19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

نقش رطوبت اولیه در شاخص‌های سرعت نفوذ آب در برخی خاک‌های منطقه نیمه‌خشک

مرتضی یاوری[1*]، علی‌رضا واعظی[2]

۱- دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله (mortazayavari90@gmail.com)

۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

چکیده

نفوذ آب به خاک یکی از فرآیندهای کلیدی در مدیریت منابع آب است. بررسی نفوذ در شرایط رطوبتی و کلاس‌های بافتی مختلف نقش مهمی در درک رفتار خاک‌ها ایفا می‌کند. از این‌رو، این پژوهش با هدف بررسی اثر رطوبت اولیه در سرعت نفوذ آب در خاک‌های متوسط‌بافت و ریزبافت در منطقه نیمه‌خشک زنجان انجام شد. بدین منظور، ۶۸ نقطه با تنوع کافی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انتخاب شدند. آزمایش صحرایی نفوذ با روش استوانه‌های مضاعف انجام شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز اندازه‌گیری شدند. با توجه به نتایج آزمایش بافت خاک، دو کلاس متوسط و ریز بافت از میان نمونه‌ها، برای تجزیه و تحلیل فرآیند نفوذ انتخاب شدند. نتایج تحلیل همبستگی پیرسون نشان داد که در خاک‌های ریزبافت، میانگین سرعت نفوذ نهایی با رطوبت اولیه بیشترین ارتباط را داشت ($r = 0.46$)، درحالی‌که در خاک‌های متوسط‌بافت این ارتباط بیشتر با سرعت نفوذ متوسط ($r = 0.36$) مشاهده شد. یافته‌ها همچنین حاکی از آن بودند که در طول فرآیند نفوذ، خاک‌های کلاس ریزبافت با میانگین رطوبت اولیه و ماده آلی بیشتر، سرعت نفوذ بیشتری از کلاس متوسط بافت داشتند.

واژگان کلیدی: *بافت خاک، رطوبت اولیه خاک، سرعت نفوذ نهایی، منطقه نیمه‌خشک، نفوذ آب به خاک.*

مقدمه

نفوذ آب به خاک یک فرآیند بنیادین در هیدرولوژی و مدیریت منابع آب است که تعیین‌کننده میزان آب قابل استفاده برای گیاه، انرژی تبخیر-تعرق و مقدار رواناب سطحی می‌باشد (Green and Ampt, 1911). این ویژگی، که به عنوان فرآیند ورود آب از سطح خاک به درون پروفیل آن تعریف می‌شود، یکی از پارامترهای هیدرولوژیکی در چرخه آب است (Hillel, 1998). از میان عوامل مؤثر بر این فرآیند، رطوبت اولیه خاک جایگاهی ویژه دارد زیرا ظرفیت خاک در جذب و انتقال آب را تعیین می‌کند. با این حال، نتایج پژوهش‌های پیشین درباره ارتباط رطوبت اولیه با شاخص‌های سرعت نفوذ همواره یکسان نبوده و بعضاً متناقض گزارش شده است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که افزایش رطوبت اولیه منجر به کاهش سرعت نفوذ می‌شود،

