



بررسی دقت مدل‌های مختلف منحنی مشخصه آب خاک در بافت‌های متفاوت

ناهید پورعبداللہ^۱، جهانگیر عابدی کوپایی^۲، شهاب انصاری^۱

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Email: Nahid7760@yahoo.com

چکیده

جذب آب توسط گیاهان علاوه بر میزان رطوبت خاک، وابسته به پتانسیل ماتریک خاک است. رابطه بین رطوبت و مکش ماتریک خاک با منحنی مشخصه آب خاک بیان می‌شود. مدل‌های بسیاری برای توصیف این منحنی براساس داده‌های تجربی ارائه شده اما به ندرت دقت آن‌ها در برآورد منحنی مذکور برای بافت‌های مختلف بررسی شده است. در این پژوهش از اطلاعات مکش-رطوبت ۱۶ نمونه خاک با بافت‌های مختلف در اطراف ایستگاه جنگلی در مرکز فنلاند استفاده شده است. تعداد ۹ مدل معروف و پرکاربرد منحنی مشخصه آب خاک بر داده‌های تجربی مذکور برازش داده شدند. دقیق‌ترین مدل یک مرتبه برای کل داده‌ها و یک مرتبه برای هر گروه بافتی بر اساس معیارهای ریشه میانگین مربعات خطا، ضریب تبیین و میانگین خطا انتخاب شد. نتایج نشان داد مدل‌های ون گنوختن معلم، ون گنوختن، گاردنر و براتسارت به ترتیب بیشترین و مدل بروکس-کوری کمترین دقت را در برآورد منحنی مشخصه آب خاک داشتند.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، منحنی مشخصه آب خاک.

مقدمه

منحنی مشخصه آب خاک (SWCC) رابطه بین مکش ماتریک و درصد رطوبت خاک است. از این منحنی برای تعیین آب قابل دسترس گیاه در طراحی سیستم‌های آبیاری و زهکشی، تعیین زمان آبیاری و مسایل مربوط به حرکت آب و املاح در خاک استفاده می‌شود (کرن، ۱۹۹۵؛ رومانو و چریکو، ۲۰۰۴). تعیین این منحنی از طریق اندازه‌گیری دشوار، پرهزینه وقت‌گیر است. از اینرو کاربرد مدل‌های مختلف جهت برآورد آن مورد توجه متخصصین قرار گرفته است. هر یک از این مدل‌ها ویژگی‌های مختلفی داشته و از نظر پارامترهای مورد استفاده نیز متفاوت می‌باشند. مدل گاردنر (۱۹۵۶) از اولین مدل‌های تحلیلی پیش‌بینی SWCC با چهار پارامتر است و حالت پیوسته‌ای از منحنی مذکور را ارائه می‌کند. هر چند این معادله در اصل ابزاری برای مدل‌سازی ضریب نفوذپذیری خاک غیر اشباع می‌باشد، برای مدل‌سازی منحنی مشخصه آب-خاک نیز تعدیل شده است (بیات و همکاران، ۱۳۹۲). مدل بروکس-کوری (۱۹۶۴) نیز یکی از اولین مدل‌های ایجاد شده برای برآورد SWCC است. پارامترهای آن مفهوم فیزیکی دارند و اثر پارامترهای مدل را به سادگی می‌توان روی منحنی مشاهده کرد، اما این مدل منحنی پیوسته‌ای را ارائه نمی‌کند. کمپل (۱۹۷۴) مدل سه پارامتری را ارائه نمود که مکش نقطه ورود هوا به خاک را یک نقطه شکست منحنی فرض کرده است در حالی که در خاک‌های ریز بافت این شکست وجود ندارد. مدل ونگنوختن (۱۹۸۰) یکی از رایج‌ترین مدل‌ها برای برآورد SWCC است که پارامترهای آن مفهوم فیزیکی داشته و شکل سیگموئیدی و پیوسته‌ای از منحنی را برآورد می‌کند. از مزایای این مدل می‌توان انعطاف‌پذیری زیاد و استفاده از دامنه مکش‌های زیاد و قابلیت برازش بر خاک‌های متفاوت را نام برد (بیات و همکاران، ۱۳۹۲). مدل تحلیلی تانی (۱۹۸۲) دارای دو پارامتر برازشی است که بر موقعیت و شکل منحنی اثر دارند، لیکن نمی‌توان اثر هر پارامتر را به صورت مجزا از هم تشخیص داد. به همین علت برازش آن دشوار است. ولی انعطاف‌پذیری آن بالا است و یک منحنی پیوسته را ارائه می‌دهد. مک‌کی و بامب (۱۹۸۴) نیز یک مدل نمایی با دو پارامتر برای SWCC ارائه کردند که به نام مدل بولتزمن معروف شد. نقص مدل بولتزمن این است که پارامترهای آن بر شکل و موقعیت منحنی اثر دارند و باعث افزایش نقاط حداقل موضعی در هنگام برازش منحنی می‌شوند و نمی‌توان اثر آن‌ها را بر منحنی از هم تفکیک کرد. این موضوع باعث دشواری برازش منحنی می‌شود (سیلرز و همکاران، ۲۰۰۱).

