Research Paper

Comparative Study on the Models and Pedotransfer Functions for Estimating of Parameters Describing Soil moisture Characteristic Curve (Case Study: Mahidasht, Kermanshah province)

Kobra Jalilvand[1], **Bahman Farhadi Bansouleh**[2*], **Rasool Ghobadian**[3]

[1] Graduated Msc., Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
[2] Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
[3] Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

10.22125/IWE.2023.169908

Received:
September 30, 2021
Accepted:
March 4, 2022
Available online:
April 18, 2023

Keywords:

Brooks and Cory model, Pedotransfer Function, RETC, Soil moisture characteristic curve, Van Genuchten model

Abstract

Although several mathematical models have been proposed to describe the soil moisture characteristic curves, not one model is suitable for all soil types. The purpose of this study was to determine the best model and Pedotransfer function to describe this curve in Mahidasht plain, Kermanshah province. Soil samples were collected from four locations at three depths. The soil moisture characteristic curve of the samples was determined using sandbox and pressure plates. The coefficients of van Genuchten and Brooks-Cory were determined based on measured data using RETC software. The estimated curve by RETC software was compared with the curve drawn based on measured data. The results showed that all models have almost the same estimations and only the Brooks-Corey model overestimates the moisture at low suctions. Based on the results, it can be stated that among the four studied models, the van Genuchten-Bordin model with m = 1-2/n (RMSE = 0.01 and ME = 0.002) is the most suitable model in the study area. The results also showed that the studied Pedotransfer functions have acceptable accuracy for estimating the soil moisture characteristic curve and the modified Sepaskhah-Bondar model (RMSE = 0.1 and ME = 0.02) is the best Pedotransfer function for soils of the Mahidasht. Then the parameters of the most suitable PEDOTRANSFER function for the soils of the study area were calibrated. Although the results of this study can be useful for use in other soils, the coefficients of these functions should be calibrated in each region.

1. Introduction

One of the most important hydraulic properties of soils is the relationship between soil water content and soil matric potential, commonly referred to as soil water characteristic curve (SWCC) or soil water release curve(van Genuchten, 1980). SWCC is not an easily available soil property and its measurement is costly and time consuming. Instead of the direct measurement of SWCC, which is practically impossible for large-scale studies, Pedotransfer functions (PTFs) (Bouma, 1989) have been developed

* **Corresponding Author:** Bahman Farhadi Bansouleh
Address: Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
Email: bfarhadi@razi.ac.ir
Tel: +988338323727

to indirectly predict the SWCC from more easily available soil properties such as, particle size distribution, organic matter, and bulk density. These soil properties are widely available in several soil databases (Leij et al., 1996). Although several mathematical models have been proposed to describe this curve, no model is suitable for all types of soils. The purpose of this study was to determine the best model and Pedotransfer function to describe the soil moisture characteristic curve of soils in Mahidasht plain, Kermanshah province.

2. Materials and Methods

The study area, Mahidasht plain located in Kermanshah province, is one of the fertile agricultural plains. In this study, soil samples were collected from four locations at three depths. The soil moisture characteristic curve of the samples was determined using sandbox and pressure plates. Van Genuchten and Brooks and Cory coefficients was determined using measured data and RETC software. Statistical indices of Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Error (ME) were used to evaluate the results of the models. The soil moisture characteristic curve estimated by RETC software was compared with the curve drawn based on the values measured in the laboratory.

3. Results

The results showed that all models have almost the same estimations and only the Brooks-Corey model overestimates the volumetric moisture values at low suctions. Based on the results, it can be stated that among the four studied models, the van Genuchten -Bordin model with m = 1-2 / n (RMSE = 0.01 and ME = 0.002) is the most suitable model for describing the soil moisture characteristic curve in the study area. The results also showed that the studied Pedotransfer functions have acceptable accuracy for estimating the soil moisture characteristic curve and the modified Sepaskhah- Bondar model (RMSE = 0.1 and ME = 0.02) is the best Pedotransfer function for soils of the Mahidasht. Then the parameters of the most suitable Pedotransfer function for the soils of the study area were calibrated. Although the results of this study can be useful for use in other soils, the coefficients of these functions should be calibrated in each region.

4. Discussion and Conclusion

The parameters of the most suitable Pedotransfer function for the soils of the study area were calibrated. Although the results of this study can be useful for use in other soils, the coefficients of these functions should be calibrated in each region.

5. Six important references

1) Bouma, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. Journal of Soil Science, 9:177–213.
2) Brooks, R. H. and A. T. Corey. 1964. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Paper No. 3, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
3) Campbell, G. S. 1985. Soil physics with BASIC, Elsevier, New York.
4) Shirazi, M.A. and L. Borsma. 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil Science Society of America Journal. 48:142-147.
5) Van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity for Soils. Journal of Soil Science Society America, 44. 892-898.
6) Leij, F.J., W.J. Alves, M.Th. van Genuchten and J.R. Williams. 1996. Unsaturated soil hydraulic database, UNSODA 1.0 user's manual. Report EPA/600/R-96/095. U.S. EPA, Ada, OK.

6. Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره پنجاه و یک . بهار ۱۴۰۲

مطالعه تطبیقی مدل‌ها و توابع انتقالی برای تخمین منحنی مشخصه رطوبتی خاک (مطالعه موردی: ماهیدشت در استان کرمانشاه)

کبری جلیلوند[۱]، بهمن فرهادی بانسوله[۲]، رسول قبادیان[۳]

تاریخ ارسال۱۴۰۰/۰۸/۰۷
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۲/۱۳

مقاله پژوهشی

چکیده

علی‌رغم این‌که مدل‌های ریاضی متعددی برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک ارائه شده است ولی مدلی که برای همه خاک‌ها مناسب باشد وجود ندارد. هدف از این مطالعه تعیین بهترین مدل و تابع انتقالی برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌های منطقه ماهیدشت واقع در استان کرمانشاه می‌باشد. در این مطالعه نمونه‌های خاک از چهار محل و در سه عمق جمع‌آوری و منحنی مشخصه رطوبتی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه‌های جعبه‌شن و صفحات‌فشاری تعیین شد. با استفاده از اطلاعات اندازه‌گیری شده و نرم افزار RETC ضرایب مدل‌های van Genuchten و Brooks and Corey تعیین شد. منحنی مشخصه رطوبتی برآورد شده با نرم‌افزار RETC با منحنی رسم شده بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده درآزمایشگاه مقایسه شد. نتایج نشان داد که همه مدل‌ها تقریباً برآوردی مشابه داشته و فقط مدل بروکز- کوری مقادیر رطوبت حجمی را در مکش-های پایین، بیشتر برآورد می‌کند. بر اساس نتایج می‌توان بیان کرد که از بین چهار مدل مورد بررسی، مدل ون‌گنوختن-بوردین با (m=1-2/n) با مقدار RMSE برابر ۰/۰۱ و ME برابر ۰/۰۰۲ مناسب‌ترین مدل برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک-های منطقه مورد مطالعه بوده و توابع انتقالی بررسی شده دقت قابل قبولی در برآورد منحنی مشخصه رطوبتی داشته و مدل اصلاح شده سپاسخواه- بندار با مقدار RMSE برابر ۰/۱ و ME برابر ۰/۰۲ بهترین تابع انتقالی برای خاک‌های منطقه ماهیدشت بود. در ادامه پارامترهای مناسب‌ترین تابع انتقالی برای خاک‌های منطقه مورد مطالعه واسنجی شد. هر چند نتایج این تحقیق برای استفاده در سایر خاک‌ها می‌تواند مفید باشد، اما ضرایب این توابع بایستی در هر منطقه واسنجی گردد.