زیرا کاهش مکش ماتریک و نیروهای موئینگی، جریان آب به داخل خاک را محدود می‌کند (Liu et al., 2021). در مقابل، برخی دیگر رابطه‌ای مثبت گزارش کرده‌اند؛ به‌طوری که در خاک‌های دارای رطوبت اولیه بالاتر، به دلیل پایداری بهتر خاکدانه‌ها و بهبود ترشوندگی ذرات، نفوذ افزایش یافته است (Zhai et al., 2023). در مطالعه‌ای دیگر، اثر رطوبت اولیه در برخی بافت‌ها ضعیف یا حتی بی‌معنی گزارش شده و محققان نتیجه گرفته‌اند که نقش این عامل به‌شدت وابسته به ویژگی‌های بافتی و ماده آلی خاک است (An et al., 2021). از سوی دیگر، در خاک‌های خاص مانند خاک‌های رسی آب‌گریز، نتایج متفاوتی به دست آمده است؛ به‌گونه‌ای که افزایش رطوبت اولیه نه تنها نفوذ را بهبود نداده بلکه در مراحل اولیه باعث کاهش آن شده است (Liu et al., 2018). همچنین، تغییرات دینامیک ترک‌های ناشی از چرخه‌های خشک ـ مرطوب در خاک، مسیرهای ترجیحی جریان را ایجاد می‌کند که می‌تواند اثر رطوبت اولیه را پیچیده‌تر و غیرخطی سازد (Luo et al., 2023). حتی در برخی سیستم‌های کاربری اراضی مانند سیستم‌های زراعی ـ جنگلی، مشاهده شده است که وابستگی نفوذ به رطوبت اولیه در شرایط خشک ضعیف‌تر بوده ولی با افزایش رطوبت و بهبود کیفیت خاک، این اثر پررنگ‌تر می‌شود (Wang et al., 2015). این تناقض‌ها بیانگر آن است که اثر رطوبت اولیه بر نفوذ یک پدیده چندعاملی است و به عوامل متعددی همچون بافت، ماده آلی، ساختار خاک و شرایط مرزی بستگی دارد.

اگرچه نفوذ آب به عنوان یک فرآیند حیاتی در علوم خاک و آب شناخته می‌شود، اما شدیداً به ویژگی‌های محلی خاک وابسته است. درک جامعی از چگونگی تعامل رطوبت اولیه خاک و الگوهای زمانی نفوذ با کلاس‌های بافتی مختلف خاک (متوسط در مقابل ریزبافت) در مناطق نیمه‌خشک به اندازه کافی موجود نیست. همچنین بسیاری از مطالعات کلاسیک بر روی شرایط آزمایشگاهی یا محلی متمرکز بوده‌اند و تعمیم‌پذیری نتایج آن‌ها به شرایط میدانی متنوع با محدودیت مواجه است. رویکرد تحقیقاتی پیشین غالباً به صورت همزمان این متغیرها را مورد بررسی قرار نداده بودند، که این امر یک خلا دانشی برای تدوین راهبردهای مؤثر مدیریت آب در منطقه ایجاد کرده است. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش رطوبت اولیه بر شاخص‌های سرعت نفوذ در خاک‌های با بافت متوسط و ریز در منطقه نیمه‌خشک زنجان انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر رطوبت اولیه و تغییرات زمانی نفوذ آب در خاک‌های متوسط‌بافت و سنگین‌بافت، ۶۸ نقطه از منطقه نیمه‌خشک زنجان با استفاده از اطلاعات موجود از نقشه‌های خاک‌شناسی، انتخاب شدند. به‌طوری‌که این نقاط تنوع کافی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را داشته باشند. نفوذ آب به خاک در صحرا با استفاده از روش استوانه‌های مضاعف مطابق استاندارد ASTM D3385-18 با انجام چهارده قرائت متوالی از عمق نفوذ آب در فواصل زمانی مشخص (۰، ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۸۰ و ۹۰ دقیقه) انجام شد. چهار شاخص کلیدی نفوذ آب به خاک، شامل : ۱) نفوذ اولیه[1]، ۲) نرخ نفوذ نهایی[2] و ۳) نرخ نفوذ متوسط[3] از داده‌های آزمایش نفوذ، استخراج و مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، نمونه‌هایی از عمق صفر تا ۶۰ سانتیمتری به‌صورت دست‌خورده و دست‌نخورده تهیه شد. رطوبت اولیه خاک با روش تعیین شد. توزیع اندازه ذرات اولیه خاک با استفاده از دو روش ترکیبی، هیدرومتری برای تعیین بخش رس و سیلت و الک برای جداسازی شن انجام شد (Yavari et al, 2020). پس از تعیین بافت خاک، داده‌های مربوط به کلاس‌های متوسط و ریز بافت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به‌طوری‌که از میان ۶۸ نمونه، ۲۰ نمونه دارای کلاس بافتی متوسط (Loam, Silt loam) و ۱۲ نمونه کلاس ریزبافت بودند (Sandy Clay Loam, Silty Clay, Clay). قابلیت هدایت الکتریکی و واکنش خاک در عصاره گل اشباع، ماده آلی و کربنات کلسیم مادل به ترتیب با روش‌های (1996) ,Thomas، Walkleyو Black (1934)، Page و همکاران (1982) اندازه‌گیری شدند. جهت تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی، ترکیبی از آمار توصیفی و استنباطی مورد استفاده قرار گرفت : ۱) آمار توصیفی در ابتدا، برای کلیه