همه مدل‌هایی که در بالا به آن اشاره شد تک نمایی بودند، اما دورنر و سکی (۱۹۹۴) با ارائه مدل‌های دو نمایی بر پایه توزیع ناهمسان منافذ خاک نشان دادند که با تعداد پارامترهای بیشتر دقت برازش افزایش خواهد یافت. مدل دورنر (۱۹۹۴) بر پایه مدل ونگنوختن و مدل سکی بر پایه مدل توزیع لگ نرمال منافذ خاک استوار است. سکی (۲۰۰۷) با انجام مقایسه‌ای بین نتایج مدل‌های دورنر، ونگنوختن، بروکس-کوری و کازوگی مشاهده کرد که مدل سکی بر پایه ریشه میانگین مربعات خطا دارای بیشترین دقت بوده و به دنبال آن به ترتیب مدل‌های دورنر، ونگنوختن، کازوگی و بروکس-کوری قرار داشتند.

بیات و همکاران (۱۳۹۲) مدل‌های مختلف منحنی مشخصه آب و خاک را به داده‌های برداشت شده از ۷۵ نمونه خاک با بافت‌های مختلف برازش دادند و به این نتیجه رسیدند که در بین آن‌ها مدل بروکس-کوری، کازوگی و گاردنر کمترین و مدل ون گنوختن بیشترین دقت را داشتند. با وجود موارد بیان شده، هر چند مدل‌های فیزیکی بسیاری برای توصیف SWCC و برازش بر داده‌های تجربی آن ارائه شده، اما به ندرت اثر کلاس بافت خاک بر قابلیت برازش آن‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. بنابراین هدف این پژوهش انتخاب بهترین مدل برای گروه‌های بافتی متفاوت و بررسی اثر کلاس بافت خاک بر برازش آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از اطلاعات منحنی مشخصه آب خاک ۱۶ نمونه خاک با بافت مختلف مربوط به اطراف ایستگاه جنگلی هیتیلای در مرکز فنلاند استفاده شد (Gimenez et al, 2001). اکثر نمونه‌ها دارای بافت درشت بودند و در قالب چهار کلاس بافت شنی، لوم شنی، شن لومی و سیلتی لومی و هر بافت شامل چهار نمونه دسته بندی شدند. ۹ مدل منحنی مشخصه (جدول ۱) به داده‌های مذکور برازش داده شد و نتایج مقایسه گردید. انتخاب مدلی با بالاترین دقت برازش بر پایه آماره‌های ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و میانگین خطا (ME) برای دو حالت در نظر گرفتن کل نمونه‌های خاک و در نظر گرفتن هر کلاس بافتی به طور جداگانه انجام شد. آماره ME برای نشان دادن بیش برازشی یا کم برازشی مدل‌ها به کار رفت، به همین دلیل برای رتبه‌بندی مدل‌ها از آن استفاده نشد. از طرفی R^2 در ارزیابی اعتبار مدل‌ها می‌تواند فریب‌دهنده باشد و R^2 نزدیک به واحد الزاماً بر انطباق مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر پیش‌بینی شده دلالت نمی‌کند. به عبارت دیگر بالا بودن R^2 دلیلی بر کمتر بودن خطا نیست (Buchan et al, 1993). به همین دلیل مدل‌ها بر حسب کم بودن RMSE مرتب شدند ولی چون در غالب مطالعات از R^2 استفاده می‌شود برای مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج سایر پژوهش‌ها این آماره نیز محاسبه شد. برای گروه‌بندی مدل‌ها از نظر آماره‌های R^2 و RMSE مقایسه میانگین بین مدل‌ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. برای برازش مدل‌ها نیز از زیربرنامه Solver در نرم‌افزار Excel استفاده شد.

