاک‌های مناطق خشـک و نیمه خشک با تنوعی از بافت‌های مختلف از جمله لوم شنی، رس شنی و رسی رخ می‌دهد (۳، ۶، ۷). Radcliffe و Rasmussen (۲۰۰۰) معتقدند که مقدار رطوبت خاک و خصوصیات فیزیکی از جمله بافت خاک از مهمترین عوامل تعیین کننده نفوذ می‌باشد. Dingman (۲۰۰۲) گزارش کرد که ورود آب از سطح مشترک خاک و اتمسفر به داخل خاک نقش بسیار موثری در میزان رواناب، فرسـایش و تخریب خاک و انتقال املاح و آلودگی آب‌های زیرزمینی دارد. Segeren و Tront (۱۹۹۱) نشـان دادند که سله سطحی روی خاک لومی سیلتی میزان نفوذ را تا ۵۰ درصد کاهش می دهد. Morin و همـکاران (۱۹۸۱)، Chang و Hills (۱۹۹۳) گـزارش نمودند که ضربه قطرات درشت آب می تواند کانوپی گیاه را تخریب و سطح خاک را فشـرده کند. همچنین باعث شکستن خاکدانه و جداسازی ذرات خاک شود که این اولین مرحله شکل‌گیری سله سطحی خاک است.

Basch و Onstad (۱۹۸۸) گزارش نمودند که تشـکیل سله سطحی خاک باعث کاهش شـدید نفـوذ آب به داخل خاک و افزایش رواناب شـد. Silva و همکاران (۲۰۰۷) گـزارش کردند که یکنواختی توزیع آب آبیاری در سیستم چهار آبپاشه متحرک در تمامی شرایط بهتر از یکنواختی آبیاری آبپاش تفنگی بود و تلفات تبخیری و بادی در هر دو سیستم (چهار آبپاشه- آبپاش تفنگی) مشـابه هم بودند. میزان رواناب و فرسـایش خاک در آبپاش سـیار با افزایش سـرعت حرکـت آن افزایش یافـت. Sourell و همکاران (۲۰۰۳) طـی آزمایشـی عملکرد آبپاش چرخان D-۴ $R_{۳...}$ را با سـه قطر مختلـف نازل به سـایزهای ۶/۱، ۷ و ۸ میلی متـر و دو ارتفاع ۱ و ۱/۵ متر از سـطح زمین با سه فشار کارکرد ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو پاسکال، ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که الگوی توزیع آب با فاصله هم پوشانی ۳ تا ۴ متر نسـبتاً خوب و متوسط ضریب یکنواختی کریستیان سن حدود ۹۱/۸ درصد و میزان متوسـط شدت ریزش آب در شـرایط آزمایش با تیمارهای مختلف بیـن ۲۳ تا ۵۷ میلیمتر در سـاعت بودند که مقادیر فـوق در محدوده قابل قبول برای ماشین‌های آبیاری بارانی می‌باشند. لطفی صدیق (۱۳۶۸) نتیجه گرفـت که مقـدار آب نفوذ یافته در خاک به ازای حجم معینی از آب باریده شده، با شـدت بارندگی نسبت عکس دارد. هدف اصلی این بررسی، ارزیابی کار ماشین‌های آبپاش تفنگی سیار از جنبه های زیر بود:

۱- مشـخص نمودن وضعیت نفوذ آب بـه خاک، تحت آبیاری با آبپاش تفنگی سیار.

۲- انتخاب مناسب ترین فشار و سرعت کارکرد سیستم با توجه به اثرات سوء آبیاری بر روی خاک.

Archive of SID

۳- مشخص نمودن تاثیر آبیاری با آبپاش تفنگی بر خصوصیات فیزیکی خاک در شرایط مختلف کار دستگاه.

۴- ارزیابی رواناب احتمالی حاصله از آبیاری و میزان فرسایش خاک در اثر برخورد قطرات آب با سطح خاک.