[1] Initial Infiltration
[2] Final Infiltration Rate
[3] Mean Infiltration Rate

متغیرها مانند میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، حداقل و حداکثر ویژگی محاسبه شد. ۲) به‌منظور بررسی رابطه بین رطوبت اولیه با شاخص‌های نفوذ آب به خاک، ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی محاسبه شد. ۳) میانگین تغییرات زمانی نفوذ برای دو کلاس بافتی متوسط و ریز بافت از داده‌های اندازه‌گیری شده نفوذ استخراج شد و مورد مقایسه قرار گرفت. تحلیل داده، ترسیم نمودار و مقایسه میانگین، با استفاده از نرم‌افزار Excel (XLSTAT, 2016)، انجام شد.

نتایج و بحث

الف) ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های مورد بررسی

نتایج مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک در دو کلاس بافتی متوسط و ریزبافت (جدول ۱) نشان داد که خاک‌های متوسط‌بافت درصد شن بالاتر (میانگین ۴۳/۳۷ درصد) و رس کمتر (۲۱/۳۰ درصد) نسبت به خاک‌های ریزبافت (شن ۴۰/۹۳ و رس ۲۹/۷۲ درصد) داشتند. خاک‌های ریزبافت به دلیل تجمع ذرات ریز، نگهداشت اولیه آب (Θ_i) بالاتری نشان دادند. همچنین میزان ماده آلی در خاک‌های ریزبافت بیشتر بود (میانگین ۲/۱۶ درصد) که می‌تواند به بهبود پایداری خاکدانه و افزایش نفوذپذیری کمک می‌کند. خاک‌های متوسط‌بافت، میانگین واکنش خاک (pH) و کربنات کلسیم ($Ca\ Co_3$) بیشتر و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) کمتر بودند. همچنین خاک‌های ریزبافت با رطوبت اولیه و ماده آلی بیشتر، سرعت نفوذ اولیه (IIR) سرعت نفوذ نهایی (FIR) و سرعت نفوذ متوسط (MIR) بیشتری نسبت به متوسط‌بافت‌ها داشتند.

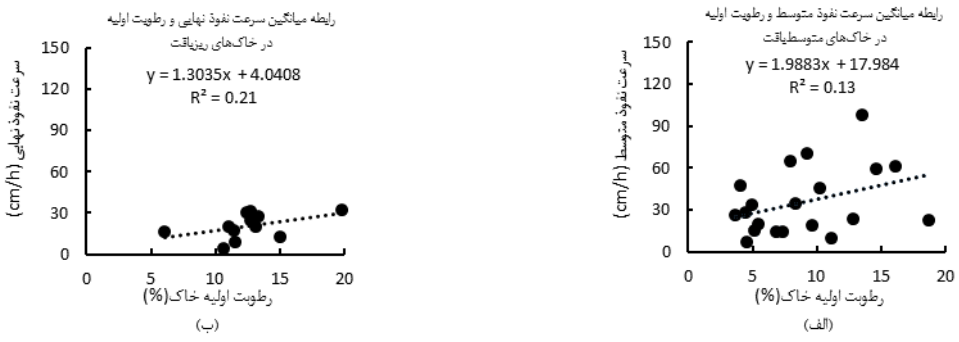
جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کلاس‌های متوسط بافت و ریز بافت