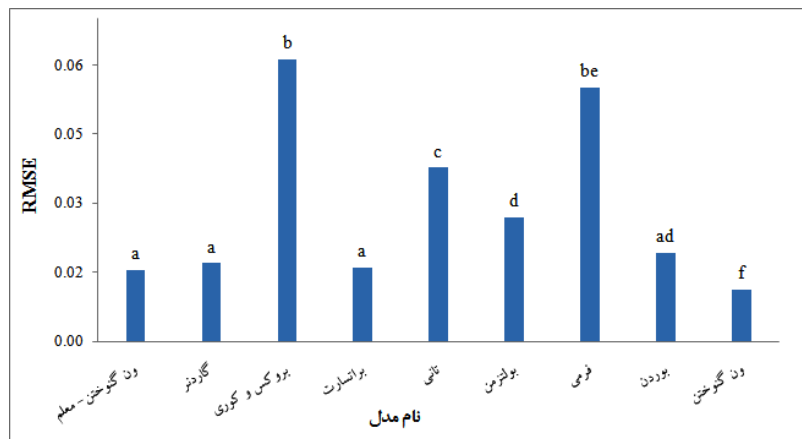
جدول ۱- مدل‌های مختلف منحنی مشخصه آب خاک استفاده شده در این پژوهش

پارامترها	معادله	مدل
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \frac{1}{1 + a\psi^n}$	گاردنر (۱۹۵۶)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left(\frac{\psi}{a}\right)^{-n}$	بروکس-کوری (۱۹۶۴)
$\theta_r, \theta_s, a, n, m$	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \frac{1}{(1 + (a\psi)^n)^m}$	ون گنوختن (۱۹۸۰)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \frac{1}{1 + \left(\frac{\psi}{a}\right)^n}$	تانی (۱۹۸۲)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \exp\left(\frac{a - \psi}{n}\right)$	بولتزمن (۱۹۸۴)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left(1 / \left(1 + \exp\left(\frac{a - \psi}{n}\right)\right)\right)$	فرمی (۱۹۸۷)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left(1 / \left(1 + (a\psi)^n\right)^{1-\frac{1}{n}}\right)$	ون گنوختن-معلم (۱۹۷۶)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \frac{1}{1 + \left(\frac{\psi}{a}\right)^n}$	برتسارت (۱۹۶۶)
θ_r, θ_s, a, n	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left(1 / \left(1 + (a\psi)^n\right)^{1-\frac{2}{n}}\right)$	بردین (۱۹۵۳)