واژه‌های کلیدی: توابع انتقالی، مدل بروکز و کوری، مدل ون‌گنوختن، منحنی مشخصه رطوبتی خاک، نرم افزار RETC.

[۱] کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران (c_jalilvand@yahoo.com)
[۲] استادیار گروه مهندسی آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران (نویسنده مسوول: bfarhadi@razi.ac.ir)
[۳] دانشیار گروه مهندسی آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران (r_ghobadian@razi.ac.ir)

مقدمه

منحنی مشخصه رطوبتی خاک، رابطه بین مکش و رطوبت خاک را نشان می‌دهد. این منحنی، مهم‌ترین مشخصه مورد نیاز جهت بررسی حرکت آب در خاک به ویژه در منطقه غیر اشباع بوده و تعیین آن در بسیاری از زمینه‌ها از جمله مدل‌سازی محیط‌زیست و کشاورزی(Ventrella et al. 2012 و Pirastru et al. 2017)، ارزیابی کیفی ویژگی‌های فیزیکی (Castellini et al. 2014 و Iovino et al. 2016) و هیدرولیکی خاک (Pirastru et al. 2014، Castellini et al. 2016 و Ferrara et al. 2017) کاربرد دارد. برای تعیین این منحنی روش‌های مستقیم و غیرمستقیم وجود دارد. در روش‌های مستقیم و آزمایشگاهی، منحنی مشخصه رطوبتی خاک با ترکیبی از دستگاه‌های جعبه شن[1]، ستون آب معلق و یا دستگاه صفحات فشاری[2] به‌دست می‌آید (Alagna et al. 2016) که اغلب وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد. ضمناً به علت تغییرپذیری مکانی بالای ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، تعداد نمونه‌های زیادی برای توصیف دقیق منحنی مشخصه رطوبتی خاک در شرایط مزرعه مورد نیاز است (Khodaverdiloo et al., 2017). به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های غیرمستقیم برآورد این منحنی بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است. از جمله این روش‌ها، روش‌های رگرسیون خطی (قربانی دشتکی و همایی، ۱۳۸۱)، شبکه‌های عصبی مصنوعی (Schaap et al., 1998)، روش‌های غیرپارامتریک (Nemes et al., 2006)، مدیریت گروهی داده‌ها (Tomasella et al., 2003)، مدیریت چندهدفی گروهی داده‌ها (Bayat et al., 2011) و روش ماشین بردار پشتیبان (Twarakavia et al., 2009) را می‌توان نام برد.

با پیشرفت علوم و استفاده از مدل‌های رایانه‌ای در رشته‌های مختلف مرتبط با علوم آب و خاک تلاش‌هایی نیز در این زمینه صورت گرفته و مدل‌های متعددی برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک ارائه شده است. مدل‌های بروکس و کوری (۱۹۶۴)، ون‌گنوختن (۱۹۸۰) و کمپبل (۱۹۸۵) از پرکاربردترین مدل‌های منحنی مشخصه آب خاک هستند که در توابع انتقالی پارامتریک، رطوبت خاک از طریق آنها برآورد شده است (Bouma, 1989). توابع انتقالی همچون پلی برای برقراری ارتباط بین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک (متغیرهای دیریافت) و ویژگی‌های مبنایی خاک (متغیرهای زودیافت همچون توزیع اندازه ذرات خاک، جرم مخصوص ظاهری، کربن آلی و ...) عمل می‌کنند (بابائیان و همکاران، ۱۳۹۳). در توابع انتقالی پارامتریک ابتدا فرض می‌شود که رابطه بین مقدار رطوبت و مکش ماتریک بر اساس یک مدل منحنی مشخصه که تعداد معینی پارامتر دارد، قابل توصیف است (عباسی، ۱۳۹۲)، سپس با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره یا شبکه عصبی مصنوعی پارامترهای آن برآورد می‌شود (van Genuchten, 1980). از جمله این توابع می‌توان توابع انتقالی ورسکن و همکاران (۱۹۸۹)، کمپبل (۱۹۵۴)، مدل‌های اول و دوم قربانی - همایی (۱۳۸۱) و مدل سپاسخواه - بندار (۲۰۰۲) را نام برد (Campbell, 1985، Sepaskhah and Bondar, 2002، Vereecken et al., 1989) مؤذن زاده و همکاران (۱۳۸۸) در برآورد منحنی مشخصه رطوبتی خاک سه تابع انتقالی مدل اول و دوم قربانی- همایی (۱۳۸۱) و مدل سپاسخواه - بندار (۲۰۰۲) را با پارامترهای آماری ارزیابی کردند. این محققان ۴۲ نمونه خاک با پراکندگی مکانی از شمال کشور (آمل و بابل) و کرج انتخاب کردند. نتایج نشان داد که مدل‌های اول و دوم قربانی - همایی در برآورد رطوبت خاک در تمام بازه‌های پتانسیل ماتریک یکسان و تقریباً مناسب عمل می‌کنند ولی تابع سپاسخواه - بندار برآورد مناسبی ندارد.

نبی‌زاده و بیگی هرچگانی (۱۳۹۰) عملکرد مدل‌های مختلف منحنی مشخصه رطوبتی را در خاک‌های شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری بررسی کردند. در همه نمونه‌ها و بافت‌های خاک، مدل ون-

1 - Sand box
2 - Pressure plate

گنوختن بهترین و مدل بروکس و کوری ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند. فولادمند و هادی‌پور (۱۳۹۰) دوازده تابع انتقالی پارامتریک را روی ۳۰ نمونه خاک با بافت‌های مختلف در استان فارس ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که توابع انتقالی پارامتریک مدل ون‌گنوختن مناسب‌تر از توابع انتقالی پارامتریک بروکس و کوری و کمپبل می‌باشد. حق‌وردی و همکاران (۱۳۹۰) از توابع انتقالی پارامتریک برای تخمین منحنی رطوبتی خاک استفاده کرده و نشان دادند توابع پارامتریک در روش کمپبل (۱۹۸۵) بالاترین دقت و روش ورسکن و همکاران (۱۹۸۹) ضعیف‌ترین دقت را داشتند.