مواد و روش ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در اراضی تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تبریز با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳ دقیقه و ارتفاع ۱۵۶۷ متر از سطح دریا با سه تکرار انجام پذیرفت. فاکتور های طرح شامل نوع آبپاش (در دو نوع، آبپاش تفنگی سیار ایرانی و اتریشی) و فشار و سرعت کارکرد (در سه سطح متشکل از ترکیب معینی از فشار آبپاش و سرعت حرکت آن، شامل ۷ بار و ۲۶ متر در ساعت، ۸ بار و ۲۸ متر در ساعت و ۹ بار و ۲۸ متر در ساعت) که بر اساس توصیه سازندگان ماشین‌ها و از روی دفترچه راهنمای آن‌ها انتخاب گردید، بوده است.

این آزمایش در شش تیمار و سه تکرار انجام شد. به منظور تعیین خصوصیات خاک محل اجرای طرح، قبل از آماده کردن زمین نمونه ای مرکب از خاک برداشت و پارامترهای مختلف آن اندازه گیری شد. همچنین خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در طرح نیز تعیین گردید. نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری در جدول ۱ آمده است. بر اساس جدول ۱ و نمودار طبقه بندی کیفیت آب آبیاری، کیفیت آب مصرفی در کلاس C2S1 (شوری متوسط و قلیائیت کم) قرار دارد که آبی خوب برای آبیاری است. نتایج تجزیه شیمیایی و خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش در جدول ۲ آمده است.

خاک‌های منطقه مذکور با داشتن مقادیر شن، سیلت و رس به ترتیب ۶۳/۶، ۲۴/۲، ۱۲/۲ درصد جزء خاک های لوم شنی محسوب می‌گردد. قطعه زمین مشخص شده به ابعاد ۱۲۰ در ۱۵۰ متر، ابتدا تا عمق ۲۵ سانتی متر شخم زده شد و سپس برای خرد کردن کلوخه‌های سطح خاک از دیسک استفاده شد. بعد با لولر سطح خاک صاف و مسطح گردید. سپس حلقه های مضاعف نصب و نفوذ تجمعی آب به خاک بدقت اندازه گیری شد. دو چاهک آبگیر برای تامین آب برای ماشین‌های آبیاری، به قطر ۱/۲ و ارتفاع ۲ متر در طول ضلع جنوبی قطعه تحت آزمایش حفر گردید. آب چاهک‌ها از استخری واقع در مجاورت قطعهٔ آزمایشی تامین گردید. نمونه‌های خاک دست نخورده بوسیله استوانه‌های نمونه‌گیری از مکان‌های از قبل مشخص شده تهیه و مقاومت خاک در همان نقاط بوسیله فروسنج اندازه گیری شد. بعد از اندازه‌گیری‌های فوق، واحد متحرک مجهز به آبپاش تفنگی در نوار مشخص از قطعه مورد آزمایش مستقر شد و آبیاری با فشار و سرعت‌های انتخاب شده، آغاز گردید.

در حین آزمایش سرعت حرکت واحد سیارکنترل شد. بعد از اتمام عمل آبیاری، بلافاصله حجم رواناب جمع شده در تمامی قوطی‌هایی که شماره‌گذاری شده بود، با استوانهٔ مدرج اندازه گیری شد و با تبخیر رواناب از رسوبات به جا مانده میزان فرسایش تیمارهای مختلف مشخص شد. بعد از گذشت ۴۸ ساعت از عمل آبیاری، ضخامت سله و جرم مخصوص ظاهری لایه سطحی خاک به ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر در مکان‌های مختلف قطعه آبیاری شده، برای هر تیمار تعیین گردید. برای اندازه‌گیری ضخامت سله از لوپ و میله‌های باریک که قطر آنها در محدودهٔ ۰/۱، ۰/۲ و... تا ۱/۲ میلی‌متر بود، استفاده شد. نفوذ آب به خاک بوسیله استوانه‌های مضاعف در زمان‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ دقیقه تا رسیدن به شدت نفوذ ثابت اندازه‌گیری شد. چگالی ظاهری خاک به روش پارافین اندود کردن و مقاومت سله در رطوبت حجمی متغیر از ۱۵/۳ تا ۱۹/۲ با استفاده از دو نوع فروسنج (استوانه ای، مخروطی) اندازه گیری شد. یکنواختی توزیع آب (DU) حاصله از آبپاش‌ها در این مطالعه در محدوده ۶۵/۵۲ تا ۷۸/۳۵ بود. داده‌های آزمایش شامل نفوذ تجمعی، شدت نفوذ، ضخامت و مقاومت سله، جرم مخصوص ظاهری، رواناب و فرسایش خاک بود. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و Excel مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری چاه محل آزمایش