در تمامی مدل‌های جدول فوق، θ رطوبت حجمی خاک، θ_s رطوبت اشباع در مکش صفر، θ_r رطوبت باقیمانده در مکش ۱۵۰۰ کیلو پاسکال و ψ مکش خاک (کیلو پاسکال) را نشان می‌دهند. در مدل گاردنر پارامتر a در ارتباط با مکش ورود هوا به خاک و هم واحد مکش است. در مدل بروکس - کوری پارامتر λ شاخص توزیع اندازه منافذ خاک است. در مدل ون گنوختن، پارامتر a معکوس مکش ورود هوا به خاک و پارامتر n در ارتباط با توزیع اندازه منافذ خاک و m پارامتر عدم تقارن مدل است. در مدل تانی پارامتر a در ارتباط با مکش ورود هوا به خاک و هم واحد مکش است و پارامتر n مکش در نقطه عطف منحنی است. در مدل فرمی پارامتر a برابر با مکش خاک در حالتی که درجه اشباع موثر برابر با ۰/۵ باشد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین آماره‌های مدل‌ها در برازش منحنی مشخصه آب خاک برای کل نمونه‌های خاک در شکل ۱ و جدول ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج، مدل‌های ون گنوختن، ون گنوختن معلم، براتسارت و گاردنر به ترتیب در بالاترین سطح دقت از نظر R^2 و RMSE قرار دارند. مدل‌های بروکس - کوری، تانی و فرمی در بین مدل‌های استفاده شده دقت ضعیفی در برازش داده‌های از خود نشان دادند. همچنین مدل‌های بروکس - کوری و فرمی از نظر R^2 تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) با سایر مدل‌ها داشتند. دقت کم مدل بروکس - کوری در برازش را می‌توان به این دلیل دانست که هر اندازه منافذ یکنواخت‌تر باشند مقدار پارامتر n بزرگتر خواهد شد.



شکل ۱- مقایسه RMSE مدل‌های مختلف برای کل نمونه‌های خاک

جدول ۲- دقت برازش مدل‌ها برای پیش‌بینی SWCC برای کل نمونه‌های خاک

مدل	ME	R^2
ون گنوختن	-۰/۰۰۰۶ab	۰/۹۹۲a
ون گنوختن - معلم	-۰/۰۰۲۷a	۰/۹۹۰a
براتسارت	۰/۰۰۱۱bd	۰/۹۸۹a
گاردنر	۰/۰۰۱۵b	۰/۹۸۶a
بوردن	-۰/۰۰۶۶ac	۰/۹۸۴acd
بولتزمن	۰/۰۰۳۷f	۰/۹۷۱cd
تانی	۰/۰۰۱۴bef	۰/۹۵۷c
فرمی	۰/۰۰۸۰abf	۰/۹۲۲e
بروکس و کوری	-۰/۰۰۷۵c	۰/۸۳۶b

مقایسه میانگین آماره‌های مدل‌ها در برازش منحنی مشخصه آب خاک برای کلاس‌های مختلف بافتی در جدول ۳ و شکل ۲ نشان داده شده است. در کلاس بافت شنی، مدل‌های ون گنوختن، ون گنوختن معلم، براتسارت و گاردنر به ترتیب در بالاترین سطح دقت از نظر R^2 و RMSE قرار داشتند و بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نشده. از سوی دیگر در این بافت کمترین R^2 در مدل بروکس-کوری مشاهده گردید. پتیل و همکاران (۲۰۱۲) و بیات و همکاران (۱۳۹۲) نیز در پژوهش‌های خود نشان دادند که مدل ون گنوختن نسبت به مدل بروکس-کوری برتری دارد. بیات و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی کل نمونه‌های خاک در پژوهش خود عنوان کردند که مدل‌های بروکس-کوری و گاردنر در غالب حالت‌های مورد مطالعه دقت پایینی دارند و غالباً تفاوت آن‌ها با سایر مدل‌ها معنی‌دار بوده و این مدل‌ها دارای بیشترین پراکندگی در R^2 و RMSE می‌باشند. براساس مطالعه حاضر نیز مدل بروکس-کوری از دقت کمی برخوردار بود.