داسیلوا و همکاران (۲۰۱۷) تحقیقی با هدف ارزیابی عملکرد تابع انتقالی Splintex برای پیش‌بینی عملکرد هیدرولیکی خاک‌های شنی و رسی در برزیل انجام دادند. نتایج برآورد شده با تابع انتقالی Splintex را با نرم‌افزار Rosetta مقایسه کردند. در اکثر موارد، Splintex تخمین‌های نسبتاً بهتری نسبت به نسخه ۲۰۰۱ نرم‌افزار Rosetta ارائه داده است، که نشان می‌دهد Splintex یک گزینه مناسب برای تخمین خصوصیات هیدرولیکی است.

فولادمند و گلکار (۲۰۱۸)، بر روی ۳۰ نمونه خاک با تنوع بافتی، ده مدل مختلف منحنی مشخصه رطوبتی برازش داده و نتایج آنها نشان داد که برازش مدل‌های مختلف در خاک‌های با بافت متوسط مناسب‌تر از بافت‌های ریز و درشت می‌باشد. در مجموع مدل دکستر و همکاران (۲۰۰۸) را به عنوان بهترین مدل برازش یافته بر داده‌های اندازه‌گیری شده، بیان کردند. مجیدی گنجی و همکاران (۱۳۹۷) از ۱۶ سری توابع انتقالی مختلف برای برآورد منحنی مشخصه ۵۷ نمونه خاک در استان‌های مازندران و آذربایجان شرقی استفاده نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که بیشتر توابع انتقالی مطالعه شده دارای دقت مناسبی برای پیش‌بینی منحنی نگهداشت آب بودند. جاویدی و همکاران (۱۳۹۸) دقت توابع انتقالی منحنی مشخصه رطوبتی خاک را از طریق تاثیر کاربرد درصد ذرات خاک در خاک‌های استان اصفهان ارزیابی نمودند. نتایج آنها نشان داد که معادلات انتقالی به خوبی بر داده‌های منحنی مشخصه برازش داده شد و برآورد حاصل از آنها، انطباق قابل قبولی با داده‌های مستقل (صحت سنجی) منحنی مشخصه داشته است. با توجه به بررسی منابع صورت گرفته، می‌توان بیان کرد که توابع انتقالی خاک روابطی تجربی هستند و به منظور بررسی قابلیت استفاده از آنها در سایر خاک‌ها، لازم است کارآیی آنها در مقابل داده‌ها و اطلاعات خاک‌های مختلف ارزیابی شود. لذا هدف از این پژوهش بررسی و تعیین بهترین مدل منحنی مشخصه رطوبتی آب خاک موجود در نرم افزار RETC و هم‌چنین انتخاب مناسب‌ترین تابع انتقالی برای خاک‌های منطقه ماهیدشت در استان کرمانشاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، دشت ماهیدشت واقع در استان کرمانشاه، یکی از دشت‌های حاصلخیز کشاورزی می‌باشد. جهت بررسی منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌های این دشت، نمونه‌های خاک دست نخورده از ۴ مکان در اعماق ۱۵, ۴۵ و ۷۵ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌های خاک از ترکیب شماره محل نمونه‌برداری (۱ تا ۴) و عمق نمونه‌برداری (۱۵، ۴۵ و ۷۵) شماره‌گذاری شده‌اند. به‌عنوان مثال نمونه خاک ۴۵-۲ مربوط به محل ۲ و عمق ۴۵ سانتی‌متر می‌باشد. ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. درصد ذرات (شن، رس و سیلت) و بافت نمونه‌های خاک با استفاده از روش هیدرومتری تعیین گردید. برای محاسبه جرم مخصوص ظاهری خاک از روش سیلندر استفاده شد. کربن آلی به روش والکی و بلک (۱۹۳۴) اندازه‌گیری و با ضریب مناسب تبدیل به درصد مواد آلی شد. برای ترسیم منحنی مشخصه رطوبتی خاک نیاز به اندازه‌گیری رطوبت خاک تحت مکش‌های مختلف می‌باشد. به این منظور تا مکش یک متر از جعبه شنی استفاده گردید (مکش‌های ۰/۰۱، ۰/۰۶، ۰/۱ ، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ متر). با توجه به اینکه امکان اعمال مکش بیشتر با این دستگاه وجود ندارد، برای مکش‌های بیشتر به

جای اعمال مکش، فشار اعمال گردید و برای این منظور از دستگاه صفحات فشاری استفاده شد (فشارهای ۱، ۲، ۳/۳، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۵۰ متر). پس از اعمال همه مکش‌ها، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در آون خشک شده و رطوبت وزنی نمونه‌ها محاسبه گردید. در نهایت با ضرب کردن مقادیر جرم مخصوص ظاهری خاک در رطوبت وزنی، رطوبت حجمی نمونه‌ها به‌دست آمد. به منظور توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک، داده‌های رطوبت و مکش نمونه‌های حاصل از آزمایش‌های جعبه شن و دستگاه صفحات فشاری در نرم‌افزار RETC وارد گردید. این برنامه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و روش حل معکوس و تکنیک حداقل مجموع مربعات، ضرایب مدل‌های ون-گنوختن و بروکز و کوری را برآورد می کند(van Genuchten et al.,1991). در این مطالعه از مدل‌های ون‌گنوختن (Van Genuchten, 1980، معادله ۱) و بروکز و کوری (Brooks and Corey, 1964، معادله ۲) برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌ها استفاده شد.

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)(1+(\alpha h)^n)^{-m} \qquad (۱)$$

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)(\alpha h)^{-\lambda}, \alpha h \geq 1 \qquad (۲)$$

در این معادلات: θ : درصد رطوبت حجمی خاک در مکش h، θ_s :درصد رطوبت اشباع، θ_r: درصد رطوبت حجمی باقیمانده ، α : عکس مکش ورود هوا به خاک و λ: ضریب توزیع اندازه منافذ خاک که بر روی شیب تابع نگهداشت منحنی مشخصه آب خاک تأثیر می‌گذارد، می‌باشد. ضرایب n و m تجربی می‌باشند که برای هر خاک بایستی تعیین شوند. مدل‌های ۲ و ۳ حالت‌های خاصی از مدل ۱ (معادله ون‌گنوختن) می‌باشند که در بسیاری از مطالعات به کار رفته‌اند (جدول ۱).

