

بررسی تأثیر قطر ستون بر جریان آب در خاک

فاطمه قانی^۱، سید حسن طباطبائی^۲، شجاع قربانی دشتکی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
fateme_ghany2000@yahoo.com
۲. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
Tabatabaei@agr.sku.ac.ir
۳. دانشیار، گروه مهندسی خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
shoja2002@yahoo.com

چکیده

در مطالعات آزمایشگاهی، پژوهشگران از ستون‌های خاک با طول‌ها و قطرهای مختلف استفاده می‌کنند. بنابراین انتخاب اندازه مناسب نمونه آزمایشگاهی جهت تعمیم مطالعات آزمایشگاهی به مزرعه، اهمیت فراوانی دارد. برای بررسی تأثیر قطر ستون خاک بر جریان آب در یک خاک لوم سیلتی، آزمایشی در ۲۱ ستون، مشتمل بر هشت تیمار (ستون‌هایی با قطرهای خارجی ۴۰، ۶۳، ۹۰، ۱۱۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ و ارتفاع خاک ۳۰۰ میلی‌متر و مزرعه مطالعاتی) و سه تکرار، در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در بین تیمارها، ستونی با قطر ۱۱۰ میلی‌متر با میانگین نفوذ تجمعی ۴۳/۳۳ سانتی‌متر و نفوذ پایه ۰/۲۹ سانتی‌متر بر کمترین درصد خطا را در مقایسه با مزرعه داشت (به ترتیب ۵/۲۷ و ۶/۹۳ درصد). بنابراین، مقادیر مذکور در ستونی با قطر ۱۱۰ میلی‌متر را می‌توان نماینده مقادیر مزرعه‌ای این ویژگی‌ها برای این خاک و شرایط آزمایش دانست.

واژه‌های کلیدی: حرکت آب، خاک، مطالعات ستونی، مطالعات صحرائی.

مقدمه

توزیع و حرکت آب در خاک به عوامل متعددی از جمله پتانسیل آب، مکانیسم‌های بیرونی و سطحی و نیروهای محرک حرارتی، یونی، اسمزی، توزیع خلل و فرج و گرادیان هیدرولیکی بستگی دارد (افتخاریان و همکاران (۱۳۷۷)). به لحاظ زراعی، حرکت آب در خاک را از دو نظر باید مورد بررسی قرار داد: یکی وارد شدن آب به داخل خاک که به آن نفوذ گفته می‌شود و دیگری حرکت آب در داخل خاک می‌باشد (علیزاده (۱۳۸۷)). نفوذ از جمله فرایندهای مهمی است که متأثر از پارامترهای فیزیکی و هیدرولیکی خاک می‌باشد (سپهوند و همکاران (۱۳۹۰)). نفوذپذیری توانایی و استعداد خاک را برای سهولت عبور مایعات بویژه آب، از خود نشان می‌دهد (هرن و همکاران (۱۹۹۴)). رابطه اساسی که حرکت آب در خاک و هدایت هیدرولیکی اشباع را تحت کنترل دارد، برای اولین بار توسط دارسی بیان گردید (علیزاده (۱۳۸۷)). همچنین سنجش رفتار هیدرولیکی خاک به عنوان شاخصی مهم، برای مدل‌سازی محیط زیست به منظور مدیریت پایدار اراضی و خاک به شمار می‌رود (زینال‌زاده (۱۳۹۰)) و اطلاع از چگونگی تغییرات آن با مکان و زمان برای بهینه‌سازی مدیریت آب و خاک ضروری می‌باشد (بوینتن و

دنییل (۱۹۸۵)). پژوهشگران در زمینه‌های مختلف آب و خاک جهت یافتن پاسخ‌های سریع و اقتصادی بسیاری از سؤالات در این زمینه، مطالعات خود را در شرایط آزمایشگاهی انجام داده‌اند که از آن جمله به موارد جدول (۱) می‌توان اشاره کرد. همان‌گونه که در جدول مذکور مشخص است محدوده متنوعی از طول و قطر در این پژوهش‌ها به کار رفته است که در هیچ‌کدام از مطالعات، مینا و معیاری برای انتخاب اندازه ستون‌ها ذکر نشده است.