		آنیون ها و کاتیون ها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر						
Ec (ds/m)	pH	HCO^-_3	Cl^-	CO^{-2}_3	Ca^{+2} mg^{+2}	Na^+	SAR	کلاس آب
۰/۷۲	۷/۷۳	۳/۶	۱	۰/۴۸	۵/۲	۲/۰۷	۱/۲۶	C2S1

جدول ۲- تجزیه شیمیایی و خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

رطوبت بر حسب درصد حجمی				بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم خاک					
عمق (cm)	F.C	P.W.P	OC(٪)	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
۰-۱۵	۲۸	۸	۰/۶	۱۴/۵	۳۵۰	۴/۷	۵/۲	۲/۳	۱/۱

Archive of SID

نتایج

تجزیــه واریانس نفوذ تجمعی در ۱۲۰ دقیقه پس از شــروع آبیاری در جدول ۳ آمده است. جدول فوق الذکر نشان می دهد فاکتور فشار و سرعت حرکت آبپاش در ســطح پنج درصد اختــلاف معنی داری دارند. اولین عامل ایــن اختلاف به انرژی متفاوتی که از قطرات آب در برخورد با ســطح خاک دارند، بر می گردد. هر چه فشــار کارکرد آبپاش کمتر و به تبع آن ســرعت حرکت آبپاش نیز کمتر باشد، قطرات درشت تر و انتقال انرژی بر سطح خاک بیشتر و اثرات سوء آن بر سطح خاک بیشتر می شود. دومین عامل اختلاف، احتمالا حبس هوا در منافذ سطحی خاک است که هنگام نفوذ سریع آب به خاک هوای موجود در خلل و فرج به کنار رانده می شود تا آب جایگزین آن گردد. اگر هوای جا به جا شده نتواند از طریق خلل و فرج پیوسته ای که تا ســطح خاک ادامه دارند، خارج شــود، ناگزیر در خاک حبس شده و حرکت جبهــه رطوبتی بطــرف پایین را به تاخیر می اندازد و باعث کاهش شــدت نفوذ آب به خاک می گردد. ســومین عامل، احتمالاً جریان بخشــی از آب از کناره های داخلی ســیلندرها به اطراف اســت که شــدت را بیشتر از حالت واقعی نشان می دهد.

تفسیر شدت نفوذ مشابه نفوذ تجمعی می باشد. تجزیه واریانس ضخامت و مقاومت ســله به ترتیب در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است. همچنین جدول ۶ تجزیه واریانس روانآب حاصله از آبیاری را نشــان می دهد. بر اساس نتایج جــدول ۴، اختلافــات بین نوع آبپــاش و اثرات متقابل (نوع آبپاش با فشــار وســرعت حرکت آبپاش) معنی دار نیستند. ولی اختلاف بین فشار و سرعت حرکت آبپاش ها در سطح یک درصد معنی دار است. علت امر کاهش اندازه و انرژی قطرات آب با افزایش فشار است، زیرا هر چه قطرات کوچکتر باشد، یکنواختی توزیع آن ها بیشتر و انتقال انرژی به سطح خاک کمتر بوده و در نتیجه ضخامت ســله کاهش می یابد. عامل بعدی احتمالاً به غیر یکنواختی توزیــع آب از آبپاش ها مربوط اســت. همچنین بر اســاس جدول ۵، فاکتور ســطح فشــار و ســرعت حرکت آبپاش و اثرات متقابل (نوع آبپاش با فشار و ســرعت حرکت آبپاش) در سطح یک درصد معنی دار هستند که احتمالا به متغیر بودن رطوبت خاک در زمان اندازه گیری مقاومت ســله بر می گردد. زیرا هر چند زمان اندازه گیری ۴۸ ســاعت بعد از آبیاری برای همه تیمارها یکســان اســت، ولی مقدار رطوبت برای هر تیمار متفاوت از تیمارهای دیگر می باشــد که عامل بســیار مهمی در مقاومت سله است. در غالب موارد این یافتــه ها بــا نتایج حاصله از اندازه گیری ضخامت ســله نیــز مطابقت دارد. جدول ۶ نشــان می دهد که نوع آبپاش، سطح فشار و سرعت حرکت آبپاش و اثرات متقابل بین آنها در ســطح یک درصد اختلاف معنی دار دارند. دلیل آن احتمــالاً به ریزش متفــاوت آب بر روی حلقه های موجود بر می گردد و علت آن وزش باد در حین آبیاری بوده که توزیع پاشــش آب را به هم زده و باعث شده مقادیر متفاوتی از آب به درون حلقه ها بریزد.

