



دانشگاه گوارش و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیستم، شماره پنجم، ۱۳۹۲

<http://jwsc.gau.ac.ir>

گزارش کوتاه علمی

## امکان‌سنجی کاربرد روش درخت تصمیم در تعیین منحنی مشخصه رطوبتی خاک از روی پارامترهای زودیافت آن

\* مهدی ذاکری‌نیا<sup>۱</sup> و خلیل قربانی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۵

### چکیده

در این پژوهش با نمونه‌برداری از خاک‌های مختلف، درصد شن، رس، سیلت، منحنی رطوبتی، چگالی ظاهری، مقدار ماده آلی، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ( $E_c$ ) و نسبت جذبی سدیم (SAR)، اندازه‌گیری و در ادامه پارامترهای هیدرولیکی معادله ون‌گونوختن برای منحنی رطوبتی خاک‌ها به روش بهینه‌سازی معکوس تعیین شدند. در انتها به کمک مدل درختی M5، مقادیر رطوبت غیراشباع خاک به صورت توابعی وابسته به مکش، درصد شن، رس و سیلت، چگالی ظاهری، مواد آلی، نسبت جذبی سدیم و شوری عصاره اشباع تخمین زده شد. در مرحله بعد مقدار ضریب تعیین ( $R^2$ )، مقادیر ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین خطای ارب (MBE) بین مقادیر رطوبت اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده با روش مدل درختی M5 در همه بافت‌ها و شوری‌ها تعیین شد. نتایج نشان داد که علاوه بر داده مکش به‌عنوان ورودی، داده‌های دیگر مانند درصد شن، سیلت و رس، نقش به‌سزایی در پیش‌بینی مقدار رطوبت داشتند. اما بیش‌ترین تأثیر را پارامتر مکش ماتریک در پیش‌بینی رطوبت از خود نشان داد. بنابراین نتایج مدل درختی M5 بیانگر آن است که با وجود در دسترس بودن داده‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مقادیر مکش ماتریک به‌عنوان یک پارامتر اساسی برای شبیه‌سازی دقیق رطوبت در منحنی رطوبتی مورد نیاز است.

**واژه‌های کلیدی:** بافت خاک، شوری عصاره اشباع، منحنی رطوبتی، درخت تصمیم

\* مسئول مکاتبه: [a\\_zakerinia@yahoo.com](mailto:a_zakerinia@yahoo.com)

## مقدمه

به دلیل مشکل بودن ترسیم منحنی‌های رطوبتی و هدایت هیدرولیکی، به آن‌ها خصوصیات دیر یافت خاک اطلاق می‌شود. از روی این منحنی می‌توان به چگونگی نگهداری آب در خاک پی برده و مقدار آب قابل ذخیره در خاک را در هر پتانسیل به دست آورد (دامهر و همکاران، ۲۰۰۶). تلاش‌های زیادی صورت گرفته تا رابطه‌های بین منحنی رطوبتی با خصوصیات زود یافت خاک مثل توزیع اندازه ذرات، ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری تخمین زده شود (خالق‌پناه و شرفا، ۲۰۰۶). برای بیان کمی منحنی رطوبتی و هدایت آبی، از معادله‌های مختلفی استفاده می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها مدل فیزیکی ون‌گونوختن (۱۹۸۰) برای منحنی رطوبتی (رابطه ۱) و معلم (۱۹۷۶) برای منحنی هدایت هیدرولیکی (رابطه ۲) می‌باشد:

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha h)^n]^m} \quad (1)$$

$$K(S_e) = K_s S_e^l [1 - (1 - S_e^{1/m})^m]^2 \quad n > 1 \quad m = 1 - \frac{1}{n} \quad (2)$$