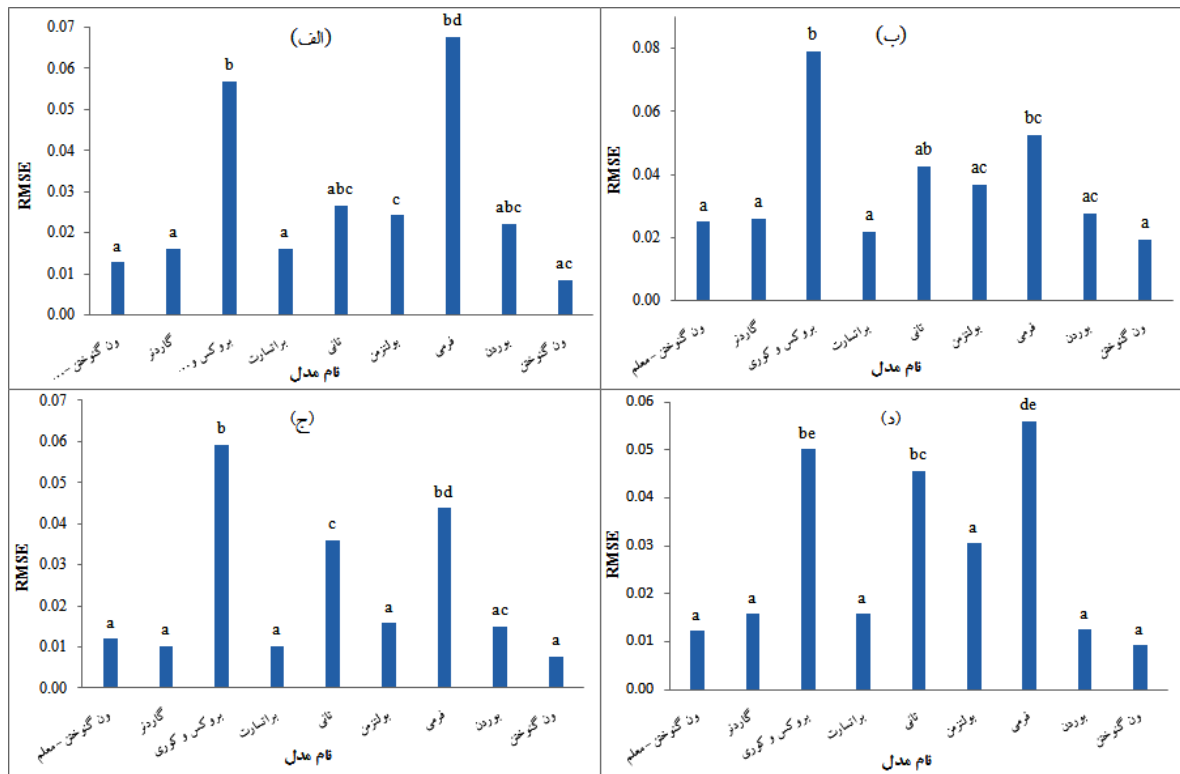
در کلاس بافت شن لومی، مدل‌های ون گنوختن، ون گنوختن معلم، براتسارت، گاردنر و بوردن به ترتیب در بالاترین سطح دقت از نظر R^2 و RMSE قرار داشتند و بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نشد. در این کلاس بافت خاک نیز کمترین R^2 در مدل بروکس-کوری مشاهده گردید. در کلاس بافت لوم سیلتی نیز، مدل‌های ون گنوختن، ون گنوختن معلم، براتسارت، گاردنر و بوردن به ترتیب در بالاترین سطح دقت از نظر R^2 و RMSE قرار داشتند. همچنین بین مدل‌های ون گنوختن معلم و براتسارت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. از سوی دیگر مدل‌های گاردنر، بولتزمن، فرمی، بوردن و ون-گنوختن نیز در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نداشتند. در این کلاس بافت نیز کمترین R^2 در مدل بروکس-کوری مشاهده گردید. از سوی دیگر در کلاس بافت لوم شنی، مدل‌های ون گنوختن، ون گنوختن معلم، براتسارت، گاردنر و بوردن به ترتیب در بالاترین سطح دقت از نظر R^2 و RMSE قرار داشتند. همچنین مدل‌های ون گنوختن معلم، گاردنر، بولتزمن، براتسارت و ون-گنوختن از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشتند. اما بین مدل‌های بروکس-کوری و تانی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در این کلاس بافتی کمترین دقت در مدل بروکس-کوری وجود داشت.