جدول ۳- تجزیه واریانس نفوذ تجمعی

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
نوع آبپاش	۱	۲۷۵۶/۵۳۱	۲۷۵۶/۵۳۱	۴/۱۵۱ ns
سطح فشار و سرعت کار	۲	۸۱۵۶/۹۲۴	۴۰۷۸/۴۶۲	۶/۱۴۲ *
نوع آبپاش در سطح فشار و سرعت کار	۲	۱۱۱۴/۳۹۶	۵۷۲/۱۹۸	۰/۶۴۱۴ ns
خطای آزمایش	۱۲	۷۹۶۸/۲۹۲	۶۶۴/۰۲۴	-----
کل	۱۷	۲۰۰۲۶/۱۴۲	-----	-----

ns اختلاف معنی دار نیست. * در سطح پنج درصد اختلاف معنی دار است. C.v=۳۴.۱۴٪

جدول ۴- تجزیه واریانس ضخامت سله

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
نوع آبپاش	۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۱/۷۹۲ ns
سطح فشار و سرعت کار	۲	۰/۳۷۰	۰/۱۸۵	۲۱/۲۲۷ **
نوع آبپاش در سطح فشار و سرعت کار	۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۴۰۷ ns
خطای آزمایش	۱۲	۰/۱۰۵	۰/۰۰۹	-----
کل	۱۷	۰/۴۹۷	-----	-----

ns اختلاف معنی دار نیست. * در سطح پنج درصد اختلاف معنی دار است. C.v=۳۴.۱۴٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیه واریانس مقاومت سله

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
نوع آبپاش	۱	۰/۳۱۱	۰/۳۱۱	۰/۸۰۲ ns
سطح فشار و سرعت کار	۲	۳۲/۶۱۹	۱۶/۳۱۰	۴۲/۰۹۹ **
نوع آبپاش در سطح فشار و سرعت کار	۲	۲۷/۷۲۶	۱۳/۸۶۳	۳۵/۷۸۴ ns
خطای آزمایش	۱۲	۴/۶۴۹	۰/۳۸۷	-----
کل	۱۷	۶۵/۳۰۵	-----	-----

C.v=۱۶/۱۳٪

جدول ۶- تجزیه واریانس رواناب

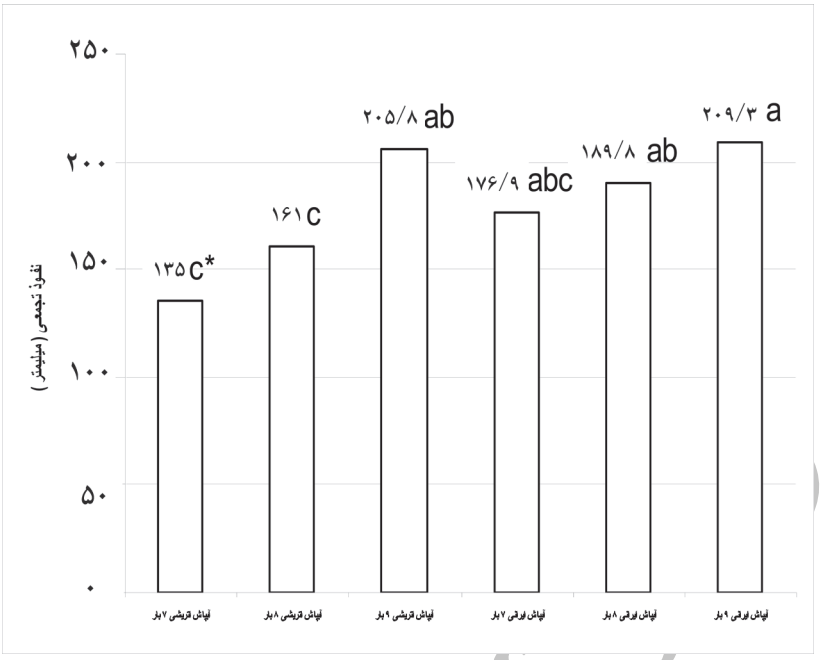
منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
نوع آبپاش	۱	۲۶۴۲۷۰۰/۵۰	۲۶۴۲۷۰۰/۵	۱۵۲/۵۶۹ **
سطح فشار و سرعت کار	۲	۱۶۰۲۱۵۱	۸۰۱۰۷۵/۵	۴۶/۲۷۸ **
نوع آبپاش در سطح فشار و سرعت کار	۲	۱۵۶۰۴۴۱	۷۸۰۲۲۰/۵	۴۵/۰۴۴ **
خطای آزمایش	۱۲	۲۰۷۸۵۶	۱۷۳۲۱/۳۳۳	-----
کل	۱۷	۶۰۱۳۱۴۸/۵	-----	-----