Fine Texture				Medium Texture				Variable
CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min	
۴۳/۱۷	۴۰/۹۳	۵۳/۴۱	۵/۹۰	۱۰/۷۵	۴۳/۳۷	۵۰/۷۳	۳۳/۴۸	Sand (%)
۳۴/۲۵	۲۹/۳۵	۵۱/۲۸	۱۹/۵۵	۱۴/۷۲	۳۵/۳۲	۵۱/۲۷	۳۰/۱۳	Silt (%)
۲۹/۱۸	۲۹/۷۲	۴۵/۱۴	۲۲/۳۱	۱۷/۴۳	۲۱/۳۰	۲۵/۹۸	۱۲/۷۲	Clay (%)
۲۵/۳۳	۱۲/۴۷	۱۹/۷۹	۶/۰۶	۴۸/۹۹	۸/۹۳	۱۸/۷۱	۳/۶۶	Θi (g/g)
۴/۳۴	۷/۸۸	۸/۴۰	۷/۳۸	۴/۷۳	۷/۹۱	۸/۳۷	۶/۹۶	pH
۷۹/۸۱	۲/۱۳	۶/۱۵	۰/۶۸	۶۸/۳۰	۱/۲۲	۳/۴۰	۰/۴۴	EC (ds/m)
۶۵/۶۱	۲/۱۶	۴/۳۲	۰/۳۶	۹۰/۴۸	۱/۰۹	۳/۷۰	۰/۰۱	OM (%)
۵۲/۸۸	۱۶/۴۰	۳۳/۳۸	۲/۵۰	۵۶/۱۶	۱۸/۵۲	۴۷/۵۰	۲/۲۵	$Ca\ Co_3$ (%)
۸۱/۱۴	۱۲۶/۰۰	۴۲۰/۰۰	۳۶/۰۰	۷۰/۳۱	۹۴/۵۰	۳۲۴/۰۰	۱۸/۰۰	IIR (cm/h)
۴۴/۱۵	۲۰/۳۰	۳۱/۸۰	۴/۵۰	۷۴/۶۳	۱۷/۹۰	۴۴/۴۰	۳/۰۰	FIR (cm/h)
۷۳/۵۳	۴۵/۸۲	۱۳۷/۶۱	۱۱/۲۳	۶۸/۰۵	۳۵/۷۴	۹۸/۱۳	۷/۳۰	MIR (cm/h)

ب) ارتباط رطوبت اولیه با شاخص‌های نفوذ

نتایج تحلیل همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی نشان داد که در خاک‌های ریزبافت، رطوبت اولیه خاک بیشترین ارتباط را با سرعت نفوذ نهایی داشت (شکل ۱، ب)؛ به‌طوری‌که ضریب همبستگی برابر با ۰/۴۶، ضریب تعیین ۰/۲۱ و مقدار احتمال۰/۱۳ به دست آمد. خاک‌های ریزبافت با منافذ ریز و سطح ویژه بالا، تمایل زیادی به جذب و نگهداری آب دارند. رطوبت اولیه بالا نشان‌دهنده پر بودن نسبی این منافذ ریز است. هنگام شروع نفوذ، آب اضافی فضای کمی برای حرکت پیدا می‌کند، زیرا منافذ از قبل تا حدی اشباع هستند که این امر باعث می‌شود که خاک به سرعت به سمت سرعت نفوذ نهایی حرکت کند (Hillel, 1982). در مقابل، در خاک‌های متوسط‌بافت، رطوبت اولیه همبستگی متوسطی با سرعت نفوذ متوسط ($r = 0.36, R^2 = 0.13, p_{value} = 0.12$) نشان داد (شکل ۱، الف). به بیان دیگر، در این کلاس بافتی، نقش رطوبت اولیه بیشتر در تعیین روند نفوذ آب آشکار می‌شود. اگرچه این ضرایب همبستگی از نظر آماری معنی‌دار نبودند، اما بیانگر آن هستند که در خاک‌های ریزبافت، اثر رطوبت اولیه بیشتر بر سرعت نفوذ نهایی متمرکز است، در حالی‌که در خاک‌های متوسط‌بافت، این اثر در ارتباط با سرعت نفوذ متوسط برجسته‌تر می‌شود. با این حال، وجود یک رابطه مثبت منطقی است، زیرا رطوبت اولیه بیشتر