در رابطه‌های بالا،  $\theta_s$ ،  $\theta_r$ ،  $\theta(h)$  رطوبت در مکش  $h$ ، رطوبت باقی مانده و رطوبت اشباع (هر سه دارای بعد  $L^3/L^3$ )،  $\alpha$ ،  $m$ ،  $n$ : پارامترهای شکل،  $K(S_e)$ : با بعد  $(L/T)$ ،  $S_e$  (-) و  $l$  به ترتیب هدایت هیدرولیکی، درجه اشباع نسبی و پارامتر شکل می‌باشند. به مجموعه پارامترهای معرفی شده در دو رابطه اخیر پارامترهای هیدرولیکی یا فیزیکی خاک‌ها اطلاق می‌گردد. به طور کلی روش‌های تعیین پارامترهای هیدرولیکی خاک‌ها به ۲ دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. روش‌های مستقیم تعیین پارامترهای هیدرولیکی مانند روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی وقت گیر و پرهزینه است. به همین دلیل پژوهش‌گران به سمت روش‌های غیرمستقیم که کم‌هزینه‌تر و به نسبت سریع می‌باشند، روی آورده‌اند. در روش‌های غیرمستقیم معمولاً منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی با خصوصیات زود یافت خاک مثل بافت خاک، توزیع اندازه ذرات، ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری که در بیش‌تر مطالعات اندازه‌گیری شده و تعیین آن‌ها ساده می‌باشد، تخمین زده می‌شود (ذاکری‌نیا، ۲۰۰۸؛ امامی و همکاران، ۲۰۰۷؛ ذاکری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۷). از جمله روش‌های غیرمستقیم می‌توان به روش توابع انتقالی، معکوس (مجنون و همکاران، ۲۰۰۴؛ راولز و همکاران، ۱۹۸۲) و نیز روش‌های مبتنی بر تصمیم‌گیری منطقی (رادسر و زند پارسا، ۲۰۰۴؛ فولادمند و همکاران، ۲۰۰۴؛ راجکایی و

همکاران، ۲۰۰۴؛ خوشنود یزدی و قهرمان، ۲۰۰۴) و درخت تصمیم اشاره نمود. از طرفی خصوصیات شیمیایی خاک مانند هدایت الکتریکی (EC)<sup>۱</sup> و نسبت جذبی سدیم (SAR)<sup>۲</sup>، نیز ممکن است در شرایط مختلف بر منحنی رطوبتی خاکها تأثیرگذار باشند (خالقپناه و شرفا، ۲۰۰۶). بنابراین لازم است که نقش عناصر کیفی مانند کلسیم، منیزیم و نیز سدیم در منحنی مشخصه خاکها مشخص شود. بررسی نتایج پژوهش‌های گذشته بیانگر آن است که منحنی مشخصه رطوبتی خاک، تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد، از این رو در این پژوهش برای مشخص نمودن سهم هر کدام از این عوامل، از مدل درختی استفاده شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر پارامترهای زودیافت خاک مانند درصد رس، شن، سیلت و نیز برخی خصوصیات دیگر مانند ماده آلی، EC و SAR در منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌های مختلف با استفاده از درخت تصمیم می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا با نمونه‌برداری خاک‌ها در مناطق مختلف حومه کرج و هشتگرد، تعداد ۷۰ نمونه خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. تمامی آن‌ها از الک نمره ۱۰ (۲ میلی‌متر) عبور داده شد. با انجام آزمایش بافت خاک به روش هیدرومتري، همه نمونه‌ها براساس مثلث بافت خاک، در ۳ دسته سبک (۱۸ نمونه خاک)، متوسط (۲۷ نمونه خاک) و سنگین (۲۵ نمونه خاک) قرار گرفتند. عصاره گل اشباع از آن‌ها جدا شده و هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) عصاره‌های نام برده تعیین شد (گی و باوذر، ۱۹۸۶). رطوبت قابل نگهداشت خاک‌ها برای فشارهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ اتمسفر از دستگاه سلول فشاری (به دلیل کارایی بهتر آن در فشارهای پایین) و برای فشارهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۱۰ اتمسفر از دستگاه محفظه فشاری استفاده گردید. بعد از اندازه‌گیری رطوبت در فشارهای مختلف، منحنی رطوبتی هر خاک ترسیم گردید. به منظور شبیه‌سازی منحنی مشخصه رطوبتی هر خاک، پارامترهای مدل ریاضی ون‌گنوختن با استفاده از روش بهینه‌سازی معکوس در نرم‌افزار RETC استخراج شد. بعد از استخراج داده‌ها و تشکیل بانک اطلاعاتی، رطوبت غیراشباع به‌عنوان متغیر وابسته و پارامترهای مکش ( $H_m$ )، درصد شن (Sand)، درصد رس (Clay)، درصد سیلت (Silt)، ماده آلی (Om)، چگالی ظاهری (Bd)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) به‌عنوان متغیرهای مستقل، وارد مدل درختی یا درخت تصمیم<sup>۳</sup> M5