C.v=۳۲/۳۸٪

بحث

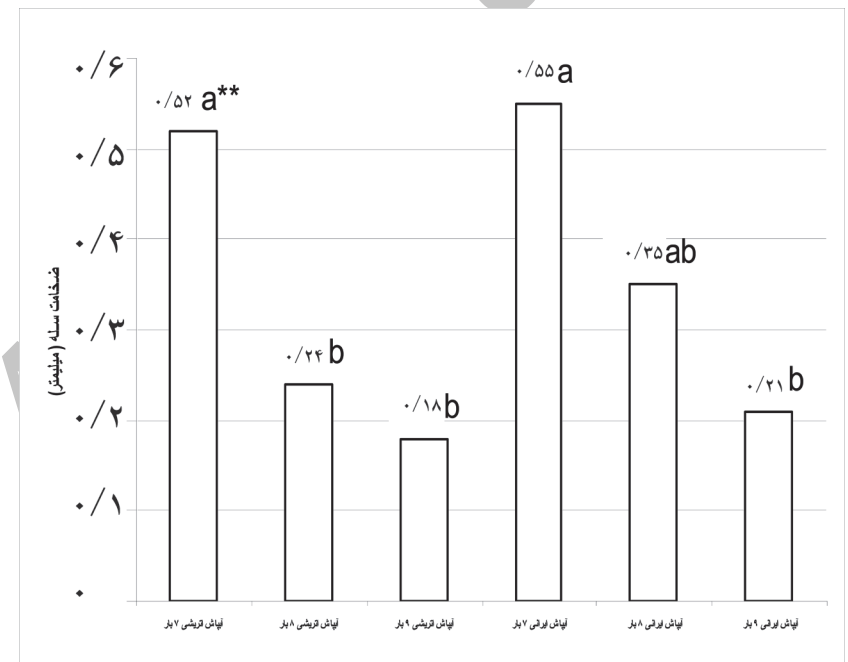
تاثیر آبیاری با آبپاش تفنگی سیار بر روی میانگین نفوذ تجمعی نهایی و شدت نفوذ نهایی در شکل ۱ آمده است. با توجه به این اشکال بیشترین و کمترین مقدار نفوذ تجمعی نهایی به ترتیب مربوط به آبپاش ایرانی با فشار ۹ بار و سرعت ۲۸ متر در ساعت و آبپاش اتریشی با فشار ۷ بار و سرعت ۲۶ متر در ساعت است که در سطح پنج درصد معنی دار هستند. شدت نفوذ نهایی در سطح یک درصد معنی دار است که تفسیر آن عیناً مشابه نفوذ تجمعی نهایی است.

