



محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

مقایسه داده های دو نفوذ سنج مکشی و استوانه دوگانه در برآورد ویژگی های هیدرولیکی خاک به روش حل معکوس

پریسا مشایخی^{۱*} و محسن دهقانی^۲

^۱ اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

آگاهی از ویژگی های هیدرولیکی خاک در پیش بینی حرکت آب و املاح در خاک، کنترل شوری و مدیریت و برنامه ریزی آبیاری اهمیت زیادی دارد. در پژوهش حاضر از نرم افزار HYDRUS-2D/3D برای برآورد پارامترهای هیدرولیکی در سه بافت متفاوت خاک به روش معکوس، با استفاده از داده های نفوذ سنج مکشی و نفوذسنج استوانه های دوگانه، استفاده شد. برای ارزیابی پارامترهای هیدرولیکی برآورد شده به روش حل معکوس، از شاخص های ضریب همبستگی پیرسون (r)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSD)، اختلاف میانگین ها (MD)، و قدر مطلق خطای میانگین-ها (AMD) استفاده شد. نتایج نشان داد، مقادیر رطوبت حجمی برآورد شده توسط روش های حل معکوس با استفاده از داده های نفوذ سنج دوگانه همخوانی بیشتری با مقادیر رطوبت حجمی اندازه گیری شده داشت. مقادیر ضریب تبیین (R²) بین میزان رطوبت حجمی اندازه گیری شده و برآورد شده در روش حل عددی معکوس با استفاده از داده های نفوذسنج دوگانه و مکشی به ترتیب معادل ۰/۹۳۶۳ و ۰/۸۱۹۰ بود. در کل پارامترهای هیدرولیکی برآورد شده با استفاده از داده های نفوذسنج استوانه دوگانه، از خطای بسیار کمتری نسبت نفوذسنج مکشی برخوردار بودند.

کلمات کلیدی: پارامترهای هیدرولیکی، مدل سازی معکوس، نفوذ تجمعی، HYDRUS-2D/3D

مقدمه

آگاهی از ویژگی های هیدرولیکی خاک برای پیش بینی حرکت آب و املاح در خاک، مسائل مختلف آبیاری و زهکشی، تعیین نیاز آبی گیاهان، مقدار آب موجود در خاک، کنترل شوری و مدیریت و برنامه ریزی آبیاری اهمیت زیادی دارد (Alletto و همکاران، ۲۰۱۵).

منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع از جمله مهم ترین ویژگی های هیدرولیکی خاک در بررسی حرکت آب در خاک به شمار می آیند که هم در رابطه با مدیریت آب و خاک و هم درباره سایر ویژگی های فیزیکی خاک مانند رطوبت قابل استفاده، تخلخل خاک و توزیع اندازه منافذ، اطلاعات سودمندی ارائه می کنند (Scharnagl و همکاران، ۲۰۱۱).

معمول ترین روش تعیین ویژگی های هیدرولیکی خاک، روش مستقیم اندازه گیری آنها در آزمایشگاه است که استفاده از آنها بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشد. از طرفی، در بیش تر روش های آزمایشگاهی از نمونه های کوچک به حجم ۱۰۰ تا ۵۰۰ سانتی متر مکعب استفاده می شود. بنابراین استفاده از اندازه گیری های انجام شده در این مقیاس هر چند هم که دقیق صورت گرفته باشد، به سختی برای مقیاس های بزرگ مزرعه ای قابل تعمیم است. افزون بر این، به علت تغییرپذیری مکانی و زمانی زیاد این ویژگی ها، تعداد نمونه های زیادی برای توصیف دقیق آنها در شرایط مزرعه نیاز است (Asgarzadeh و همکاران، ۲۰۱۴). در بسیاری از موارد برای انجام اندازه گیری ها به روش مستقیم نیاز به ایجاد یک شرایط مرزی و اولیه مشخص است که پیاده سازی آن به ویژه در مقیاس مزرعه دشوار است و شرایط جریان نیز می بایست در طول آزمایش پایدار باشد (Abd Rashid و همکاران، ۲۰۱۵).