جدول ۳- دقت برازش مدل‌ها برای پیش‌بینی SWCC در کلاس‌های بافت خاک

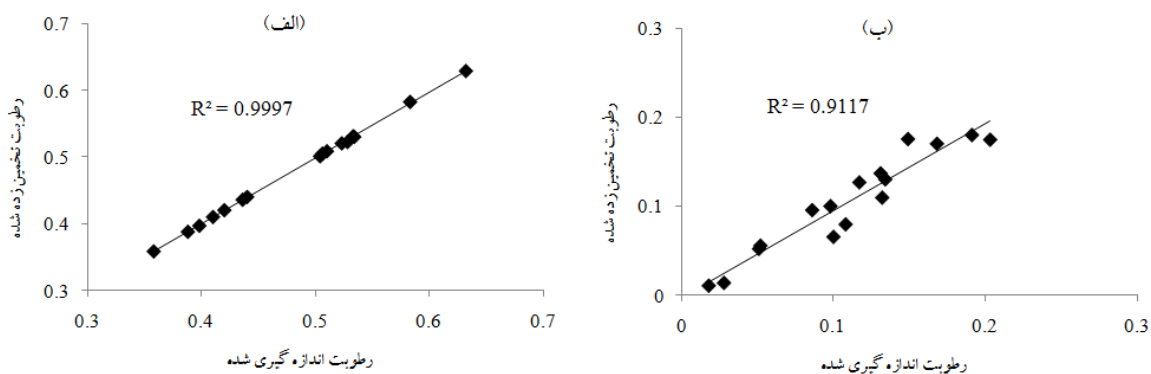
لوم شنی		لومی سیلت		شن لومی		شنی		بافت
ME	R^2	ME	R^2	ME	R^2	ME	R^2	مدل
۰/۰۰۰ab	۰/۹۹۷af	۰/۰۰۹bd	۰/۹۸۰ac	۰/۰۰۰ab	۰/۹۹۶a	۰/۰۰۰۲a	۰/۹۹۶ac	ون گنوختن
۰/۰۰۱a	۰/۹۹۵ae	۰/۰۱۵ ab	۰/۹۸۶a	۰/۰۰۰۹a	۰/۹۹۳a	۰/۰۰۰۹a	۰/۹۹۲a	ون گنوختن- معلم
۰/۰۰۴a	۰/۹۹۴a	۰/۰۰۱۲a	۰/۹۸۲a	۰/۰۰۴b	۰/۹۸۹a	۰/۰۰۴a	۰/۹۸۷a	گاردنر
۰/۰۰۱a	۰/۹۹۵ae	۰/۰۱۵b	۰/۹۷۲ac	۰/۰۰۴bd	۰/۹۸۹a	۰/۰۰۴a	۰/۹۸۷a	براتسارت
۰/۰۰۵a	۰/۹۸۹cef	۰/۰۰۲ a	۰/۹۷۸ac	۰/۰۰۲ a	۰/۹۹۲a	۰/۰۰۲ab	۰/۹۷۸abc	بوردن
۰/۰۰۱b	۰/۹۹۱ae	۰/۰۳۰ab	۰/۹۴۷ac	۰/۰۰۶bf	۰/۹۷۱ab	۰/۰۰۶a	۰/۹۷۶c	بولتزمن
۰/۰۰۱a	۰/۹۶۴c	۰/۰۴۵bc	۰/۹۴۷c	۰/۰۰۰ac	۰/۹۴۴ab	۰/۰۰۰۳a	۰/۹۷۴ac	تانی
۰/۰۰۱ab	۰/۹۳۷bd	۰/۰۵۶ ab	۰/۹۱۳ac	۰/۰۰۷c	۰/۸۸۷b	۰/۰۰۷b	۰/۸۵۴b	بروکس و کوری
۰/۰۰۷a	۰/۸۴۴b	۰/۰۵۰ab	۰/۷۵۷b	۰/۰۰۸abc	۰/۹۷۱bc	۰/۰۰۸ab	۰/۹۲۱abc	فرمی