- 1- Electrical Conductivity
- 2- Sodium Adsorption Ratio
- 3- Decision Tree Model

شدند (کویلان، ۱۹۹۲؛ ویتن و فرانک، ۲۰۰۵). به این منظور ابتدا مدل M5 در نرم‌افزار Matlab ساخته شد. سپس بعد از تشکیل بانک اطلاعات از داده‌های موجود، ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۳۰ درصد از داده‌ها نیز برای آزمون مدل در نظر گرفته شد. آنگاه مدل ساخته شده بر روی داده‌های آزمون اجرا شده و نتایج شبیه‌سازی شده توسط مدل با مقادیر مشاهده شده برای کل داده‌ها به وسیله معیارهای ارزیابی خطا شامل دو معیار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین خطای اریبی (MBE) مورد مقایسه قرار گرفت. لازم به ذکر است که همه مقادیر اندازه‌گیری شده برای فشار به صورت معادل مقادیر مکش در نظر گرفته شده است. ابتدا تمامی متغیرهای مستقل در مدل قرار داده شد و سپس در طی چند مرحله با حذف متغیرهایی که تأثیر کم‌تری در نتایج داشتند، کارایی مدل مورد ارزیابی قرار گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه بافت خاک نشان داد که نمونه‌های جمع‌آوری شده دارای تنوع بافت بوده و شامل هر سه نوع بافت سنگین، متوسط و سبک بودند. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین پارامترهای هیدرولیکی برای بافت‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. نتیجه محاسبه‌های روش M5 برای حالتی که رطوبت خاک به صورت تابعی از همه پارامترهای مستقل مکش ( $H_m$ )، درصد شن (Sand)، درصد رس (Clay)، درصد سیلت (Silt)، ماده آلی (Om)، چگالی ظاهری (Bd)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) در نظر گرفته شده بود (مدل ۱)، به عنوان نمونه در شکل ۱ نشان داده شده است.

مدل درختی M5 با توجه به معیار SDR، ابتدا داده‌ها را براساس مکش ماتریک به ۲ دسته با مقادیر کم‌تر و بیش‌تر از ۰/۷۵ اتمسفر تقسیم‌بندی نمود. برای مکش ماتریک بیش از ۰/۷۵ اتمسفر رابطه ۱۱ و برای مکش‌های کم‌تر از ۰/۷۵ اتمسفر رابطه ۳ را استخراج نمود (شکل ۲). حدود پارامترهای درصد شن، مکش ماتریک، ماده آلی، درصد رس، چگالی ظاهری و درصد سیلت، داده‌ها به ۱۰ گروه تقسیم‌بندی شده و برای هر یک از آن‌ها رابطه‌های چندمتغیره ۱ تا ۱۰ به دست آمد.

مهدی ذاکری نیا و خلیل قربانی

جدول ۱- مقادیر پارامترهای فیزیکی حداقل، حداکثر و میانگین ( $\theta_r, n, \alpha, \theta_s$ ) برای همه خاکها، بافت لوم رسی، رسی و لوم رسی شنی.