بنابراین پژوهشگران برای برآورد ویژگی های هیدرولیکی خاک، به سمت روش های غیرمستقیم روی آوردند. که یکی از آنها روش حل معکوس است. روش حل معکوس (Inverse solution)، فرآیندی است که در آن به طور متوالی پارامترهای هیدرولیکی خاک به طریقی تعدیل و تنظیم می شوند که مدل با دقت مناسب و قابل قبولی قادر به تخمین پاسخ سیستم مورد بررسی در دوره زمانی مشخص باشد. مدل سازی معکوس معمولاً شامل تخمین ویژگی های هیدرولیکی خاک با استفاده از حل عددی مکرر معادله ریچاردز می باشد (Vrugt و همکاران، ۲۰۰۸). معادله ریچاردز برای جریان آب در خاک به شکل زیر است:

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} = \nabla [K(h) \nabla (h + z)] \quad (1)$$

* ایمیل نویسنده مسئول: mashayekhi_enj@yahoo.com



که در این معادله $C(h)$ به گنجایش ویژه رطوبتی خاک $[L^{-1}]$ معروف است و نشان‌دهنده‌ی شیب منحنی نگهداشت آب خاک (SWCC) است h بار ماتریک آب خاک (پتانسیل ماتریک $[L^{-1}]$ می‌باشد t : زمان $[T]$ ، K هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک $[L T^{-1}]$ ، و z نشان‌دهنده بار ثقلی $[L]$ است. Greeb و همکاران (۲۰۰۹) و Vereecken و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که ویژگی‌های هیدرولیکی که به صورت معکوس از طریق اندازه‌گیری‌های درجا (in situ measurements) شامل میزان اندازه‌گیری رطوبت خاک و یا پتانسیل ماتریک در شرایط طبیعی و واقعی برآورد می‌شوند، بسیار بهتر از اندازه‌گیری‌های انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی و توابع انتقالی، شرایط جریان آب در خاک را توصیف می‌کنند. در پژوهش‌های انجام شده در سال‌های اخیر نفوذسنج‌های دیسکی و استوانه دوگانه، به عنوان روش‌های اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک و تعیین پارامترهای نفوذ استفاده شده‌اند. هم‌چنین در مطالعات تفصیلی خاک‌شناسی صورت‌گرفته در کشور، روش نفوذسنج‌های استوانه دوگانه به عنوان روش استاندارد اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک مورد استفاده قرار گرفته است. این امر منجر به آن شده است که داده‌های اندازه‌گیری شده نفوذ آب به خاک به این روش به آسانی و فراوانی در اختیار پژوهش‌گران قرار گیرد (Ghorbani Dashtaki et al., 2009).

هایدروس (HYDRUS) یک برنامه پیشرفته تحت ویندوز برای تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی حرکت آب، املاح و گرما در خاک بوده و قادر به برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک و یا پارامترهای انتقال املاح به روش حل معکوس می‌باشد. این برنامه توسط Simunek و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشگاه شوری خاک ایالات متحده پی‌ریزی شده که در بسیاری از پژوهش‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی برای بهینه‌سازی و برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک به روش حل معکوس مورد استفاده قرار گرفته و نتایج آن نسبتاً رضایت‌بخش بوده است (Mashayekhi و همکاران، ۲۰۱۶، Alletto و همکاران، ۲۰۱۵ و Pollalis and Valiantzas, ۲۰۱۵).