در این مطالعه نتایج نشان داد با در نظر گرفتن کل نمونه‌های خاک، مدل‌های ون گنوختن-معلم، ون گنوختن، گاردنر و براتسارت برای برازش منحنی مشخصه آب خاک به ترتیب بیشترین و مدل بروکس-کوری کمترین دقت را دارا بوده‌اند. همچنین با در نظر گرفتن نتایج مربوط به هر کلاس بافتی خاک به صورت جداگانه، مدل‌های ون گنوختن-معلم، ون گنوختن، گاردنر و براتسارت به ترتیب بهترین دقت را داشته‌اند. از اینرو با توجه به نتایج بدست آمده مدل‌های اخیر برای تخمین منحنی مشخصه رطوبتی پیشنهاد می‌گردد. به عنوان نمونه شکل ۳ رابطه بین مقدار رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل ون گنوختن برای دو مکش ۱ و ۱۰۰۰ کیلوپاسکال نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، مدل ون گنوختن در رطوبت‌های بالا دقت بیشتری نسبت به رطوبت کم دارد. راس و همکاران (۱۹۹۱) و بیات و همکاران (۱۳۹۲) نیز نتیجه مشابهی را گزارش کردند.

همچنین هر چند مدل بروکس - کوری برای خاک‌های درشت بافت با اندازه منافذ یکنواخت‌تر نتایج قابل قبولی ارائه داده است، اما در نزدیکی نقطه اشباع به خصوص در خاک‌های سنگین بافت نتایج آن مناسب نیست (Gimenez et al, 2001).



شکل ۲- مقایسه RMSE مدل‌های مختلف، (الف) بافت شنی (ب) سیلتی لوم (ج) لوم شنی (د) شن لومی



شکل ۳- دقت برازش مدل ون گنوختن (الف) مکش ۱ کیلو پاسکال (ب) مکش ۱۰۰۰ کیلو پاسکال

در این پژوهش ۹ مدل معروف و پرکاربرد منحنی مشخصه آب خاک بر داده‌های مکش - رطوبت ۱۶ نمونه خاک با بافت‌های مختلف برازش داده شد. دقیق‌ترین مدل بر اساس معیارهای ریشه میانگین مربعات خطا، ضریب تبیین و میانگین خطا انتخاب شد. براساس نتایج مدل‌های ون گنوختن، ون گنوختن معلم، برانسارت و گاردنو بالاترین دقت را داشتند که غالباً تفاوت معنی‌داری بین این آن‌ها وجود نداشت. همچنین مدل‌های بروکس-کوری و فرمی در غالب حالت‌های مورد مطالعه دقت پایینی داشتند و تفاوت بین آن‌ها با سایر مدل‌ها معنی‌دار بود. از طرفی این دو مدل دارای بیشترین پراکندگی در R^2 و RMSE بودند. از سوی



دیگر مدل‌های تانی، بولترمن و بوردن از نظر دقت در سطح متوسط بودند در حالی که مدل ون گنوختن نسبت به مدل‌های دیگر نتایج دقیق‌تری را نشان داد. ضمن آن که این مدل در رطوبت‌های زیاد دقت برآورد بالاتری نسبت به رطوبت‌های کم داشت.