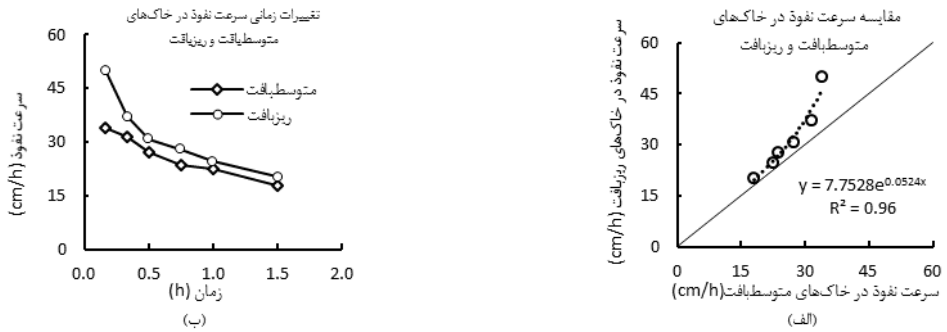
باعث کاهش نیروهای جاذبه مویینه که در مقابل نفوذ مقاومت می‌کنند، می‌شود و می‌تواند روند نفوذ اولیه را تسهیل کند (Bodhinayake and Noborio, 2004). سرعت نفوذ متوسط، به مراحل اولیه نفوذ که تحت سلطه نیروهای مویینه است نیز وابسته است. رطوبت اولیه بیشتر در این مرحله، گرادیان پتانسیل ماتریک بین سطح خاک و لایه‌های زیرین را کاهش می‌دهد و بنابراین می‌تواند نرخ نفوذ اولیه را کاهش دهد. این اثر در خاک‌های متوسط‌بافت که هنوز تحت سلطه کامل هدایت اشباع قرار نگرفته‌اند، مشهودتر است. در مقابل، در خاک‌های ریزبافت، اثر قوی رطوبت اولیه بر مرحله پایانی نفوذ (سرعت نهایی) خود را نشان می‌دهد (Reynolds et al., 2000). نتایج پژوهش‌های اخیر درباره تأثیر رطوبت اولیه خاک بر نفوذ آب نشان‌دهنده نتایج متناقض و وابسته به شرایط محیطی و ویژگی‌های خاک است. برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که افزایش رطوبت اولیه باعث کاهش نرخ نفوذ اولیه می‌شود(Wei et al., 2025)، درحالی‌که برخی دیگر رابطه‌ای مثبت میان رطوبت اولیه و میزان نفوذ مشاهده کرده‌اند، به‌طوری که خاک‌های با رطوبت اولیه بالاتر سرعت نفوذ بیشتری داشته‌اند (Zhai et al., 2023).این تناقضات نشان‌دهنده پیچیدگی فرآیند نفوذ و وابستگی آن به بافت خاک، ماده آلی، شرایط سطح خاک و شرایط مرزی است و لزوم انجام مطالعات محلی و شرایط واقعی محیطی را تأکید می‌کند. رفتار نفوذ خاک پیچیده و چندعاملی است و نمی‌توان تنها بر اساس کلاس بافتی و رطوبت اولیه پیش‌بینی قطعی ارائه داد. تحلیل تک‌متغیره برای توضیح پدیده نفوذ کاملاً ناکافی است و لازم است از مدل‌های فیزیکی-توزیعی یا روش‌های آماری چندمتغیره که قادر به مدل‌سازی تعامل پیچیده بین خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی خاک هستند، استفاده گردد(Šimůnek et al., 2006).



شکل ۱- رابطه میانگین سرعت نفوذ متوسط در خاک‌های متوسط‌بافت (الف) و میانگین سرعت نفوذ نهایی در خاک‌های ریزبافت (ب) با رطوبت اولیه خاک