از آنجا که استفاده از نفوذسنج‌های استوانه دوگانه و نفوذسنج مکشی از روش‌های معمول و نسبتاً متداول اندازه‌گیری نفوذ تجمعی آب به خاک در مقیاس میدانی هستند، پژوهش حاضر با هدف مقایسه پارامترهای هیدرولیکی خاک به دست آمده از روش حل معکوس با استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی اندازه‌گیری شده در دو آزمایش نفوذ سنج مکشی و نفوذ سنج استوانه مضاعف و با کمک نرم افزار HYDRUS2D-3D، در سه نوع بافت متفاوت خاک (بافت ریز، متوسط و درشت) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، آزمایش نفوذ آب به خاک با استفاده از نفوذسنج‌های استوانه دوگانه و نفوذ سنج مکشی، در سه منطقه از استان اصفهان با بافت‌های متفاوت (منطقه دشتی با بافت متوسط، منطقه سرش بادران با بافت درشت و منطقه رودشت با بافت ریز) و هر آزمایش در ۳ تکرار انجام گرفت. سپس با حفر خاک رخ در هر منطقه، از قسمت میانی لایه‌های ۱۰-، ۳۰-۱۰، و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و برخی ویژگی‌های فیزیکی در سه تکرار در این خاک‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین منحنی مشخصه رطوبتی خاک با استفاده از دستگاه جعبه‌ی شن برای مکش‌های کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر و دستگاه صفحه فشار برای مکش‌های ۱۰۰ تا ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و پارامترهای مدل ون گنوختن با برازش این مدل بر داده‌های اندازه‌گیری شده منحنی مشخصه رطوبتی خاک توسط نرم افزار RETC به دست آمد. برای شبیه‌سازی نفوذ غرقابی آب به خاک در هر دو آزمایش نفوذ سنج استوانه دوگانه و مکشی، از نرم افزار HYDRUS-2D/3D استفاده شد. بدین منظور، محدوده خاک مرطوب در زیر استوانه‌های دوگانه به صورت یک ناحیه متقارن حول محوری به مرکزیت استوانه داخلی در نظر گرفته شد. شعاع استوانه‌های داخلی و خارجی به ترتیب ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر، عمق جای‌گذاری استوانه‌ها در خاک ۱۰ سانتی‌متر و عمق خاک ۱۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. شرط مرز ورودی برای استوانه‌های داخلی و خارجی، بار آبی ثابت (ارتفاع آب روی سطح خاک برابر ۱۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد که برای استوانه داخلی ثابت و برای استوانه بیرونی با گذشت زمان متغیر و با تغییر جزئی (نزدیک به صفر) بود. شرایط مرزی برای محدوده سطح خاک در خارج از استوانه‌ها به صورت اتمسفری، تعریف شد. همچنین دیواره استوانه‌ها شرایط بدون جریان و برای مرز پایینی (عمق خاک) زهکشی آزاد تعریف شد. برای پیاده‌سازی شرایط آزمایش نفوذسنج مکشی، محدوده خاک مرطوب در زیر صفحه نفوذسنج، به صورت یک ناحیه متقارن حول محوری به مرکزیت صفحه در نظر گرفته شد. ابعاد شبیه‌سازی ۱۰۰ سانتی‌متر در ۱۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. شرایط مرزی برای محدوده زیر دیسک به صورت جریان متغیر (Variable flux)، برای سایر مرزها به صورت بدون جریان (No flux) و برای مرز پایینی (عمق خاک) زهکشی آزاد (Free drainage) تعریف شد. همچنین شرایط اولیه برای شبیه‌سازی حرکت آب در خاک برای این آزمایش براساس رطوبت اولیه اندازه‌گیری شده در خاک تعریف شد.

در این شبیه سازی ها، برای کمی نمودن ویژگی های هیدرولیکی خاک در معادله ریچاردز، از مدل ون گنوختن معلم با فرض $m = 1 - 1/n$ استفاده شد. پارامترهای معادله ون گنوختن با استفاده از نقاط منحنی مشخصه رطوبتی اندازه گیری شده در آزمایشگاه و به کمک نرم افزار RETC در هر نمونه خاک برآورد شدند. سپس برای مقایسه پارامترهای هیدرولیکی برآورد شده به روش حل معکوس در دو شبیه سازی انجام شده با پارامترهای هیدرولیکی اندازه گیری شده، از شاخص های ضریب همبستگی پیرسون (r)، ریشه میانگین مربعات انحراف ها ($m^3 m^{-3}$) (RMSD)، اختلاف میانگین ها ($m^3 m^{-3}$) (MD)، میانگین مربعات انحراف ها ($m^3 m^{-3}$) (MSD) استفاده شد. همچنین میزان رطوبت موجود در خاک با استفاده از پارامترهای هیدرولیکی اندازه گیری شده و رطوبت تخمینی با استفاده از پارامترهای هیدرولیکی به دست آمده از روش حل معکوس در دو شبیه سازی انجام گرفته به کمک نرم افزار HYDRUS2D-3D، مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی های فیزیکی اندازه گیری شده در خاک های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس درصد ذرات اولیه خاک تعیین شده (با استفاده از سیستم طبقه بندی اندازه ذرات وزارت کشاورزی آمریکا)، خاک های مورد مطالعه در سه کلاس متفاوت شامل رس سیلتی (Silty Clay) (بافت ریز)، لوم (Loam) (بافت متوسط) و لوم شنی (Sandy Loam) (بافت درشت) قرار گرفتند.