جدول (۱): برخی مطالعات ستونی انجام شده در آزمایشگاه در زمینه آب و خاک

ردیف	موضوع مورد بررسی	قطر ستون (cm)	طول ستون (cm)	نوع کشت	منبع
۱	ارزیابی آزمایشگاهی تغییرات زمانی هدایت هیدرولیکی در محیط‌های متخلخل شنی تصفیه‌کننده در مدت نفوذ فاضلاب	۱۵	۶۰	فاقد کشت	بیچ و همکاران (۲۰۰۴)
۲	تغییرات هدایت هیدرولیکی در نتیجه آبیاری با فاضلاب خانگی و پساب	۶۰	۱۰۰	فاقد کشت	حسن‌اقلی و همکاران (۱۳۸۴)
۳	بررسی تأثیر کیفیت آب بر آشوبی پتاسیم در خاک شنی	۴/۸	۴۰	فاقد کشت	کلاهیچی و جلالی (۲۰۰۷)
۴	ارزیابی تغییر در خصوصیات آب آبیاری از طریق آبیاری با فاضلاب چغندرقد	۱۱	۴۰	فاقد کشت	طباطبائی و همکاران (۲۰۰۷)
۵	مطالعه تغییرات نمک در نیمرخ خاک تحت کشت گیاه تاغ	۱۲۰	۱۶۰	گیاه تاغ	مشکوه و همکاران (۱۳۸۶)
۷	تأثیر کاربرد ژئولیت کلینوپتیلولایت در کاهش آشوبی اوره از خاک	۲۵	۴۰	فاقد کشت	عابدی و همکاران (۱۳۸۹)
۸	بررسی میزان فلزات سنگین در تیمارهای خاکی همراه با مواد جامد زیستی	۲۰	۳۰	فاقد کشت	آمندا (۲۰۱۰)
۹	مدل‌سازی نفوذ آب در یک ستون خاک لایه‌بندی شده با معادله اصلاح شده گرین-امپت و Hydrus-1D	۲۸	۳۳۵	فاقد کشت	ما و همکاران (۲۰۱۰)
۱۰	نرخ کنترل جریان مولیبدن، کروم و آرسنیک از طریق انتقال در ستون‌های خاک	۳۵	۵۰	فاقد کشت	سالم و همکاران (۲۰۱۱)
۱۲	تأثیر استفاده از پساب و ذرات میکروژئولیت بر برخی خصوصیات خاک	۱۱	۶۰	فاقد کشت	طاهری (۱۳۹۱)

در یک مزرعه اندازه نمونه مورد نیاز برای بیان غیرهمگنی خاک، حجم معرف نمونه^۱ یا سطح معرف نمونه^۲ نامیده می‌شود و اختلاف بین حجم معرف نمونه و سطح معرف نمونه، فقط در بعد می‌باشد. اندازه حجم معرف نمونه بوسیله یکی از سه معیار زیر در نظر گرفته می‌شود: ۱- اندازه حجم معرف نمونه در میان نمونه‌ها، انحراف استاندارد کوچکتری را ایجاد نماید. ۲- اندازه حجم معرف نمونه باید نماینده ساختار مکانی باشد به گونه‌ای که ویژگی‌های درجای خاک در مزرعه توسط اندازه حجم معرف نمونه معرفی شوند. ۳- اندازه حجم معرف نمونه باید یک روش کاربردی و مناسب برای اندازه‌گیری فراهم نماید که البته این معیار تا حدودی فنی است اما در عمل قابل توجه می‌باشد (میازاکی (۲۰۰۶)). لارن و همکاران (۱۹۸۸) اندازه حجم معرف نمونه را برای تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع یک خاک لوم-رس-سیلنتی در مزرعه به وسیله ستون‌هایی با پنج سایز ۲۰×۷۵×۱۶۰، ۲۰×۷۵×۱۲۰، ۲۰×۵۰×۵۰، ۲۰×(قطر)۲۰ و ۶×(قطر)۷ سانتی‌متر بررسی کردند. آن‌ها بیان نمودند که سایز ستون ۵۰×۵۰ سانتی‌متر (طول و عرض) و ۲۰ سانتی‌متر در ارتفاع، حجم معرف بهینه نمونه برای اندازه‌گیری هدایت

^۱ Representative elementary volume (REV)

^۲ Representative elementary area (REA)