شکل ۲ نشان می دهد که مقایسه متوسط ضخامت سله در تیمارهای مختلف در سطح یک درصد معنی دار هستند و بهترین فشار کارکرد، فشار ۹ بار و سرعت ۲۸ متر در ساعت برای هر دستگاه می باشد که کمترین ضخامت سله را از خود بر جای می گذارد. همچنین ملاحظه می شود که متوسط ضخامت‌ها یک روند کاهشی از فشار کم به فشار زیاد دارند. این یافته ها با نتایج حاصل از دو صفت شدت نفوذ و نفوذ تجمعی نهایی قبل مطابقت دارند. شکل ۳ نشان می دهد که میانگین مقاومت سله در سطح یک درصد معنی دار است. بیشترین و کمترین مقاومت به ترتیب مربوط به آبپاش اتریشی با فشار ۷ بار و سرعت ۲۶ متر در ساعت و آبپاش اتریشی با فشار ۹ بار و سرعت ۲۸ متر در ساعت است. علت اختلاف احتمالاً به زیادی و کمی رطوبت خاک بر می گردد. شکل ۴ نشان می دهد که میانگین رواناب حاصله در سطح یک درصد اختلاف معنی دار دارند. کمترین رواناب مربوط به تیمار آبپاش اتریشی با فشار ۹ بار و سرعت ۲۸ متر در ساعت و بیشترین رواناب مربوط به تیمار آبپاش ایرانی با فشار ۸ بار و سرعت حرکت ۲۸ متر در ساعت می باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین نفوذ تجمعی نهایی پس از آبیاری

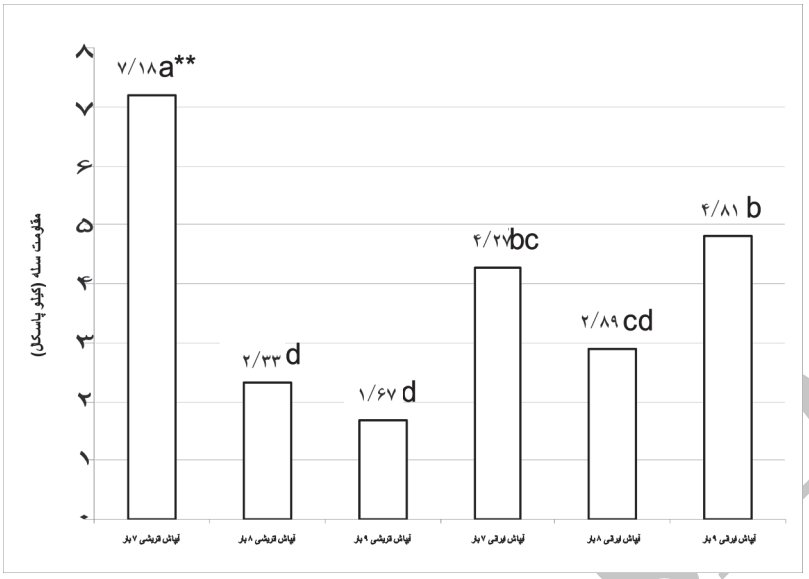
*** حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد است. سرعت حرکت در فشارهای ۷، ۸ و ۹ بار به ترتیب ۲۶، ۲۸ و ۲۸ متر در ساعت است.**



شکل ۲- مقایسه میانگین ضخامت سله پس از آبیاری

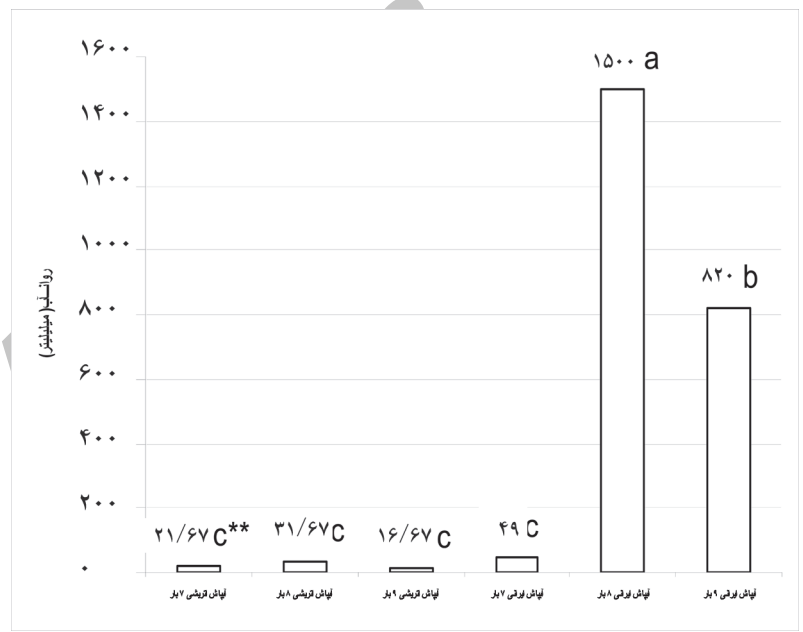
**** حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح یک درصد است.**