جدول ۱. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

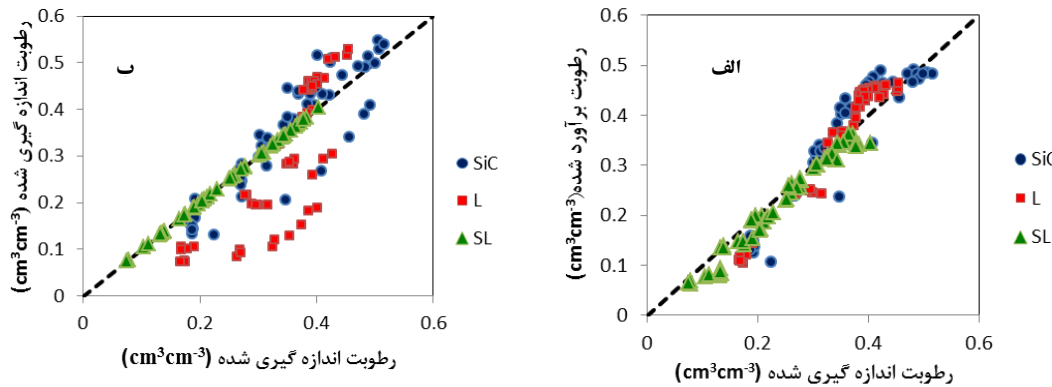
شماره خاک	عمق (cm)	کلاس بافتی خاک	رس (%)	سیلت (%)	درصد سنگریزه	شن (%)	K_s ($cm \min^{-1}$)	چگالی ظاهری ($gr \ cm^{-3}$)	θ_s ($cm^3 \ cm^{-3}$)	FC ($cm^3 \ cm^{-3}$)	PWP ($cm^3 \ cm^{-3}$)
۱-۱۰		رس سیلتی	۴۲	۴۸	۱۵	۱۰	۰/۰۰۱	۱/۲۱	۰/۵۱۱	۰/۳۹۰	۰/۱۹۱
۱	۱۰-۳۰	رس سیلتی	۴۰	۴۶	۱۲	۱۴	۰/۰۰۵	۱/۳۱	۰/۵۰۳	۰/۳۸۷	۰/۱۸۴
	۳۰-۶۰	رس سیلتی	۴۰	۴۶	۱۲	۱۴	۰/۰۰۵	۱/۴۰	۰/۵۱۰	۰/۳۸۵	۰/۱۷۹
	۰-۱۰	لوم	۲۶	۴۴	۱۰	۳۰	۰/۰۰۸	۱/۴۵	۰/۴۴۳	۰/۳۳۳	۰/۱۸۱
۲	۱۰-۳۰	لوم	۲۶	۴۱	۸	۳۳	۰/۰۱۲	۱/۵۶	۰/۴۱۴	۰/۳۵۴	۰/۱۷۶
	۳۰-۶۰	لوم	۲۷	۴۲	۱۰	۳۱	۰/۰۰۹	۱/۶۱	۰/۴۴۳	۰/۳۳۱	۰/۱۸۰
	۰-۱۰	لوم شنی	۷	۴۹	-	۴۴	۰/۰۶۰	۱/۵۹	۰/۳۹۵	۰/۲۲۰	۰/۱۱۲
۳	۱۰-۳۰	لوم شنی	۷	۴۷	-	۴۶	۰/۰۸۰	۱/۶۶	۰/۳۸۶	۰/۲۵۲	۰/۱۲۱
	۳۰-۶۰	لوم شنی	۸	۴۷	-	۴۵	۰/۰۴۰	۱/۷۶	۰/۳۷۶	۰/۲۰۱	۰/۰۸۹

جدول ۲ نتایج حاصل از ارزیابی منحنی مشخصه رطوبتی خاک به دست آمده از پارامترهای هیدرولیکی خاک برآورد شده با روش معکوس در دو آزمایش نفوذ سنج مکشی و استوانه دوگانه را در مقایسه با پارامترهای هیدرولیکی اندازه گیری شده، نشان می دهد. همان طور که مشخص است، منحنی مشخصه رطوبتی حاصل از پارامترهای هیدرولیکی به دست آمده از روش معکوس در آزمایش نفوذسنج استوانه های دوگانه، دارای میزان خطا و انحراف کمتری نسبت به مقادیر اندازه گیری شده در آزمایشگاه بوده است. Ramos و همکاران (۲۰۰۶) با مقایسه پارامترهای هیدرولیکی خاک مدل معلم ون گنوختن به دست آمده از آزمایش مستقیم و در محل (نفوذ آب به خاک از طریق نفوذسنج مکشی) بر روی چهار نوع بافت خاک از درشت به ریز، همخوانی خوبی بین SWCC اندازه گیری شده به روش های آزمایشگاهی و میدانی مشاهده نمودند. با این وجود در پژوهش حاضر، منحنی مشخصه رطوبتی برآورد شده با استفاده از داده های نفوذسنج مکشی دقت پایینی نسبت به داده های برآورد شده به وسیله نفوذسنج استوانه های دوگانه داشت. این یافته با نتایج حاصل از پژوهش های Šimůnek و همکاران (۱۹۹۸) همخوانی دارد. این پژوهشگران نیز همبستگی ضعیفی بین SWCC به دست آمده از روش مدل معکوس با استفاده از داده های نفوذسنج مکشی و اندازه گیری های آزمایشگاهی (به روش مستقیم) گزارش نمودند.