هیدرولیکی اشباع در شرایط درجا در مزرعه می‌باشد. اندازه حجم معرف نمونه یا سطح معرف نمونه بستگی به میزان درز و ترک‌ها و چگالی خاک در مزرعه دارد (میازاکی (۲۰۰۶)). همچنین تعیین اندازه حجم معرف نمونه یا سطح معرف نمونه در شرایط درجا در مزرعه و انجام مطالعات در زمینه‌های مختلف آب و خاک در شرایط مزرعه هم زمان بر و هم دشوار می‌باشد. بررسی منابع فوق نشان می‌دهد با توجه به این که تعیین اندازه حجم معرف نمونه یا سطح معرف نمونه به صورت درجا در مزرعه و انجام مطالعات در زمینه‌های مختلف آب و خاک در شرایط مزرعه زمان بر و دشوار می‌باشد، لذا پژوهشگران در شرایط آزمایشگاهی از ستون‌های خاک با طول‌ها و قطرهای مختلف (حجم‌های متفاوت خاک) استفاده کرده‌اند. بر این اساس با توجه به این که در انتخاب حجم مناسب خاک مبنایی وجود ندارد و قطر ستون خاک بر خصوصیات خاک تأثیرگذار است، تعیین قطر معرف نمونه خاک به عنوان نماینده مزرعه ضرورت دارد. به گونه‌ای که در صورت مشخص بودن حجم مناسب نمونه خاک در کارهای آزمایشگاهی، با اطمینان بیشتری می‌توان نتایج مطالعات آزمایشگاهی را به شرایط مزرعه تعمیم داد. لذا هدف این پژوهش بررسی تأثیر قطر ستون خاک بر جریان آب در خاک جهت تعیین قطر معرف نمونه خاک به عنوان نماینده مزرعه در یک خاک لوم سیلتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک خاک لوم سیلتی در محل گلخانه پژوهشی و در مزرعه‌ای واقع در ضلع غربی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. برخی ویژگی‌های خاک زراعی و آب مزرعه دانشگاه شهرکرد در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): برخی ویژگی‌های خاک و آب مورد استفاده

ویژگی‌های آب				ویژگی‌های خاک				بافت خاک	محل
TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	pH	EC (dS/m)	چگالی حقیقی (gr/cm ³)	چگالی ظاهری (gr/cm ³)	pH*	EC* (dS/m)		
۰	۳۸	۷/۵۴	۰/۳	۲/۶۰	۱/۲۶	۸/۳۷	۰/۲۶	لوم سیلتی	دانشگاه شهرکرد

* اندازه‌گیری در عصاره یک: دو (خاک و آب مقطر)

در اجرای این پژوهش، طرح آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در نظر گرفته شد. همچنین بر اساس ستون‌های مورد استفاده با قطرهای مختلف در انجام مطالعات ستونی در زمینه آب و خاک (جدول (۱))، ستون‌هایی با هفت قطر متفاوت به گونه‌ای انتخاب شدند که معمولاً قطرهای مورد استفاده در مطالعات این پژوهشگران را پوشش می‌دهند. لذا تیمارهای پژوهش مطابق جدول (۳) می‌باشند. همچنین اندیس‌ها به صورت زیر تعریف شدند: S بیانگر خاک الک شده، اعداد بعد از حرف S بیانگر قطر خارجی ستون و DR بیانگر روش استوانه دوگانه می‌باشد.

جدول (۳): معرفی تیمارهای تحقیق

نام اختصاری	تیمار	قطر ستون (mm)	ارتفاع خاک (mm)	وزن خاک (gr)
S40	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۴۰ میلی‌متر	۴۰	۳۰۰	۳۵۵
S63	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۶۳ میلی‌متر	۶۳	۳۰۰	۸۸۰
S90	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۹۰ میلی‌متر	۹۰	۳۰۰	۱۹۲۰
S110	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۱۱۰ میلی‌متر	۱۱۰	۳۰۰	۲۹۰۰
S160	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۱۶۰ میلی‌متر	۱۶۰	۳۰۰	۶۴۰۰
S200	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۲۰۰ میلی‌متر	۲۰۰	۳۰۰	۱۰۰۰۰
S250	ستون خاک الک شده با قطر خارجی ۲۵۰ میلی‌متر	۲۵۰	۳۰۰	۱۵۶۰۰
Field(DR)	مزرعه مطالعاتی (استوانه دوگانه)	-	-	-

همچنین در مطالعات آزمایشگاهی، به منظور یکنواختی شرایط انجام آزمایش، ابتدا خاک مورد آزمایش از الک دو میلی متری عبور داده شد و سپس داخل هر یک از ستون‌های آزمایشی ریخته شد. آزمایش‌ها در داخل ۲۱ ستون استوانه‌ای (هفت تیمار و سه تکرار) از جنس پی‌وی‌سی انجام شد. قبل از پر کردن ستون‌ها برای حداقل کردن حرکت جانبی آب از کناره ستون‌ها به طرف پایین، بدنه‌ی داخلی ستون‌ها با استفاده از گریس و خاک نرم پوشانده شد و به منظور انسداد بخش انتهایی ستون‌ها و در عین حال برقراری امکان خروج آب، از توری فلزی با قطر روزنه‌های یک میلی‌متر استفاده شد. سپس ستون‌ها به ترتیب از پایین به بالا با فیلتر شنی به ارتفاع ۵۰ میلی‌متر (انتخاب فیلتر به روش USBR) برای جلوگیری از خروج ذرات خاک از انتهای ستون‌ها، ۳۰۰ میلی‌متر بالای آن با خاک مورد آزمایش و ۴۰ میلی‌متر روی سطح خاک برای بهم نخوردن سطح خاک از شن درشت پر شد. ۱۱۰ میلی‌متر بالای آن نیز فضای خالی به منظور آبیاری در نظر گرفته شد.