www.SID.ir



شکل ۳- مقایسه میانگین مقاومت سله پس از آبیاری

**** حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح یک درصد است.**



شکل ۴- مقایسه میانگین رواناب حاصله پس از آبیاری

**** حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح یک درصد است**

سپاسگزاری

بدینوسیله از تمامی همکاران محترم گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تبریز به دلیل فراهم آوردن امکانات انجام این پژوهش و بخصوص آقایان دکتر محمدرضا نیشابوری و دکتر کامران داوری به دلیل همکاری های صمیمانه در اجرای این طرح تشکر و قدر دانی می نمایم.

منابع مورد استفاده

۱- رحیم زادگان، ر. (۱۳۷۲) طراحی سیستم های آبیاری بارانی. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان. تعداد صفحات ۲۸۰.

۲- لطفی صدیق، ا. (۱۳۶۸) بررسی نفوذ آب باران در خاک خشک تا مرحلهٔ اشباع خاک. دانش کشاورزی، جلد ۱ شماره های ۱ و۲، صفحات ۴۱-۶۷.

۳- موسوی، ب. (۱۳۷۷) بررسی مقادیر نفوذ آب به خاک با سه روش استوانه مضاعف، بارانساز مصنوعی و آبپاش در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی(خسرو شهر). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۴- نوبتی، ع. م. (۱۳۷۷) بررسی تاثیر مالچ سطحی در تشکیل سله و نفوذ آب به خاک و سبز شدن گیاه پنبه تحت آبیاری بارانی در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی هاشم آباد گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۵- نی ریزی، س. و ع. سلامت. (۱۳۷۸) معیارهای انتخاب سیستم های آبیاری (ترجمه و تدوین). انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

6- Bissonnais, Y. and Singer. M.J. (1993) Seal formation, runoff and in terrill erosion from seventeen California soils. *Soil Sci. Soc*. Am. J., 57:224- 229.

7- Bissonnais, Y. and Arrouays. D. (1997) Aggregate stability and assessment of soil with various organic carbon contents. *Europ. J. Soil Sci.*, 48:39- 48.

8- Bosch, D.D. and Onstad. C.A. (1988) Surface seal hydraulic conductivity as affected by rainfall. *Trans. ASAE*., 31(4):1120-1127.

9- Bouwer, H. (1966) Rapid field measurement of air entry value and hydraulic conductivity of soil as significant parameter in flow system analysis. *Water Resource*, 2(4):729- 738.

10- Chang, W.J. and Hills. D.J. (1993) Sprinkler droplet effects on infiltration. II: Laboratory study. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering,* 119(1):157-169.

11- Dingman, S.L. (2002) *Physical hydrology.* 2nd. Ed. Prentice-Hall INC. USA. PP. 220-271.

12- Fattah, H.A. and S.K. Upadhyaya. (1996) Effect of soil crust and soil compaction on infiltration in Yolo loam soil. *Trans. ASAE,* 39(1):79- 84.

13- Keller, J. and Bliesner. R.D. (1990) Travelling sprinkler system design. *Van Nostrand Reinhold*, PP. 274- 307.

14- Morin, J., Benyamini Y. and Michaeli. A. (1981) The effect of raindrop impact on the dynamics of soil surface crusting and water movement in the profile. *Journal of Hydrology,* 52:32- 335.

15- Radcliffe, D.E. and Rasmussen. T.C. (2000) *Soil water movement*. In: Hand Book of soil science. M. E., Sumner. C. R. Press.

16- Segeren, A. and Tront. T.J. (1991) Hydraulic resistance of soil surface seals in irrigated furrows. *Soil Sci. Soc. of Am. J.,* 55(3):640-650.

17- Silva, L. L., Serralheiro R. and Santos. N. (2007) Improving irrigation performance in hose-drawn traveler sprinkler systems. *Biosystems Engineering*, 96(1):121-127.

18- Sourell, H., Faci J.M. and Playan. E. (2003) Performance of rotating spray plate sprinklers in indoor experiments. *J. Irrig. and Drain. Eng.,* 129(5):376-380.

Archive of SID

www.SID.ir