جدول(۱): مشخصات مدل‌های توصیف کننده منحنی مشخصه خاک

شماره مدل	نام مدل	توضیحات
مدل ۱	ون‌گنوختن- معلم	m و n متغیر
مدل ۲	ون‌گنوختن- معلم	m=1-1/n
مدل ۳	ون‌گنوختن- بوردین	m=1-2/n
مدل ۴	بروکز و کوری	-

در این مطالعه پارامترهای مربوط به مدل‌های چهارگانه (جدول ۱) با استفاده از نرم افزار RETC تعیین گردید. سپس پارامترهای مدل‌های ون‌گنوختن و بروکز و کوری بر اساس پنج تابع انتقالی ارائه شده توسط "قربانی و همایی" و "سپاسخواه و بندار" تعیین گردید که در ادامه به اختصار معرفی می‌گردند .

مدل اول قربانی- همایی (GH1): معادلات مورد استفاده در این مدل عبارتند از :

$$\theta_r = 0.0192 + 0.00375 \times clay$$
$$\theta_s = 0.933 - 0.000707 \times sand - 0.311 \times D$$
$$\alpha^* = -531 + 4.67 \times sand + 550 \times D$$
$$n = 1.668 - 0.00522 \times sand$$

در معادلات فوق clay و sand به ترتیب درصد میزان رس و شن، D وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm3) و α^* پارامتر نرمال شده α و برابر $1/\alpha$ می‌باشد.

- مدل دوم قربانی - همایی (GH2): معادلات مورد استفاده در این مدل عبارتند از :

$$\theta_r = 0.197 - 0.392 \times d_g^*$$
$$\theta_s = 0.954 - 0.324 \times D - 0.124 \times d_g^*$$
$$\alpha^* = -448 - 684 \times d_g^* + 568 \times D - 9.18 \times \sigma_g$$
$$n = 8.539 - 3.673 \times \sigma^*_g + 0.474 \times \sigma_g$$

در معادلات فوق σ_g و d_g میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی قطر ذرات می باشند که با استفاده از روابط زیر که توسط شیرازی و بورسما (۱۹۸۴) ارائه شده‌اند محاسبه شدند.

$$dg = \exp\{ a \} \qquad a = 0.01(fc \ln Mc + fsi \ln si + Ms\ f \ln Ms)$$

$$\sigma_g = \exp\{ b \} \qquad b = 0.01(fc\ (\ln Mc)^2 + fsi\ (\ln si)^2 + fs\ (\ln Ms)^2) - a^2$$

که در آن dg میانگین هندسی قطر ذرات خاک بر حسب میلی متر و σ_g انحراف معیار قطر ذرات خاک fc ، fsi ، fs به‌ترتیب درصد ذرات رس سیلت و رس می باشد. Mc، Msi، Ms میانگین اندازه ذرات رس (۰/۰۰۱ میلی متر) ، سیلت (۰/۰۲۶ میلی‌متر) و شن (۱/۰۲۵ میلی‌متر) و *dg پارامتر نرمال شده dg است که برابر $\sqrt{d_g}$ می‌باشد.

- مدل سپاسخواه - بندار (SB): معادلات مورد استفاده در این مدل عبارتند از:

$$\theta_r = 0.263 \times Silt + 0.374 \times clay + 2.583 \times OM - 11.18 \times D$$
$$m = 0.4 + 0.0099 \times \theta_p + 0.03556 \times OM - 11.74 \times D + 242.7 Log(Sand)$$
$$\alpha^* = \frac{1}{h_p (2^{\frac{1}{m}} - 1)^{1-m}}$$

در این مدل OM درصد مواد آلی، Silt درصد سیلت خاک و پارامتر θ_s رطوبت اشباع خاک می‌باشد.

θ_p : میزان رطوبت در نقطه عطف منحنی نگهداشت که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$\theta_p = \frac{(\theta_s + \theta_r)}{2}$$

- مدل اصلاح شده قربانی - همایی (M. GH):
معادلات مورد استفاده در این مدل عبارتند از:

$$\theta_r = -0.0578 + 0.112 \times D + 4.65 \times d_g - 2.83 \times d_g^{0.5} + 0.133 \times \sigma_g^{0.5} + 0.0118 \times OM - 0.137 \times (\frac{clay}{silt})$$

$$\theta_s = 0.602 + 0.25 \times D + 5.66 \times d_g - 3.36 \times d_g^{0.5} + 0.0311 \times OM$$

$$Ln\alpha^* = 0.338 + 0.527PH - 1.44 \times (\frac{clay}{silt})$$

$$n = 7.66 + 0.0486 \times sand + 0.247 \times d_g + 7.8 \times d_g^{0.5} + 0.247 \times \sigma_g - 2.6 \times \sigma_g^{0.5}$$

دلیل استفاده از $Ln\alpha^*$ در معادله، نرمال نمودن پارامتر α^* است که درمدل قربانی و همایی به کار رفته است (قربانی دشتکی و همایی، ۱۳۸۱).

مدل اصلاح شده سپاسخواه - بندار (M. SB):
معادلات مورد استفاده در این مدل عبارتند از:

$$m = 3.08 + 0.0221 \times Sand - 3.54 \times d_g^{0.5} + 0.109 \times \sigma_g - 1.16 \times \sigma_g^{0.5}$$

$$\theta_r = 0.0733 + 0.00537 \times clay + 0.0506 \times OM - 0.16 \times d_g^{0.5} - 0.00217 \times \sigma_g - 0.00153 \times clay \times OM$$

$$\frac{1}{h_p} = 1.12 - 2.95 \times \theta_r + 1.27 \times d_g + 0.176 \times \sigma_g^{0.5} + 2.7Log(\theta_p)$$

پارامترهای این معادله در معادله اولیه سپاسخواه - بندار تعریف شده است.

برای ارزیابی نتایج و تعیین مناسب‌ترین تابع انتقالی مقدار رطوبت خاک با استفاده از این ضرایب در مکش‌های مختلف برآورد و با مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت در آن مکش‌ها مقایسه گردید. در مرحله بعد، با توجه به ضرایب تعیین شده برای مدل‌ها و با استفاده از معادلات ۱ و ۲ رطوبت خاک تحت مکش‌های مختلف برآورد شد. جهت انتخاب بهترین مدل از بین مدل‌های مورد بررسی برای خاک‌های منطقه، مقادیر رطوبت‌های تخمینی مدل‌ها با مقادیر اندازه‌گیری شده مورد مقایسه آماری قرار گرفت. برای ارزیابی نتایج مدل‌ها از شاخص‌های آماری ریشه میانگین مربعات خطا (Root Mean Square Error) و میانگین خطا (Mean Error) استفاده شد (معادله ۳ و ۴).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (M_i - Ei)^2}{N}} \quad (۳)$$

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{n} (M_i - E_i)}{N} \quad (٤)$$

در این معادلات Mi و Ei به ترتیب رطوبت حجمی تخمین زده شده و اندازه گیری شده در هر مکش و N تعداد داده‌ها می باشد. هر چه مقدار RMSE و ME به صفر نزدیک باشد، اختلاف بین مقادیر تخمین زده شده با اندازه گیری شده کمتر بوده و مناسب‌تر است(Manyam et al., 2007).