بعد از پر شدن ستون‌های خاک، با دور آبیاری ثابت هفت روزه و عمق آبیاری ثابت (1.5×H)، که ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، به تعداد سه مرتبه هر یک از ستون‌ها با آب معمولی مزرعه آبیاری شدند تا خاک از نظر چگالی ظاهری، هدایت الکتریکی و pH به حالت تعادل برسد. در این رابطه، H به صورت $H=n \times h$ تعریف می‌شود، h ارتفاع ستون خاک و n تخلخل خاک می‌باشد. سپس نفوذ آب به خاک و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در هر یک از ستون‌ها و در شرایط مزرعه اندازه‌گیری شد. آزمایش‌های مذکور در ستون‌ها و مزرعه به شرح زیر انجام شدند:

الف- آزمایش‌های انجام شده در ستون‌ها

به منظور اندازه‌گیری فرایند نفوذ در هر یک از ستون‌ها، ارتفاع ثابت آب برابر با ۱۱ سانتی‌متر روی سطح خاک در تمام ستون‌ها قرار گرفت و ورود آب به خاک در هر ستون در شرایط بار ثابت به مدت دو ساعت سنجش شد و زمانی که پارامتر سرعت نفوذ آب در طی سه الی چهار بازه متوالی به مقدار ثابتی رسید، به عنوان نفوذ پایه در نظر گرفته شد (باور ۱۹۸۶). همچنین این اندازه‌گیری‌ها سه مرتبه با توالی هفتگی انجام شد.

ب- آزمایش‌های انجام شده در مزرعه

نفوذ و هدایت هیدرولیکی اشباع در مزرعه به روش استوانه دوگانه اندازه‌گیری شد. این روش شامل دو استوانه به قطرهای ۴۰ و ۴۹ سانتی‌متر که به طور هم محور تا عمق هشت سانتی‌متر در خاک کوبیده شدند. سپس ورود آب به خاک در استوانه داخلی در شرایط بار ثابت (ارتفاع ثابت ۱۱ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد و اندازه‌گیری‌ها به مدت دو ساعت انجام شد. زمانی که شدت نفوذ در سه الی چهار بازه متوالی مقادیر تقریباً یکسانی شد، به عنوان نفوذ پایه در نظر گرفته شد (باور ۱۹۸۶). به منظور انتخاب مناسب‌ترین قطر در مطالعات آزمایشگاهی در زمینه آب و خاک نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 و شاخص آماری درصد خطای نسبی، تحلیل شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت. شاخص آماری مذکور نیز از معادله زیر محاسبه شدند:

$$PRE = \frac{abs(P_{Field} - P_{Column})}{P_{Field}} \times 100 \quad (3)$$

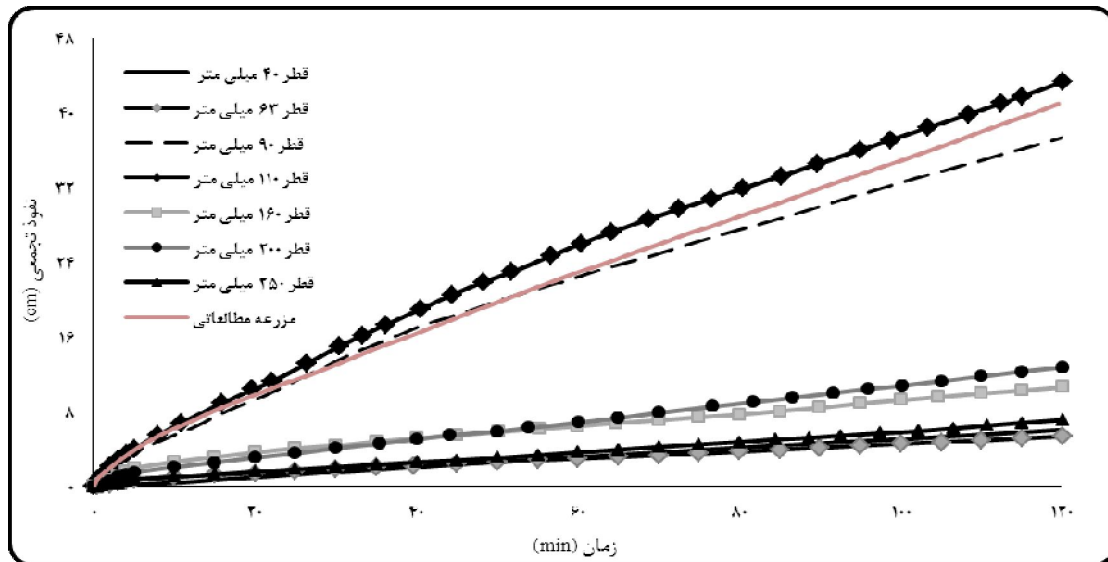
در معادله (۳)، PRE: درصد خطای نسبی، P_{Column} : مقدار پارامتر مورد نظر در هر یک از ستون‌های آزمایشی و P_{Field} : مقدار پارامتر مورد نظر در مزرعه مطالعاتی می‌باشد.