$\theta_r$	n	$\alpha$	$\theta_s$	همه بافت‌ها
۰/۰۱۸	۱/۱۴	۰/۰۰۰۷	۰/۲۷۱	حداقل
۰/۲۲	۱/۹۸۱	۰/۶۰۶	۰/۵۳۱	حداکثر
۰/۱۱۶	۱/۳۳	۰/۰۳۶۵	۰/۴۰۸	میانگین
بافت لوم رسی				
۰/۰۱۸	۱/۱۵۸	۰/۰۰۱	۰/۳۵۸	حداقل
۰/۱۶۴	۱/۴۰۴	۰/۰۶	۰/۴۵۳	حداکثر
۰/۱۱	۱/۲۸	۰/۰۱۱۷	۰/۳۹۹	میانگین
بافت رسی				
۰/۰۳۶	۱/۱۴۷	۰/۰۰۱	۰/۳۵۶	حداقل
۰/۲۲	۱/۹۸۱	۰/۰۱۶	۰/۵۲۱	حداکثر
۰/۱۴	۱/۴۶۷	۰/۰۰۵	۰/۴۱۴	میانگین
بافت لوم رسی شنی				
۰/۰۸۹	۱/۱۵۴	۰/۰۰۱۴	۰/۳۳۴	حداقل
۰/۱۶۴	۱/۴۰۴	۰/۱۳۲	۰/۵۳۱۴	حداکثر
۰/۱۲۷	۱/۲۳۲	۰/۰۴۰۷	۰/۴۳۰	میانگین

Hm <= 0.75:  
 | Sand <= 28.32:  
 | | Hm <= 0.05 : y<sub>1</sub>  
 | | Hm > 0.05:  
 | | | OM <= 2.313: y<sub>2</sub>  
 | | | OM > 2.313:  
 | | | | Sand <= 13.7: y<sub>3</sub>  
 | | | | Sand > 13.7: y<sub>4</sub>  
 | Sand > 28.32:  
 | | Hm <= 0.15: y<sub>5</sub>  
 | | Hm > 0.15:  
 | | | Clay <= 31.78:  
 | | | | Clay <= 23.34: y<sub>6</sub>  
 | | | | Clay > 23.34: y<sub>7</sub>  
 | | | | Clay > 31.78:  
 | | | | Bd <= 1.413: y<sub>8</sub>  
 | | | | Bd > 1.413:  
 | | | | | Silt <= 31.98: y<sub>9</sub>  
 | | | | | Silt > 31.98: y<sub>10</sub>  
 | Hm > 0.75: y<sub>11</sub>

شکل ۱- نمودار درختی مدل ۱ (M5) برای محاسبه رطوبت به صورت تابعی از کل پارامترهای ورودی.

که رابطه‌های اشاره شده در مدل درختی ۱، در شکل قبل به ترتیب در شکل ۲ نشان داده شده است:

$$\begin{aligned}
 y1 &= -0.0023 \text{ Sand} + 0.001 \text{ Clay} - 0.0061 \text{ Silt} + 0.1726 \text{ Bd} + 0.0226 \text{ OM} + 0.0005 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1641 \text{ Hm} + 0.4118 \\
 y2 &= -0.0018 \text{ Sand} + 0.001 \text{ Clay} - 0.0013 \text{ Silt} + 0.3061 \text{ Bd} + 0.0251 \text{ OM} - 0.0001 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1514 \text{ Hm} - 0.0468 \\
 y3 &= -0.004 \text{ Sand} + 0.001 \text{ Clay} - 0.0013 \text{ Silt} + 0.1922 \text{ Bd} + 0.0298 \text{ OM} + 0.0005 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.0954 \text{ Hm} + 0.1743 \\
 y4 &= -0.0027 \text{ Sand} + 0.001 \text{ Clay} - 0.0013 \text{ Silt} + 0.1922 \text{ Bd} + 0.0298 \text{ OM} + 0.0005 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.0954 \text{ Hm} + 0.1332 \\
 y5 &= -0.0002 \text{ Sand} + 0.0024 \text{ Clay} + 0.0003 \text{ Silt} + 0.1588 \text{ Bd} + 0.0136 \text{ OM} + 0.0006 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.6524 \text{ Hm} + 0.0859 \\
 y6 &= -0.0002 \text{ Sand} + 0.0039 \text{ Clay} + 0 \text{ Silt} + 0.1506 \text{ Bd} + 0.0136 \text{ OM} + 0.0012 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1143 \text{ Hm} - 0.0258 \\
 y7 &= -0.0002 \text{ Sand} + 0.0037 \text{ Clay} + 0.0002 \text{ Silt} + 0.1506 \text{ Bd} + 0.0136 \text{ OM} + 0.0011 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1143 \text{ Hm} - 0.0166 \\
 y8 &= -0.0002 \text{ Sand} + 0.0029 \text{ Clay} + 0 \text{ Silt} + 0.1929 \text{ Bd} + 0.0136 \text{ OM} + 0.0006 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1143 \text{ Hm} - 0.0412 \\
 y9 &= -0.0002 \text{ Sand} + 0.0029 \text{ Clay} - 0.0003 \text{ Silt} + 0.1838 \text{ Bd} + 0.0136 \text{ OM} + 0.0006 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1143 \text{ Hm} - 0.0118 \\
 y10 &= -0.0002 \text{ Sand} + 0.0029 \text{ Clay} - 0.0003 \text{ Silt} + 0.1838 \text{ Bd} + 0.0136 \text{ OM} + 0.0006 \text{ EC} + 0.0003 \text{ SAR} - 0.1143 \text{ Hm} - 0.0124 \\
 y11 &= 0.0037 \text{ Clay} + 0.1124 \text{ Bd} + 0.0267 \text{ OM} + 0.0018 \text{ SAR} - 0.0098 \text{ Hm} - 0.0798
 \end{aligned}$$