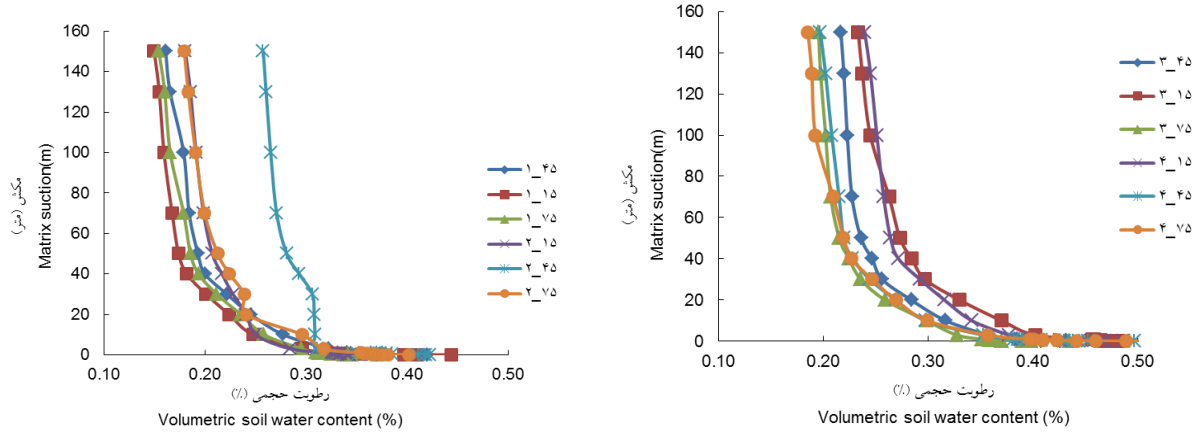
نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده خاک‌های مورد-مطالعه در اعماق نمونه‌برداری در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول(۲): خصوصیات فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه

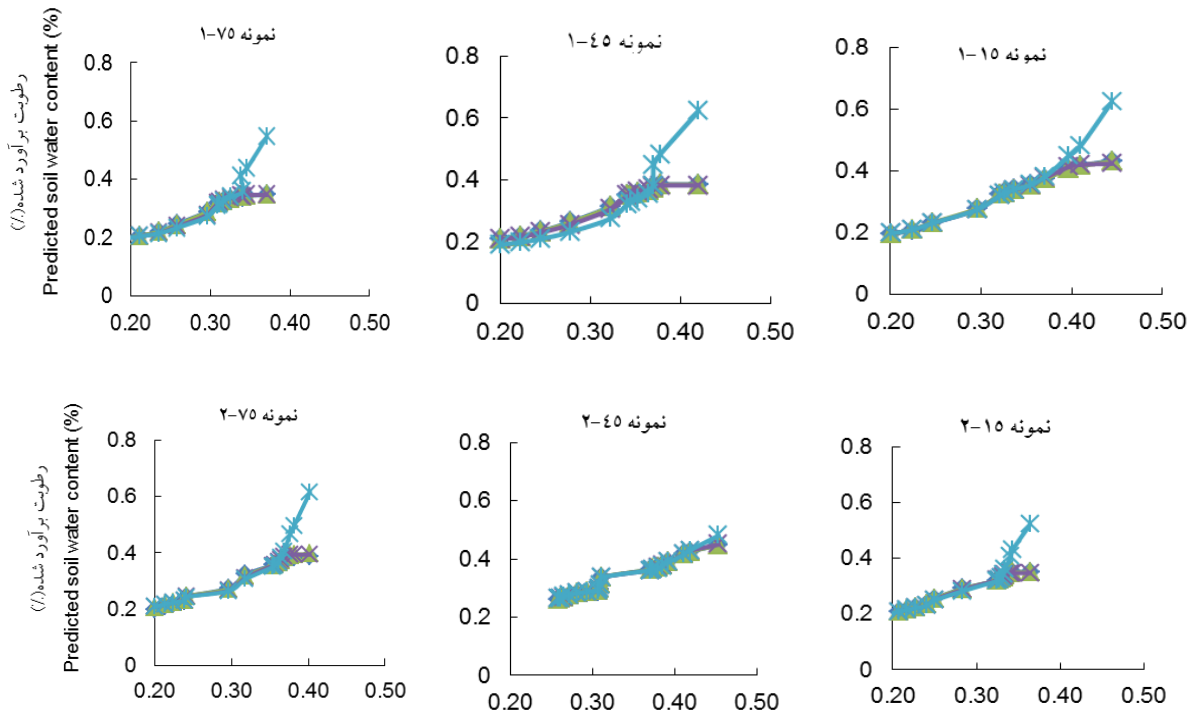
شماره نمونه	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	مواد آلی (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک
۱-۱۵	۱/۲	۰/۵۴	۳۸/۰	۵۵/۰	۷/۰	لوم رسی سیلتی
۱-۴۵	۱/۴	۰/۸۱	۴۲/۵	۵۰/۰	۷/۵	رسی سیلتی
۱-۷۵	۱/۳	۰/۵۴	۴۱/۷	۵۰/۰	۸/۳	رسی سیلتی
۲-۱۵	۱/۲	۱/۲۸	۴۹/۱	۴۶/۶	۴/۳	رسی سیلتی
۲-۴۵	۱/۳	۱/۰۸	۴۶/۴	۴۹/۴	۴/۲	رسی سیلتی
۲-۷۵	۱/۲	۱/۴۱	۳۹/۱	۵۶/۹	۴/۰	لوم رسی سیلتی
۳-۱۵	۱/۲	۱/۴۸	۳۸/۷	۵۳/۴	۷/۹	لوم رسی سیلتی
۳-۴۵	۱/۳	۱/۲۸	۳۰/۸	۵۸/۶	۱۰/۶	لوم رسی سیلتی
۳-۷۵	۱/۲	۰/۹۴	۴۷/۰	۴۱/۱	۱۱/۹	رسی سیلتی
۴-۱۵	۱/۱	۲/۸۹	۳۴/۶	۶۰/۰	۵/۴	لوم رسی سیلتی
۴-۴۵	۱/۲	۰/۶۷	۴۰/۷	۴۸/۹	۱۰/۴	رسی سیلتی
۴-۷۵	۱/۲	۲/۲۹	۶۱/۴	۳۳/۰	۵/۶	رسی