نتایج و بحث

در این پژوهش نتایج حاصل از اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک در مطالعات آزمایشگاهی با مطالعات مزرعه‌ای (تیمار شاهد) مقایسه شد و نتایج زیر بدست آمد.

بررسی تأثیر تیمارها بر نفوذ تجمعی

شکل (۱) تغییرات نفوذ تجمعی را با گذر زمان در ستون‌های آزمایشی با قطرهای مختلف و مزرعه مطالعاتی نشان داده شده است. میزان نفوذ تجمعی در مدت ۱۲۰ دقیقه در ستون‌هایی با قطر ۴۰، ۶۳، ۹۰، ۱۱۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی‌متر و مزرعه مطالعاتی به ترتیب برابر با ۵/۳۸، ۳۷/۳۹، ۴۳/۳۳، ۱۰/۶۲، ۱۲/۷۷، ۷/۱۳ و ۴۱/۱۶ سانتی‌متر بود.



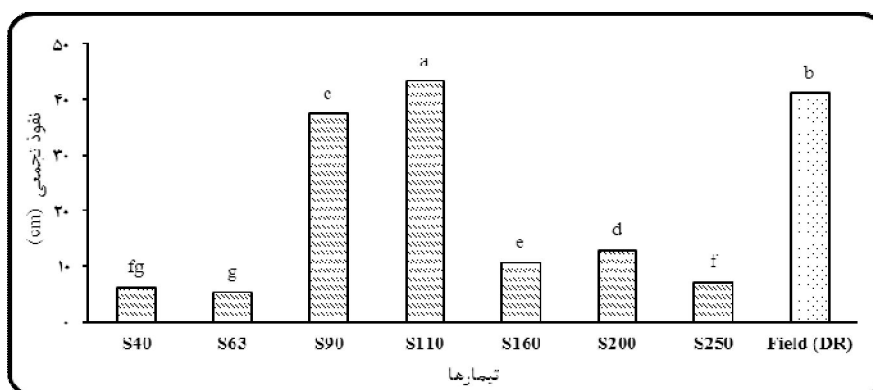
شکل (۱): تغییرات نفوذ تجمعی در مقابل زمان برای ستون‌های خاک الک شده و مزرعه مطالعاتی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر تیمارها (ستون‌های خاک با قطرهای مختلف و روش صحرایی استوانه دوگانه) بر پارامتر نفوذ تجمعی آب به داخل خاک در مدت ۱۲۰ دقیقه، در جدول (۴) آمده است. بر این اساس، تأثیر تیمارها بر نفوذ تجمعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در شکل (۲) می‌توان گفت که در بررسی نفوذ تجمعی، از لحاظ آماری تیمار ستون خاک الک شده با قطر ۱۱۰ میلی‌متر با میانگین ۴۳/۳۳ سانتی‌متر بیشترین تأثیر را داشته است و تیمار مزرعه مطالعاتی با کاربرد روش استوانه دوگانه با میانگین ۴۱/۱۶ سانتی‌متر در مقایسه با تیمار ستون خاک با قطر ۱۱۰ میلی‌متر، کمترین اختلاف را داشته است، اما از لحاظ آماری اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار می‌باشد. بنابراین اگر روش استوانه دوگانه در مزرعه به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شود، می‌توان ستون خاک با قطر ۱۱۰ میلی‌متر را در بررسی مقادیر اندازه‌گیری شده نفوذ تجمعی، نماینده مقادیر مزرعه‌ای این خاک و شرایط آزمایش دانست.