ج) تغییرات زمانی نفوذ آب به خاک

نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو کلاس بافتی، سرعت و میزان نفوذ آب در دقایق ابتدایی بالا بوده و با گذشت زمان به‌تدریج کاهش یافته است. در خاک‌های کلاس ریزبافت میانگین سرعت نفوذ در تمامی زمان‌های متناظر قرائت شده بیشتر از کلاس متوسط بافت بود (شکل ۲، الف و ب) و این اختلاف در زمان‌های متناظر طولانی‌تر بیشتر شده است (شکل ۲، الف). این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باشد. در این پژوهش خاک‌های ریزبافت میانگین رطوبت اولیه و ماده آلی بیشتری، نسبت به خاک‌های با بافت متوسط داشتند. این یافته مبین وضعیت ساختمانی بهتر در خاک‌های ریزبافت نسبت به متوسط‌بافت است. اگر چه برخی مطالعات نشان داده‌اند که خاک‌های سبک و متوسط بافت معمولاً در ساعات اولیه پس از شروع نفوذ، افزایش سریعی در نفوذ دارند (Mesele et al., 2024) و در مقابل، در خاک‌های ریزبافت نفوذ اولیه پایین‌تر و زمان رسیدن به نرخ ثابت طولانی‌تر است (Brady and Weil, 2008). با این حال، یافته‌های اخیر نشان داده‌اند که در برخی شرایط، مانند وجود رطوبت اولیه بالا یا ساختار متخلخل مناسب در خاک‌های ریزبافت، نرخ نفوذ اولیه می‌تواند حتی بیشتر از خاک‌های متوسط بافت باشد و منحنی نفوذ رفتاری متفاوت از خود نشان دهد (USDA, 2022). همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تفاوت بین کلاس‌های بافتی به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی از میزان ماده آلی است، به‌طوری‌که در برخی موارد خاک‌های ریزبافت می‌توانند حتی در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر نسبت به خاک‌های متوسط بافت نفوذ بیشتری داشته باشند (Saxton and Rawls, 2006).



شکل ۲- مقایسه سرعت نفوذ (الف) و تغییرات زمانی آن (ب) در خاک‌های متوسط‌بافت و ریزبافت

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد خاک‌های ریزبافت با میانگین رطوبت اولیه و ماده آلی بیشتر، مقادیر بیشتری از سرعت نفوذ اولیه، متوسط و نهایی را نسبت به خاک‌های متوسط‌بافت نشان دادند. در خاک‌های ریزبافت، رطوبت اولیه بیشترین ارتباط را با سرعت نفوذ نهایی داشت، در حالی که در خاک‌های متوسط‌بافت، این ارتباط بیشتر با سرعت نفوذ متوسط مشاهده شد. این یافته‌ها بیانگر آن است که نقش رطوبت اولیه در فرآیند نفوذ وابسته به کلاس بافتی است؛ به‌گونه‌ای که در خاک‌های ریزبافت بر مرحله پایانی نفوذ (رسیدن به سرعت ثابت) و در خاک‌های متوسط‌بافت بر مراحل میانی نفوذ تأثیرگذارتر است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تحت شرایط خاصی همچون رطوبت اولیه بالا، محتوای ماده آلی بیشتر و ساختار متخلخل‌تر، خاک‌های ریزبافت می‌توانند حتی در مراحل ابتدایی نیز نفوذ بیشتری از خود نشان دهند. این نتایج تأکید می‌کنند که رفتار نفوذ یک پدیده چندعاملی است و صرفاً با استفاده از یک متغیر نظیر بافت یا رطوبت اولیه قابل پیش‌بینی دقیق نیست. بنابراین، استفاده از رویکردهای چندمتغیره و مدل‌های فیزیکی–توزیعی مانند مدل ریچاردز یا مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین می‌تواند تصویر جامع‌تری از روابط پیچیده بین خصوصیات خاک و فرایند نفوذ ارائه دهد.

REFERENCES

An, L., Liao, K., & Liu, C. (2021). Responses of Soil Infiltration to Water Retention Characteristics, Initial Conditions, and Boundary Conditions. Land, 10(4), 361.

Bodhinayake, W., Si, B. C., & Noborio, K. (2004). Determination of hydraulic properties in sloping landscapes from tension and double-ring infiltrometers. Vadose Zone Journal, 3(3), 964-970.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). The nature and properties of soils (Vol. 13, pp. 662-710). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Green, W. H., & Ampt, G. A. (1911). Studies on Soil Phyics. The Journal of Agricultural Science, 4(1), 1-24.

Hillel, D. (1998). Environmental Soil Physics Academic Press. San Diego, CA

Liu, C., Chen, J., & Zhang, L. (2018). Effect of initial soil moisture content on infiltration characteristics of water-repellent clay loam. J. Drainage & Irrigation Machinery Engineering, 36(4), 354-361.