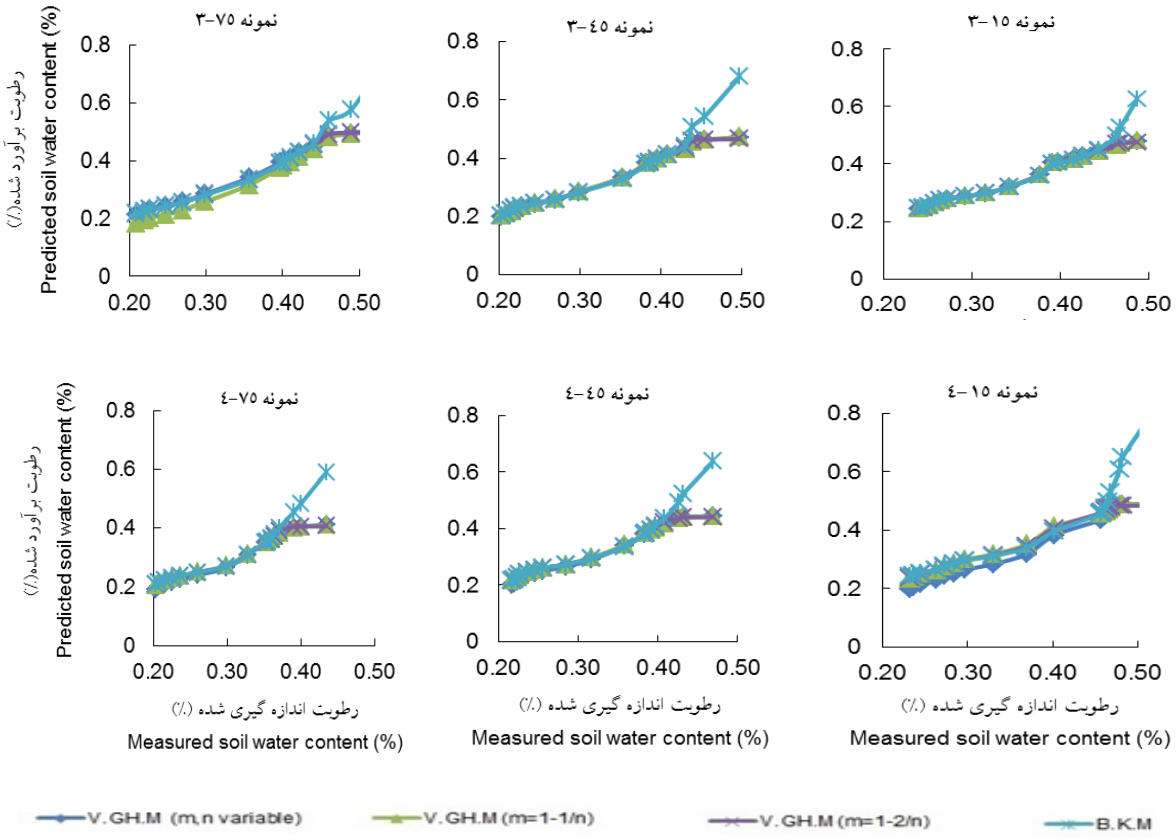
منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌ها که در آزمایشگاه تعیین شد در شکل ۱ ترسیم شده است.



شکل (۱): منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌های مورد بررسی (شکل سمت راست نمونه های خاک در محل‌های۳ و ۴ و شکل سمت چپ نمونه های خاک در محل‌های ۱ و۲)

منحنی مشخصه برآورد شده با استفاده از نرم افزار RETC، با مقادیر اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه مقایسه گردید. رطوبت اندازه‌گیری شده و رطوبت برآورد شده نمونه‌های خاک در هر سه عمق نمونه‌برداری در شکل (۲) نشان داده شده است.





شکل (۲): مقایسه مقادیر رطوبت‌های حجمی اندازه‌گیری شده و برآورد شده

نتایج نشان داد که همه مدل‌ها تقریباً برآوردی مشابه با یکدیگر داشته و فقط مدل بروکز و کوری در مکش‌های پایین مقادیر بیشتری را برای رطوبت حجمی برآورد می‌کند. همچنین علی‌رغم این‌که هر چهار مدل نتایج قابل قبولی داشتند (جدول ۳)، اما مدل ۳ (ون‌گنوختن با m=1-2/n) با توجه به معیارهای آماری مناسب‌ترین مدل برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی بود. نتایج این پژوهش با نتایج نبی‌زاده و بیگی هرچگانی (۱۳۹۰)، بیات و همکاران (۲۰۱۳)، بابائیان و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

جدول (۳): مقادیر متوسط و بیشینه شاخص‌های آماری برای مدل‌های مورد بررسی

مدل	RMSE		ME	
	بیشینه	متوسط	بیشینه	متوسط
مدل ۱ (van Genuchten با m و n متغیر)	۰/۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۲	۰/۰۰۵
مدل ۲ (van Genuchten با m=1-1/n)	۰/۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۲	۰/۰۰۳
مدل ۳ (van Genuchten با m=1-2/n)	۰/۰۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱	۰/۰۰۲
مدل ۴ (Brooks and Corey)	۰/۰۶	۰/۰۴۵	۰/۰۴	۰/۰۱۲

در ادامه ضرایب مدل ۳ (ون‌گنوختن با m=1-2/n) که به عنوان مناسب‌ترین مدل برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌های منطقه انتخاب شده بود، با استفاده از ۵ تابع انتقالی ذکر شده در بخش مواد و روش‌ها و بر اساس ویژگی‌های زودیافت خاک (جدول ۱) برآورد گردید. با استفاده از این ضرایب مقدار رطوبت خاک در مکش‌های مختلف برآورد و با مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت خاک در آن مکش‌ها مقایسه گردید. میانگین مقادیر RMSE و ME برای این توابع در جدول ۴ ارائه شده است. مقادیر شاخص‌های آماری بیانگر این است که تابع سپاسخواه - بندار اصلاح‌شده بهترین تابع برای برآورد ضرایب مدل ون‌گنوختن در منطقه ماهیدشت می‌باشد.

جدول(۴): متوسط شاخص‌های آماری برای توابع انتقالی مورد بررسی

تابع انتقالی	RMSE	ME
(GH 1)	۰/۱۴	۰/۱۲
(GH 2)	۰/۱۲	۰/۰۹
(SB)	۰/۱۷	۰/۱۶
(M GH)	۰/۲۰	۰/۰۹
(M SB)	۰/۱۰	۰/۰۲

تابع انتقالی پیشنهادی برای منطقه ماهیدشت در استان کرمانشاه

با توجه به نتایج به دست آمده از میان توابع انتقالی بررسی شده برای منطقه ماهیدشت، تابع سپاسخواه - بندار اصلاح شده به عنوان بهترین تابع تعیین شد. برای حصول نتایج دقیق‌تر در استفاده از این معادله برای منطقه ماهیدشت، ضرایب این تابع با استفاده از رگرسیون اصلاح شد که ضرایب محاسبه شده در جدول (۵) ارائه شده است. لازم به ذکر است چون پارامتر θ_r در RETC برای این تابع صفر برآورد شده است با رگرسیون‌گیری ضرایب این پارامتر صفر به دست می‌آید. ضمناً چون تابع سپاسخواه - بندار اصلاح شده مقدار θ_s را تعیین نکرده برای تعیین این پارامتر از مدل قربانی- همایی اصلاح شده که بعد از مدل سپاسخواه - بندار اصلاح شده بهترین تابع برای منطقه ماهیدشت می‌باشد، استفاده شد.