جدول ۲- ارزیابی آماری منحنی‌های مشخصه رطوبتی برآورد شده برای خاک‌های مورد مطالعه

رتبه	MPearson	RMSD	MSD	MD	
۱	۰/۹۸۸	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۸۳	روش معکوس در آزمایش استوانه‌های دوگانه
۲	۰/۹۵۸	۰/۰۷۸	۰/۰۰۹	-۰/۰۴۸	روش معکوس در آزمایش نفوذسنج مکشی

شکل ۳ پراکنش مقادیر رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده و برآورد شده توسط روش‌های حل معکوس در دو شبیه‌سازی انجام گرفته را در اطراف خط یک به یک برای نمونه خاک‌های مورد آزمایش نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، هم‌خوانی بیشتری بین داده‌های رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده و تخمین زده شده به روش حل معکوس با استفاده از داده‌های آزمایش استوانه‌های دوگانه دیده می‌شود. ضریب تبیین (R^2) بین میزان رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده و تخمین زده شده در مورد داده‌های به دست آمده از روش استوانه‌های دوگانه معادل ۰/۹۳۶۳ و برای داده‌های نفوذسنج مکشی ۰/۸۱۹۰ بود.



شکل ۳- پراکنش مقادیر رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده و برآورد شده توسط روش‌های استوانه‌های دوگانه (الف)، نفوذ سنج مکشی (ب)

در پژوهش حاضر علت این اختلاف احتمالاً تفاوت در ابعاد آزمایش‌ها است. در آزمایش استوانه‌های دوگانه حجم بسیار بیشتری از خاک در حرکت آب در خاک درگیر می‌شود. همچنین عمق پیش روی آب در خاک بسیار بیشتر از آزمایش نفوذسنج مکشی است. به گونه‌ای که در پایان شبیه‌سازی نفوذ آب به خاک در پایان آزمایش نفوذسنج مکشی، جبهه رطوبتی نهایتاً تا عمق نه تا ده سانتی متری پیش‌روی کرده بود؛ در حالی‌که نفوذ آب در خاک در آزمایش استوانه‌های دوگانه به عمق چهل سانتی متری هم رسید. بنابراین به نظر می‌رسد که داده‌های نفوذ جمع‌آوری شده در آزمایش نفوذ-سنج مکشی تنها برای بهینه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی خاک در ناحیه زیر دیسک مناسب است. از آنجا که در این پژوهش ویژگی‌های هیدرولیکی در سه لایه خاک (از سطح خاک تا عمق شصت سانتی متر) اندازه‌گیری و در نظر گرفته شده است، این یافته می‌تواند عامل ایجاد اختلاف بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه و بهینه‌سازی شده توسط داده‌های آزمایش نفوذسنج مکشی باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، پارامترهای هیدرولیکی برآورد شده به روش حل عددی معکوس از دقت قابل قبولی در مقایسه با داده‌های اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه برخوردار بودند؛ همچنین پارامترهای هیدرولیکی و در نتیجه میزان رطوبت برآورد شده با استفاده از داده‌های نفوذسنج استوانه دوگانه از دقت بالاتری نسبت به داده‌های حاصل از نفوذسنج مکشی برخوردار بودند که دلیل این امر درگیر بودن حجم بیشتری از خاک در جریان و نفوذ آب بوده است که امکان شبیه‌سازی بهتر را در محیط نرم‌افزار فراهم کرده است. از آنجایی‌که ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در



روش‌های حل عددی معکوس از طریق اندازه‌گیری‌های درجا شامل اندازه‌گیری مقدار رطوبت و یا پتانسیل ماتریک خاک در شرایط طبیعی و واقعی برآورد می‌شوند، شرایط جریان آب در خاک را بسیار بهتر از اندازه‌گیری‌های انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی و توابع انتقالی توصیف می‌کنند. در کل با توجه به آنچه که گفته شد؛ به نظر می‌رسد استفاده از داده‌های نفوذ سنج استوانه دوگانه جایگزین مناسبی برای روش‌های مستقیم آزمایشگاهی دربرآورد دقیق و قابل قبول پارامترهای هیدرولیکی خاک باشد.