Liu, L., Fei, L., Chen, L., Hao, K., & Zhang, Q. (2021). Effects of initial soil moisture content on soil water and nitrogen transport under muddy water film hole infiltration. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 14(4), 182-189.

Luo, Y., Zhang, J., Zhou, Z., Aguilar-Lopez, J. P., Greco, R., & Bogaard, T. (2023). Effects of dynamic changes of desiccation cracks on preferential flow: experimental investigation and numerical modeling. Hydrology and Earth System Sciences, 27(3), 783-808.

Mesele, H., Grum, B., Aregay, G., & Berhe, G. T. (2024). Evaluation and comparison of infiltration models for estimating infiltration capacity of different textures of irrigated soils. Environmental Systems Research, 13(1), 26.

Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (1982). Methods of soil analysis, part II. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Reynolds, W. D., Bowman, B. T., Brunke, R. R., Drury, C. F., & Tan, C. S. (2000). Comparison of tension infiltrometer, pressure infiltrometer, and soil core estimates of saturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 64(2), 478-484.

Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. Soil science society of America Journal, 70(5), 1569-1578.

Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. Soil science society of America Journal, 70(5), 1569-1578.

Šimůnek, J. I. R. K. A., Van Genuchten, M. T., & Šejna, M. (2006). The HYDRUS software package for simulating two-and three-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media. Technical manual, version, 1, 241.

Thomas, G. W., & Sparks, D. L. (1996). Methods of Soil Analysis, Part 3-Chemical Methods. Soil Science Society of America, Madison, WI, 961-1009.

USDA (2022). Inherent Factors Affecting Soil Infiltration. NRCS.

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, 37(1), 29-38.

Wang, L., Zhong, C., Gao, P., Xi, W., & Zhang, S. (2015). Soil infiltration characteristics in agroforestry systems and their relationships with the temporal distribution of rainfall on the loess Plateau in China. PloS one, 10(4), e0124767.

Wei, L., Yang, M., Li, Z., Shao, J., Li, L., Chen, P., & Zhao, R. (2022). Experimental investigation of relationship between infiltration rate and soil moisture under rainfall conditions. Water, 14(9), 1347.

Yavari, M., Mohammadi, M. H., & Shahbazi, K. (2021). Comparison of some methods for measuring primary soil particle size distribution and introducing appropriate times for the four-reading method for determining soil texture. Iranian Journal of Soil and Water Research, 51(12), 2999-3015.

Zhai, Y., Kurexi, W., Wang, C., Zhu, C., Zhang, Z., & Li, Y. (2023). Modelling soil water infiltration and wetting patterns in variable Working-Head moistube irrigation. Agronomy, 13(12), 2987.

The Role of Initial Soil Moisture in Infiltration Rate Indices of Some Soils in a Semi-Arid Region

Mortaza Yavari[1*], Alireza Vaezi[2]

1-Ph.D student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran (Corresponding Author Email: mortazayavari90@gmail.com)

2- Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture. University of Zanjan, Zanjan, Iran

Abstract

Water infiltration into soil is one of the key processes in water resources management. Investigating infiltration under different moisture conditions and soil texture classes plays an important role in understanding soil behavior. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of initial moisture on the infiltration rate in medium- and fine-textured soils in the semi-arid region of Zanjan. For this purpose, 68 sites with sufficient variability in physical and chemical properties were selected. Field infiltration tests were conducted using the double-ring

infiltrometer method, and several soil physical and chemical characteristics were also measured. Based on the soil texture test results, two texture classes (medium and fine) were selected from the samples for infiltration analysis. Pearson correlation analysis indicated that in fine-textured soils, the mean final infiltration rate had the strongest association with initial moisture ($r = 0.46$), whereas in medium-textured soils, the relationship was stronger with the mean infiltration rate ($r = 0.36$). The findings also revealed that during the infiltration process, fine-textured soils—with higher average initial moisture and organic matter—exhibited greater infiltration rates compared with medium-textured soils.

Keywords: Final Infiltration Rate, Initial Soil Moisture, Semi-Arid Region, Soil Texture, Soil Water Infiltration.