شکل ۲- یک نمونه از رابطه‌های به دست آمده توسط مدل درختی M5 برای مدل ۱.

مراحل بالا با حذف پارامترهای مختلف ورودی، طی ۷ مرحله با مدل M5 انجام گردیده و نتایج نهایی خروجی مدل‌های هفت‌گانه در جدول ۲ نشان داده شده است. به دلیل طولانی بودن و تعدد رابطه‌ها از آرایه آن‌ها خودداری شده است. با توجه به جدول ۲ می‌توان گفت، مدل‌های ۱ و ۲ دارای حداکثر ضریب تعیین ( $R^2$ ) و حداقل خطای RMSE می‌باشد. بنابراین زمانی که برای محاسبه منحنی رطوبتی از تمامی پارامترهای ورودی ذکر شده، استفاده گردد، بهترین مقادیر برای رطوبت به دست آمد. همچنین هنگامی که پارامتر EC از پارامترهای ورودی کنار گذاشته شد (مدل ۵)، جواب‌های تابع رطوبت، در مقایسه با داده‌های اندازه‌گیری شده رطوبت، دارای ضریب  $R^2$  و RMSE به ترتیب برابر ۰/۸۹۳ و ۰/۰۳۴ بود. این در حالی است که با حذف چگالی ظاهری و EC از پارامترهای ورودی (مدل ۶)، آماره‌های بالا به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۰۳۴ به دست آمده است. بنابراین به دلیل کاهش اندک مقادیر آماره‌ها می‌توان گفت این دو پارامتر تأثیر چندانی در مقدار تابع رطوبت نداشته‌اند. همچنین هنگامی که فقط از پارامتر مکش در پیش‌بینی رطوبت استفاده شد (مدل ۷)، مقدار  $R^2$  کاهش و RMSE افزایش یافته و به ترتیب به مقادیر ۰/۶۱۲ و ۰/۰۶۵ می‌رسند. بنابراین می‌توان گفت علاوه بر داده مکش به عنوان ورودی، داده‌های دیگر مانند درصد شن، سیلت و رس، نقش به‌سزایی در پیش‌بینی

مقدار رطوبت خواهند داشت. اما بیش‌ترین تأثیر را پارامتر مکش ماتریک در پیش‌بینی رطوبت از خود نشان داده است. زیرا با حذف آن از متغیرهای ورودی کاهش زیادی در مقدار ضریب همبستگی بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده توسط مدل و افزایش مقدار خطا در نتایج مشاهده شده است (مدل ۳). در این مدل مقدار  $R^2$  و RMSE به‌ترتیب برابر ۰/۲۹ و ۰/۰۸۸ به‌دست آمده است. این امر خود بیانگر آن است که در پیش‌بینی تابع رطوبت در منحنی رطوبتی خاک‌ها، مکش ماتریک اصلی‌ترین نقش را به عهده داشته و وجود آن برای پیش‌بینی صحیح و دقیق رطوبت در خاک ضروری است. بر این اساس هر چند داده‌های زیادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند پارامترهای ورودی این پژوهش در دسترس و قابل اندازه‌گیری باشد، باز هم به مقادیر مکش ماتریک به‌عنوان یک پارامتر ورودی اساسی برای شبیه‌سازی دقیق رطوبت در منحنی رطوبتی نیاز است.