جدول (۴): تجزیه واریانس نفوذ تجمعی آب به خاک در مدت ۱۲۰ دقیقه در ستون‌های خاک الک شده و مزرعه مطالعاتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
تیمار	۷	۸۵۹/۹۷۲۷۰	۳۶۵۱/۱۷	<۰/۰۰۰۱**
خطا	۱۶	۰/۲۳۵۵۳		
کل	۲۳			

** معنی‌دار بودن اثر تیمارها در سطح احتمال یک درصد

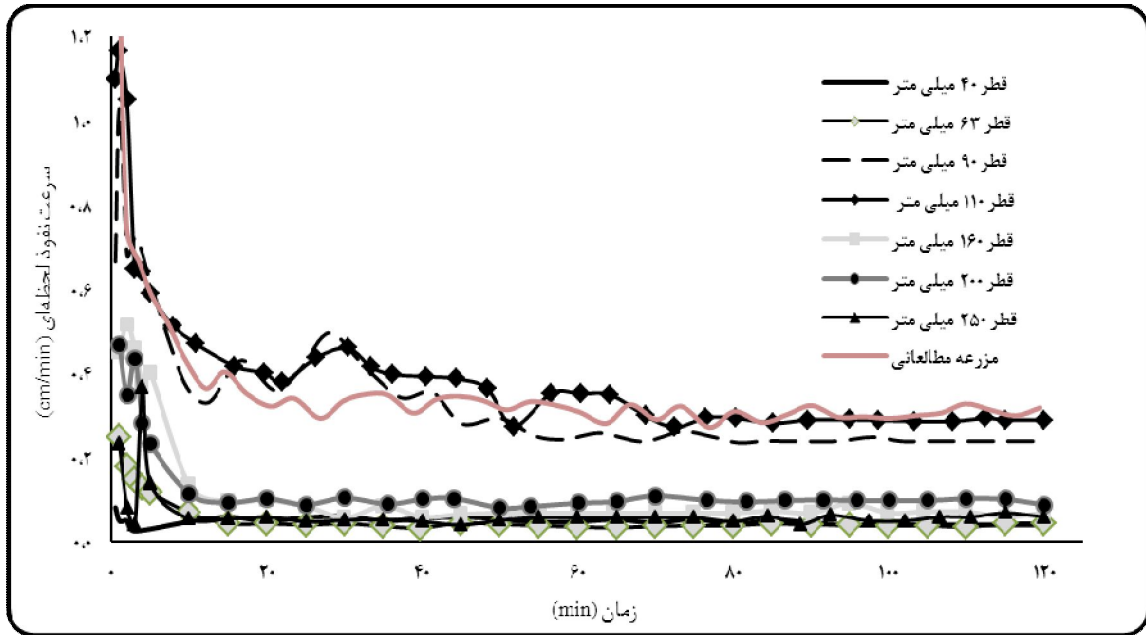


شکل (۲): مقایسه میانگین نفوذ تجمعی در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه در ستون‌های خاک الک شده و مزرعه مطالعاتی

(تیمارهایی که حرف مشترک دارند از لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.)

بررسی تأثیر تیمارها بر سرعت نفوذ لحظه‌ای

شکل (۳) تغییرات سرعت نفوذ لحظه‌ای را با گذر زمان در ستون‌های آزمایشی با قطرهای مختلف و مزرعه مطالعاتی را نشان می‌دهد. شیب منحنی سرعت نفوذ لحظه‌ای در هر یک از ستون‌ها و مزرعه با گذشت زمان به طور مرتب کاهش پیدا کرده است و هنگامی که منحنی به مقدار ثابتی رسید، به عنوان نفوذ پایه در نظر گرفته شد (علیزاده (۱۳۸۷)). نفوذ پایه در ستون‌هایی با قطر ۴۰، ۶۳، ۹۰، ۱۱۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی‌متر و مزرعه مطالعاتی به ترتیب برابر با ۰/۲۴، ۰/۰۴، ۰/۰۴، ۰/۰۷، ۰/۱۰، ۰/۰۶ و ۰/۳۱ سانتی‌متر بر دقیقه بدست آمده است.