منابع

- بیات، ح. ابراهیمی، ع. راستگو، م. زارع ابیانه، ح و دوانگر، ن. ۱۳۹۲. برآزش مدل‌های مختلف منحنی مشخصه آب خاک بر داده‌های تجربی در کلاس‌های بافتی متفاوت استان گیلان. مجله دانش آب و خاک، شماره ۲۳، صفحه‌های ۱۵۱ تا ۱۶۷.
- Brooks R. and Corey A. 1964. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Paper No. 3. Colorado State University, Fort Collins, CO.
- Buchan GD., Grewal K.S. and Robson A.B. 1993. Improved models of particle-size distribution: An illustration of model comparison techniques. Soil Science Society of America, 57: 901-908.
- Campbell GS. 1974. A simple method for determining unsaturated conductivity from moisture retention data. Soil Science, 117: 311-314.
- Durner W. 1994. Hydraulic conductivity estimation for soils with heterogeneous pore structure. Water Resource Research, 30: 211-223.
- Gardner W. 1956. Mathematics of isothermal water conduction in unsaturated soils. International Symposium on Physico Chemical Phenomena in Soils. Washington DC.
- Gimenz D., Rawls W.J., Pachepsky Y. and Watt J.P.C. 2001. Prediction of a pore distribution factor from soil textural and mechanical parameters. Soil Science, 166: 79-88.
- Kern JS, 1995. Evaluation of soil water retention models based on basic soil physical properties. Soil Science Society of America, 59: 1134-1141.
- McKee C. and Bumb A. 1984. The importance of unsaturated low parameters in designing a hazardous waste site, 50-58.
- Patil N. G., Pal D. K., Mandal C. and Mandal D. K. 2012. Soil water retention characteristics of verticals and pedotransfer functions based on nearest neighbor and neural network approach to estimate AWC. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 138: 1-10.
- Ross P. J., Williams J. and Bristow K. L. 1991. Equations for extending water retention curves to dryness. Soil Science Society of America, 55: 923-927.
- Romano N. and Chirico FB, 2004. The role of terrain analysis in using and developing pedotransfer functions. Pp. 273- 290. In: Pachepsky Ya, Rawls WJ. (eds). Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. Elsevier, Boston, Heidelberg, London.
- Seki K. 2007. SWRC fit - a nonlinear fitting program with a water retention curve for soils having unimodal and bimodal pore structure. Hydrology and Earth System Sciences Discussions journal, 4: 407-437.
- Sillers WS., Fredlund DG. and Zakerzadeh N, 2001. Mathematical attributes of some soil water characteristic curve models. Geotechnical and Geological Engineering, 19: 243-283.
- Tani M. 1982. The properties of a water-table rise produced by a one dimensional, vertical, unsaturated flow (in Japanese with an English summary). Journal of Japan for Society, 64:409-418.
- van Genuchten M. T. h. 1980. A closed form equation predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America, 44: 892-898.

Investigation of Accurate of Different Soil Water Characteristic Models in Different Soil Texture

Abstract

In addition to soil water content, soil matric potential is also important for plant growth. Soil water characteristic curve (SWCC) describes soil water content and soil matric potential relationship. Many models have been developed to describe the SWCCs and their fitting to the experimental data. Their fitting accuracies in different soils, however, have been rarely investigated. In this study, matric potential-moisture data of 16 soil sample of forest station in Finland use to fit SWCC models. Nine well known and frequently applied SWCC models were fitted to the measured data. The most accurate models of total soil samples, each textural group and each textural class were determined using root mean square error, coefficient of determination and mean error. Result showed that van Genuchten mualem, van Genuchten, Gardner and Brutsaert models had most accurate and Brooks and Corey model had least accurate to predict SWCC.

Keywords: Soil texture, Soil water characteristic curve.