منابع

- Alletto, L., Pot, V., Giuliano, S., Costes, M., Perdrieux, F. and Justes, E. 2015. Temporal variation in soil physical properties improves the water dynamics modeling in a conventionally-tilled soil. *Geoderma*, 243(244), 18–28.
- Asgarzadeh, H., Mosaddeghi, M.R., Dexter, A.R., Mahboubi, A.A. and Neyshabouri, M.R. 2014. Determination of soil available water for plants: consistency between laboratory and field measurements. *Geoderma*, 226–227, 8–20
- Ghorbani Dashtaki, Sh., Homae, M., Mahdian, M.H. and Kouchakzadeh, M. 2009. Site-dependence performance of infiltration models. *Water Resources Management*, 23, 2777–2790.
- Gribb, M. M., Forkutsa, I., Chandler, D. G. and McNamara, J. P. 2009. The Effect of Various Soil Hydraulic Property Estimates on Soil Moisture Simulations. *Vadose Zone Journal*, 8, 321–331.
- Mashayekhi, P., Ghorbani-Dashtaki, S., Mosaddeghi, M.R., Shirani, H., and Mohammadi Nodoushan, A.R. 2016. Different scenarios for inverse estimation of soil hydraulic parameters from double-ring infiltrometer data using HYDRUS-2D/3D. *International Agrophysics*, 30(2), 203-210.
- Pollalis, E.D and Valiantzas, J.D. 2015. Isolation of a 1D infiltration time interval under ring infiltrometers for determining sorptivity and saturated hydraulic conductivity: numerical, theoretical, and experimental approach. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 141(2), 1-10.
- Ramos, T., Gonçalves, M., Martins J. van Genuchten, M.Th. and Pires, F. 2006. Estimation of soil hydraulic properties from numerical inversion of tension disk infiltrometer data. *Vadose Zone Journal*, 5 (2), 684–696.
- Scharnagl, B., Vrugt, J. A., Vereecken, H. and Herbst, M. 2011. Inverse modeling of in situ soil water dynamics: investigating the effect of different prior distributions of the soil hydraulic parameters. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 3043–059.
- Šimůnek, J., Wang, D., Shouse, P.J. and van Genuchten, M.Th. 1998. Analysis of field tension disk infiltrometer data by parameter estimation. *Agrophysics*, 12,167-180
- Šimůnek, J., Šejna, M. and van Genuchten, M.Th. 1999. HYDRUS-2D software for simulating water flow and solute transport in two-dimensional variably saturated media. Version 2.0. *Int. Ground Water Model. Ctr.*, Colorado School of Mines, Golden.
- Vereecken, H., Weynants, M., Javaux, M., and van Genuchten, M.Th. 2010. Using pedotransfer functions to estimate the van Genuchten–Mualem soil hydraulic properties: A review *Vadose Zone Journal*, 9,795–820.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Physics and Plant Growth

Comparison of using double-ring and tension disk infiltrometers data for soil hydraulic properties estimation via inverse solution

Mashayekhi^{*1}, P and Dehghani, M²

^{1&2}. Scientific members of Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Isfahan, Iran

Abstract

Knowledge of soil hydraulic properties is very important in water and salts movement predicting and control and management of salinity and irrigation. In this study, HYDRUS2D/3D software was used to estimate the hydraulic parameters via inverse modeling using double-ring and tension disk infiltrometers data in 3 different soil textures. The accuracy and reliability of the predictions were evaluated by the mean difference (MD, m³ m³), the absolute value of mean differences (AMD, m³ m⁻³), the mean deviation of the root of mean squared differences (RMSD, m³ m⁻³) and the Pearson's correlation coefficient (r). Based on statistical evaluations, there was a good agreement between the soil water content values measured in the soil profile and those predicted using double-ring data by inverse modeling. The values of the coefficient of determination (R²) between the measured water content and the inverse estimated using double-ring and tension disk infiltrometers data were 0.9363 and 0.8190, respectively. In general, the inverse estimated hydraulic parameters using double-ring data had much less error than those estimated using the tension disk data.

Keywords: Cumulative infiltration, HYDRUS2D/3D, Inverse modeling, Soil hydraulic parameters