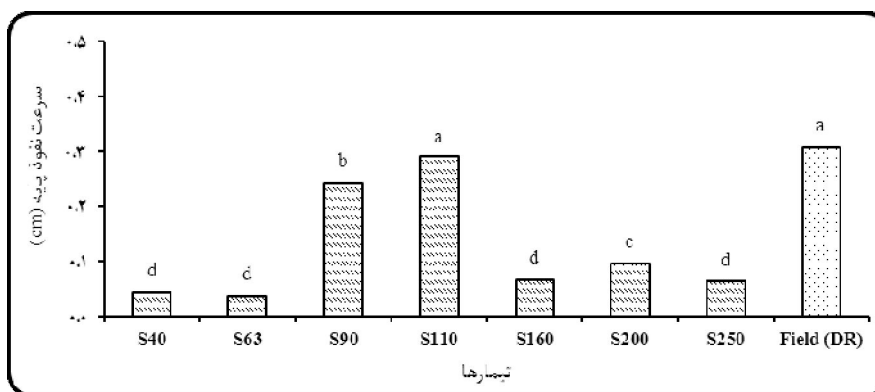
شکل (۳): تغییرات سرعت نفوذ در مقابل زمان برای ستون‌های خاک الک شده و مزرعه مطالعاتی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر تیمارها (ستون‌های خاک با قطرهای مختلف و روش صحرایی استوانه دوگانه) بر سرعت نفوذ پایه، در جدول (۵) نمایش داده شده است. با توجه به این جدول می‌توان گفت که تأثیر تیمارها بر نفوذ پایه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در شکل (۴) می‌توان گفت که در بررسی نفوذ پایه، از لحاظ آماری تیمار مزرعه مطالعاتی با میانگین ۰/۳۱ سانتی‌متر بر دقیقه بیشترین مقدار را داشته است و تیمار ستون خاک با قطر ۱۱۰ میلی‌متر با میانگین ۰/۲۹ سانتی‌متر بر دقیقه در مقایسه با تیمار شاهد، کمترین اختلاف را با مقادیر صحرایی نفوذ پایه داشته است. بنابراین، می‌توان ستون خاک با قطر ۱۱۰ میلی‌متر را در بررسی مقادیر اندازه‌گیری شده نفوذ پایه، نماینده مقادیر مزرعه‌ای این خاک و شرایط آزمایش دانست.

جدول (۵): تجزیه واریانس سرعت نفوذ پایه خاک در ستون‌های خاک الک شده و مزرعه مطالعاتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
تیمار	۷	۰/۰۴۰۱۲	۳۴۱/۵۳	<۰/۰۰۰۱**
خطا	۱۶	۰/۰۰۰۱۲		
کل	۲۳			

** معنی‌دار بودن اثر تیمارها در سطح احتمال یک درصد



شکل (۴): مقایسه میانگین سرعت نفوذ پایه خاک در ستون‌های خاک الک شده و مزرعه مطالعاتی

(تیمارهایی که حرف مشترک دارند از لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند).

انتخاب قطر معرف ستون خاک بر اساس شاخص آماری

به منظور انتخاب مناسب‌ترین قطر در مطالعات آزمایشگاهی در زمینه آب و خاک، شاخص آماری درصد خطای نسبی برای هر کدام از ستون‌ها بر اساس پارامترهای نفوذ تجمعی و نفوذ پایه در مقایسه با مزرعه مطالعاتی محاسبه شد. مقادیر درصد خطای مطلق برای ستون‌های خاک در جدول (۶) نشان داده شده است. بر این اساس ستونی با قطر ۱۱۰ در مقایسه پارامترهای نفوذ تجمعی و نفوذ پایه بیشترین مطابقت (کمترین درصد خطای نسبی) را با شرایط مزرعه دارد.

جدول (۶): درصد خطای نسبی در بررسی پارامترهای نفوذ تجمعی و نفوذ پایه در بین ستون‌های خاک الک شده در مقایسه با مزرعه

مطالعاتی

خطای نسبی (%)		قطر ستون (mm)
نفوذ پایه	نفوذ تجمعی	
۸۵/۹۳	۸۵/۲۲	۴۰
۸۷/۰۱	۸۶/۹۴	۶۳
۲۱/۰۰	۹/۱۶	۹۰
۶/۹۳	۵/۲۷	۱۱۰
۷۸/۳۵	۷۴/۲۱	۱۶۰
۶۷/۵۳	۶۸/۹۹	۲۰۰
۸۱/۶۰	۸۲/۶۹	۲۵۰

نتیجه‌گیری

بر مبنای پژوهش انجام شده، نتایج زیر حاصل شد:

- از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و ستون خاک با قطر ۱۱۰ میلی‌متر از نظر میانگین مقادیر نفوذ تجمعی در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه، دیده شد. همچنین در بررسی مقادیر پارامتر مذکور ستون خاک الک شده با قطر ۱۱۰ میلی‌متر (۴۳/۳۳ سانتی‌متر) کمترین اختلاف را با مقادیر مزرعه‌ای داشت.
- از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و ستون خاک با قطر ۱۱۰ میلی‌متر از نظر میانگین مقادیر سرعت نفوذ پایه خاک، دیده نشد. همچنین در بررسی مقادیر پارامتر مذکور ستون خاک الک شده با قطر ۱۱۰ میلی‌متر (۰/۲۹ سانتی‌متر بر دقیقه) کمترین اختلاف را با مقادیر مزرعه‌ای داشت.
- در مطالعات آزمایشگاهی برای این بافت خاک، به منظور حصول نتایج واقعی‌تر می‌توان از ستون‌هایی با قطر خارجی (اسمی) ۱۱۰ میلی‌متر استفاده نمود.