جدول ۲- آماره‌های ضریب تعیین، ریشه میانگین مربعات خطا و میانگین خطای اریب برای مدل‌های هفت‌گانه M5 و منحنی رطوبتی واقعی.

مدل M5	پارامترهای ورودی	ضریب تعیین $R^2$	ریشه میانگین مربعات خطا (واحد رطوبت) RMSE	میانگین خطای اریب MBE
مدل ۱	مکش ماتریک، درصد شن، سیلت، رس، ماده آلی، چگالی ظاهری، SAR، EC	۰/۹۰۰۲	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰۵
مدل ۲	مکش، درصد شن، سیلت، رس، ماده آلی، چگالی ظاهری، EC	۰/۹۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۰۷۴
مدل ۳	درصد شن، سیلت، رس، ماده آلی، چگالی ظاهری، EC	۰/۲۹۰	۰/۰۸۸	۰/۰۰۲۴۶
مدل ۴	مکش ماتریک، درصد شن، سیلت، رس، چگالی ظاهری، EC	۰/۸۸۹	۰/۰۳۵	-۰/۰۰۰۲۵
مدل ۵	مکش ماتریک، درصد شن، سیلت، رس، چگالی ظاهری	۰/۸۹۳	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰۴۰۹
مدل ۶	مکش ماتریک، درصد شن، سیلت، رس	۰/۸۶۶	۰/۰۳۸	-۰/۰۰۰۰۱۶
مدل ۷	مکش ماتریک	۰/۶۱۲	۰/۰۶۵	-۰/۰۰۰۰۹۳

با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت، مدل‌های تجربی و نیز مدل‌های شبکه عصبی که تاکنون برای پیش‌بینی منحنی رطوبتی خاک از روی خصوصیات زودیافت خاک توسعه یافته‌اند (مانند مدل ROSETTA)، باید با احتیاط بیشتری مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین در شرایطی که استفاده از این مدل‌ها بنابر دلایلی اجتناب‌ناپذیر باشد، لازم است حتماً با اندازه‌گیری مکش ماتریک به صورت موردی، مقادیر خطای شبیه‌سازی پارامترها با مدل نام برده مشخص و در محاسبه‌های بعدی مدنظر قرار گیرد. در پژوهشی که توسط رادسر و زند پارسا (۲۰۰۴) نیز انجام شده بود، مشخص شد که مدل ROSETTA نسبت به روش آن‌ها از دقت پایینی برخوردار بود.

#### منابع

1. Dadmehr, R., Sobhani, M., and Zeinalzadeh, K. 2006. Comparing of fitted some soil moisture models. National conference of irrigation and drainage networks management. Ahwaz. Iran, 7p. (In Persain)
2. Emami, H., Neyshaboori, M., Shorafa, M., and Liaght, A. 2007. Evaluation of artificial neural networks for soil moisture predicting in some saline and gypsum soil of Iran. 10<sup>th</sup> Iranian soil science conference. Karaj, 1058p. (In Persain)
3. Fuladmand, H.R., Sepaskhah, A., and Niazi, J. 2004. Estimating soil moisture characteristic curve based on soil particle size distribution curve and bulk density. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 8: 3. 1-12. (In Persain)
4. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Methods of soil analysis. Part 1-Physical and mineralogical methods. Second edition, Agronomy No. 9, America Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. P. 2nd. Edition, 9: 1. 383-411.
5. Khaleghpanah, N., and Shorafa, M. 2006. Transfer function for determining moisture curve of some saline and sodic soils. Papers of soil, environment and constant development. Karaj. Iran, 2p. (In Persain)
6. Khaleghpanah, N., and Shorafa, M. 2007. Investigation of SAR and EC on nonparametric determining of soil moisture for expansible and spastic able soils. 10<sup>th</sup> Iranian soil science conference. Karaj, 1013p. (In Persain)
7. Khoshnud Yazdi, A.A., and Ghareman, B. 2004. Investigation of soil texture and scaling parameter relationship for soil moisture determining. Agricultural engineering research magazine, 5: 20. 18-34.
8. Majnooni, H., Zandparsa, Sh., Sepaskhah, A., and Kamkar, H.A. 2004. Predicting of soils hydraulic characteristics with inverse modeling in field condition. 9<sup>th</sup> Iranian soil science conference. Karaj, 12p. (In Persain)