جدول (۵): ضرایب تابع انتقالی سپاسخواه بندار اصلاح شده برای منطقه ماهیدشت

$m = 3.1\sqrt{\sigma_g} - 0.377\sigma_g - 0.003Silt + 2.017\sqrt{\sigma_g} - 0.104\log() - 2.745\theta_p$	$R^2 = 0.6$
$\frac{1}{h_p} = 0.067D - 0.001Clay - 1.52\sigma_g + 0.008OM + 0.858\sqrt{\sigma_g} - 1.256$	$R^2 = 0.78$
$\theta_s = -0.21D + 0.697\sigma_g - 0.001Silt - 3.99\sqrt{\sigma_g} + 6.457$	$R^2 = 0.61$

نتیجه‌گیری

این پژوهش در دشت ماهیدشت واقع در استان کرمانشاه با هدف تطبیق مدل‌ها و توابع انتقالی مختلف برای برآورد منحنی مشخصه رطوبتی خاک انجام شد. در ابتدا منحنی مشخصه رطوبتی بر اساس اطلاعات اندازه‌گیری شده خاک در آزمایشگاه با منحنی برآورد شده توسط نرم‌افزار RETC مقایسه گردید. نتایج نشان داد که همه مدل‌های موجود در نرم‌افزار تقریباً برآوردی مشابه

داشته و فقط مدل بروکز- کوری مقادیر رطوبت حجمی را در مکش‌های پایین، بیشتر برآورد می‌کند. بر اساس نتایج می‌توان بیان کرد که از بین چهار مدل مورد بررسی، مدل ون‌گنوختن-بوردین با (m=1-2/n) با مقدار RMSE برابر ۰/۰۱ و ME برابر ۰/۰۰۲ مناسب‌ترین مدل برای توصیف منحنی مشخصه رطوبتی منطقه مورد مطالعه بوده و توابع انتقالی بررسی شده دقت قابل قبولی در برآورد منحنی مشخصه رطوبتی داشته و مدل اصلاح شده سپاسخواه- بندار (با مقدار RMSE برابر ۰/۱ و ME برابر ۰/۰۲ بهترین تابع انتقالی برای خاک‌های منطقه ماهیدشت بود. در ادامه پارامترهای مناسب‌ترین تابع انتقالی برای خاک‌های منطقه مورد مطالعه واسنجی شد. هر چند نتایج این تحقیق برای استفاده در سایر خاک‌ها می‌تواند مفید باشد، اما ضرایب این توابع بایستی در هر منطقه واسنجی گردد. با استفاده از این توابع انتقالی می‌توان از صرف هزینه و وقت زیاد برای تعیین منحنی مشخصه آب خاک جلوگیری کرد.

منابع

بابائیان، ا.، همایی، م.، نوروزی، ع. ا. ۱۳۹۳. عملکرد توابع انتقالی طیفی پارامتریک و نقطه‌ای برای برآورد منحنی مشخصه رطوبتی خاک. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۵، شماره ۴، ص. ۴۷۵-۴۹۰.

جاویدی، ع.، شعبانی، ع.، امیری، م. ج. ۱۳۹۸. تأثیر کاربرد درصد ذرات خاک در مقایسه با خصوصیات هندسی ذرات خاک بر دقت معادلات انتقالی منحنی مشخصه آب خاک و نقطه بحرانی آن. نشریه علوم آب و خاک، سال ۲۳، شماره ۱، ص. ۲۳۷-۲۵۲.

حق‌وردی، ا.، قهرمان، ب.، جلینی، م.، خشنود یزدی، ع. ا. عربی ، ز.۱۳۹۰. مقایسه روش‌های مختلف هوش مصنوعی در مدلسازی منحنی مشخصه رطوبتی خاک. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم، شماره ۲. ص. ۶۵-۸۴.

فولادمند، ح. ر.، گلکار، پ. ۱۳۹۷. برازش مدلهای مختلف منحنی مشخصه آب خاک بر ۳۰ نمونه خاک استان فارس. نشریه پژوهشهای حفاظت آب و خاک،دوره ۲۵، شماره ۱، ص. ۳۱۹-۳۲۶.

فولادمند، ح. ر.، هادی‌پور، س.۱۳۹۰. ارزیابی توابع انتقالی پارامتریک برای تخمین منحنی مشخصه آب خاک در استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال ۱۵. شماره ۵۸ ، ص ۲۵-۳۷.

قربانی دشتکی، ش.، همایی .م ۱۳۸۱. برآورد پارامتریک توابع هیدرولیکی بخش غیر اشباع خاک با استفاده از توابع انتقالی، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، شماره ۱۰ ، جلد۴، ص. ۱-۱۶.

عباسی، ف.، ۱۳۹۲. فیزیک خاک پیشرفته. ویرایش اول دانشگاه تهران. ۲۵۰ ص.

مجیدی گنجی، س.، بیات، ح.، صداقت، آ. ۱۳۹۷. کاربرد و مقایسه توابع انتقالی بین‌المللی برای خاکهای استان مازندران و آذربایجان شرقی. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۸، شماره ۴، ص. ۱۹۷-۲۰۹.

مؤذن زاده، ر.، قهرمان، ب.، داوری، ک.، خشنودی یزدی، ع.ا. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد چند تابع انتقالی داخلی در برآورد منحنی نگهداشت رطوبتی. نشریه آب و خاک،جلد ۲۳ ، شماره ۴، ص.۶۶-۵۵.

نبی‌زاده، ا. بیگی هرچگانی، ح. ۱۳۹۰ .کیفیت برازش چند مدل تجربی منحنی رطوبتی به خاک‌های شهرستان لردگان از استان چهارمحال و بختیاری. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره۳، ص ۶۴۵-۶۳۴ .

Alagna, V., V. Bagarello, S. Di Prima, G. Giordano and M. Iovino. 2016. Testing infiltration run effects on the estimated water transmission properties of a sandy-loam soil. Journal of Geoderma, 267: 24–33.