منابع

۱. افتخاریان، ل.، تی تی دژ، ا.، خاکباز، ب.، سارنگ، ا.، صادقیان، پ.، مهین روستا، ر.، نواری، م. ۱۳۷۷. آزمایشگاه مکانیک خاک. انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ۲۷۸ ص.
۲. حسن اقلی، ع.، لیاقت، ع.، میرابزاده، م. ۱۳۸۴. بررسی چگونگی تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در نتیجه اجرای عملیات آبیاری با فاضلاب خانگی و پساب تصفیه شده آن. مجله علوم کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۴، صص ۹۹-۱۰۹.
۳. زینالزاده، ک. ۱۳۹۰. تغییرات زمانی خصوصیات هیدرولیکی خاک تحت کاربری‌های مختلف اراضی. پایان‌نامه دکتری رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۶۵ ص.
۴. سپهوند، ع. ر.، طایبی‌سمیرمی، م.، میرنیا، س. خ.، مرادی، ح. ر. ۱۳۹۰. ارزیابی حساسیت مدل‌های نفوذ نسبت به تغییرپذیری رطوبت خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۲، صص ۳۳۸-۳۴۶.
۵. طاهری، ه. ۱۳۹۱. تأثیر استفاده از پساب و ذرات میکروژئولیت بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دانشگاه شهرکرد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۱۱۳ ص.
۶. علیزاده، ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۴۷۲ ص.
۷. عابدی کوپایی، ج.، موسوی، س. ف.، معتمدی، آ. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر کاربرد ژئولیت کلینوپتی‌لولایت در کاهش آبشویی کود اوره از خاک. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳، صص ۵۷-۵۱.
۸. مشکوه، م. ع.، راد، م. ه.، حسینی، س. ر. ۱۳۸۶. مطالعات تغییرات نمک در نیمرخ خاک تحت کشت گیاه تاغ در آزمایشات لایسیمتری. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۴، صص ۴۴۷-۴۵۴.
9. Amanda, B. 2010. Bioavailability of cadmium, copper, nickel and zinc in soils treated with biosolids and metal salts. Doctor of Philosophy (Ph.D.), Lincoln University.
10. Boynton, S. S. and Dnial, D. E. 1985. Hydraulic conductivity test on compacted clay. *Journal of Geotechnical Engineering*, 111 (4): 465-478.
11. Bower, H. 1986. Intake rate: Cylinder infiltrometer. In: Klute A (Eds). *Methods of soil analysis*. America Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin USA. pp. 825-843.
12. Beach, D. N. H., McCray, J. E., Lowe, K. S. and Siegrist, R. L. 2004. Temporal changes in hydraulic conductivity of sandy porousmedia biofilters during wastewater infiltration due to biomat formation. *Journal of Hydrology*, 311: 230-243.
13. Horn, R., Taubner, H., Wuttke, M. and Baumgartl, T. 1994. Soil physical properties related to soil structure. *Soil and Tillage Research*, 30: 187-216.
14. Iwank, M. 2008. A method for measuring saturated hydraulic conductivity in anisotropic soils. *Soil Science Society of America Journal*, 72 (6): 1527-1531.
15. Kutilek, M. and Nielsen, D. R. 1994. *Soil Hydrology*. Catena Verlag.
16. Kolahchi, Z. and Jalali, M. 2007. Effect of water quality on the leaching of potassium from sandy soil. *Journal of Arid Environments*, 68 (4): 624-639.
17. Lauren, J. G., Wagnent, R. J., Bouma, J. and Wosten, J. H. M. 1988. Variability of saturated hydraulic conductivity in a Glassaquic Hapludalf with macropores. *Soil Science*, 145 (1): 20-28.
18. Miyazaki, T. 2006. *Water flow in soils*. 2th Ed. Taylor and Francis Group, American Society of Civil Engineers.
19. Ma, Y., Feng, S., Su, D., Gao, G. and Huo, Z. 2010. Modeling water infiltration in a large layered soil column with a modified Green-Ampt model and Hydrus-1D. *Computers and Electronics in Agriculture*, 71: 40-47.
20. Saleem Akhtar, M., Stuben, D., Norra, S. and Memon, M. 2011. Soil structure and flow rate-controlled molybdate, arsenate and chromium (III) transport through field columns. *Geoderma*, 161: 126-137.
21. Tabatabaei, S. H., Najafi, P. and Husseini, A. 2007. Assessment of change in soil water content properties irrigation with industrial Sugar Beet wastewater. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (10): 1649-1654.