9. Mualem, Y. 1976. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.* 12: 3. 513-522.
10. Quinlan, J.R. 1992. Learning with continuous classes. *Proceedings of Australian Joint Conference on Artificial Intelligence*. World Scientific Press: Singapore; Pp: 343-348.
11. Radsar, A., and Zandparsa, Sh. 2004. Comparing measured and predicted hydraulic conductivity with ROSETTA and UNSATK in some UNSODA soil data bank. 9<sup>th</sup> Iranian soil science conference. Karaj, 13p. (In Persian)
12. Rajkai, K., Kabos, S., and van Genuchten, M.Th. 2004. Estimating the water retention curve from soil properties: comparison of linear, nonlinear and concomitant variable methods. *Soil and Tillage Research*, 79: 145-152.
13. Rawls, W.J., Brakensiek, D.L., and Saxton, K.E. 1982. Estimating soil water properties. *Trans. ASAE*, 25: 5. 1316, 1320 and 1328.
14. Van Genuchten, M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 892-898.
15. Witten, I.H., and Frank, E. 2005. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. Morgan Kaufmann Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco, 607p.
16. Zakerinia, M. 2008. Determining Root Water Uptake Pattern from a Non-Uniform Soil Moisture Conditions. PhD Thesis in Irrigation and drainage. Tehran University, 145p. (In Persian)
17. Zakerinia, M., Abbasi, F., and Sohrabi, T. 2007. Evaluating temporal variations of soil hydraulic properties using inverse optimization technique. *Agricultural engineering research magazine*. 8: 3. 17-30.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(5), 2013*

<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Feasibility of decision tree application (M5 model) for determining soil moisture characteristic curve from easily available soil parameters**

**\*M. Zakerinia<sup>1</sup> and Kh. Ghorbani<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of  
Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 11/21/2012; Accepted: 05/15/2013

### **Abstract**

One of the major issues making difficult to model soil water and crop relationship is difficulty of determining soil hydraulic characteristics as soil moisture and unsaturated hydraulic conductivity curves. Because these characteristics are affected by chemical and physical agents. In this study, some readily available soil parameters such as sand, clay and silt percentage, moisture versus matric suction, bulk density, organic matter, saturated electrical conductivity (EC) and sodium adsorption ratio (SAR) were measured. Also soil hydraulic parameters are determined by optimization method. Finally, soil unsaturated moisture parameter is formulated by M5 decision tree method as functions of matric suction, sand, clay and silt percentage, bulk density, organic material, sodium adsorption ratio and saturated electrical conductivity. Also computed moisture data is compared with measured soil moisture curve data. Next, the  $R^2$  Determination coefficient, root mean square error (RMSE) and mean of bios error (MBE) is determined between measured and decision tree model (M5) fitted moisture data for all soil textures and salinities. Result showed that besides matric potential data. The sand, silt and clay data have also special effect on precision of moisture determining with M5. But matric potential data has greater effect on valid moisture prediction comparing to observed data. Generally, results of modeling with decision tree model (M5) showed that although some physical and chemical soil data could be available and measurable but matric potential data is required as key input parameter for accurately simulation moisture retention curve.

**Keywords:** Decision tree model, Saturation extracts salinity, Soil texture, Soil moisture curve

---

\* Corresponding Author; Email: [a\\_zakerinia@yahoo.com](mailto:a_zakerinia@yahoo.com)