Bayat, H., M. Neyshabouri, K. Mohammadi and N. Nariman-Zadeh. 2011. Estimating water retention with Pedotransfer functions using multi-objective group method of data handling and ANNs. Journal of Pedosphere, 21:107-114.

Bayat, H., M. Neyshabouri, K. Mohammadi, N. Nariman-Zadeh, M. Irannejad and A.S. Gregory. 2013. Combination of artificial neural networks and fractal theory to predict soil water retention curve. Journal of Computers and Electronics in Agriculture, 92:92-103

Bouma, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. Journal of Soil Science, 9:177–213.

Brooks, R. H. and A. T. Corey. 1964. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Paper No. 3, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

Campbell, G. S. 1985. Soil physics with BASIC, Elsevier, New York.

Castellini, M., M. Niedda, M. Pirastru and D. Ventrella. 2014. Temporal changes of soil physical quality under two residue management systems. Journal of Soil Use and Management. 30(3): 423–434.

Castellini, M., M. Iovino, M. Pirastru, M. Niedda and V. Bagarello. 2016. Use of Best procedure to assess soil physical quality in the Baratz Lake catchment (Sardinia, Italy). Journal of Soil Science Society American, 80:742–755.

Da Silva, A.C., R.A. Armindo, A.S. Brito and M.G. Schaap. 2017. SPLINTEX: A physically based Pedotransfer function for modeling soil hydraulic functions. Journal of Soil and Tillage Research, 174: 261-272.

Dexter, A.R., E.A. Czyz, G. Richard and A. Reszkowska. 2008. A user-friendly water retention function that takes account of the textural and structural pore spaces in soil. Journal of Geoderma, 143:143-153.

Ferrara, R.M., G. Mazza, C. Muschitiello, M. Castellini, A.M. Stellacci, A. Navarro, A. Lagomarsino, C. Vitti, R. Rossi and G. Rana. 2017. Short-term effects of conversion to no-tillage on respiration and chemical- physical properties of the soil: a case study in a wheat cropping system in semi-dry environment. Italian journal of Agro meteorology, 47–58.

Khodaverdiloo, H., H.K. Cheraghabdal, V. Bagarello, M. Iovino, H. Asgarzadeh and S.G. Dashtaki. 2017. Ring diameter effects on determination of field-saturated hydraulic conductivity of different loam soils. Journal of Geoderma, 303: 60–69.

Iovino, M., M. Castellini, V. Bagarello and G. Giordano. 2016. Using static and dynamic indicators to evaluate soil physical quality in a Sicilian area. Journal of Land Degradation and Development, 27(2): 200–210.

Manyam, C., C.L. Morgan, J.L. Heilman, D. Fatondji, B. Gerard and W.A. Payne. 2007. Modeling hydraulic properties of sandy soils of Niger using Pedotransfer functions. Journal of Geoderma, 141. 407- 415.

Nemes, A. and W.J. Rawls. 2006. Evaluation of different representations of the particle-size distribution to predict soil water retention. Journal of Geoderma, 132. 47–58.

Pirastru, M., M. Niedda and M. Castellini. 2014. Effects of maquis clearing on the properties of the soil and on the near-surface hydrological processes in a semi-arid Mediterranean environment. Journal Agricultural Engineering Research, 428. 176-187.

Pirastru, M., V. Bagarello, M. Iovino, R. Marrosu, M. Castellini, F. Giadrossich and M. Niedda. 2017. Subsurface flow and large-scale lateral saturated soil hydraulic conductivity in a Mediterranean hillslope with contrasting land uses. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 65(3): 297-306.

Schaap, M. G. and F.J. Leij. 1998. Using neural networks to predict soil water retention and soil hydraulic conductivity. Journal of Soil Tillage Research, 47.37–42.

Sepaskhah, A. R. and H. Bondar. 2002. Estimating van Genuchten soil water retention curve from some soil physical properties. Iran Agricultural Research, 21. 105-118.

Shirazi, M.A. and L. Borsma. 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil Science Society of America Journal. 48:142-147.

Tomasella, J., Y. Pachepsky, S. Crestana and W.J. Rawls. 2003. Comparison of two techniques to develop Pedotransfer functions for water retention. Journal of Soil Science Society American, 67. 1085–1092.

Twarakavia, N.K.C., J. Simunek and M.G. Schaap. 2009. Development of Pedotransfer functions for estimation of soil hydraulic parameters using support vector machines. Journal of Soil Science Society American, 73. 1443-1452.

van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity for Soils. Journal of Soil Science Society America, 44. 892-898.

van Genuchten, M. Th., F. J. Leij, and S. R. Yates. 1991. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils, Version 1.0. EPA Report 600/2-91/065, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California.

Ventrella, D., M. Charfeddine, L. Giglio and M. Castellini. 2012. Application of DSSAT models for an agronomic adaptation strategy under climate change in Southern Italy: optimum sowing and transplanting time for winter durum wheat and tomato. Italian Journal of Agronomy, 7(1): 109-115.

Vereecken, H., J. Maes, J. Feyen and P. Darius. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density and carbon content. Journal of Soil Science, 148(6): 389-403.

Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Journal of Soil Science, 37(1): 29-38 .

Comparative Study on the Models and Pedotransfer Functions for Estimating of Parameters Describing Soil moisture Characteristic Curve (Case Study: Mahidasht, Kermanshah province)

Kobra Jalilvand[1], Bahman Farhadi Bansouleh [2*], Rasool Ghobadian[3]

Although several mathematical models have been proposed to describe the soil moisture characteristic curves, not one model is suitable for all soil types. The purpose of this study was to determine the best model and Pedotransfer function to describe this curve in Mahidasht plain, Kermanshah province. Soil samples were collected from four locations at three depths. The soil moisture characteristic curve of the samples was determined using sandbox and pressure plates. The coefficients of van Genuchten and Brooks-Cory were determined based on measured data using RETC software. The estimated curve by RETC software was compared with the curve drawn based on measured data. The results showed that all models have almost the same estimations and only the Brooks-Corey model overestimates the moisture at low suctions. Based on the results, it can be stated that among the four studied models, the van Genuchten-Bordin model with m = 1-2/n (RMSE = 0.01 and ME = 0.002) is the most suitable model in the study area. The results also showed that the studied Pedotransfer functions have acceptable accuracy for estimating the soil moisture characteristic curve and the modified Sepaskhah-Bondar model (RMSE = 0.1 and ME = 0.02) is the best Pedotransfer function for soils of the Mahidasht. Then the parameters of the most suitable PEDOTRANSFER function for the soils of the study area were calibrated. Although the results of this study can be useful for use in other soils, the coefficients of these functions should be calibrated in each region.

Key Words: Brooks and Cory model, Pedotransfer Function, RETC, Soil moisture characteristic curve, Van Genuchten model.

[1] Graduated Msc., Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
[2] Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran
[3] Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran