گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره پنجم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

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

***مهدی ذاکری‌نیا[۱] و خلیل قربانی[۱]**

[۱]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 ($EC_e$) و نسبت جذبی سدیم (SAR)، اندازه‌گیری و در ادامه پارامترهای هیدرولیکی معادله ون‌گنوختن برای منحنی رطوبتی خاک‌ها به روش بهینه‌سازی معکوس تعیین شدند. در انتها به کمک مدل درختی M5، مقادیر رطوبت غیراشباع خاک به‌صورت 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 اریب (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 علاوه‌بر 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

**مقدمه**

به‌دلیل مشکل بودن ترسیم منحنی‌های رطوبتی و هدایت هیدرولیکی، به آن‌ها خصوصیات دیریافت 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 به‌دست آورد (دادمهر و همکاران، ۲۰۰۶). تلاش‌های زیادی صورت گرفته تا رابطه‌های بین منحنی رطوبتی با خصوصیات زودیافت 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 ون‌گنوختن (۱۹۸۰) برای منحنی رطوبتی (رابطه ۱) و معلم (۱۹۷۶) برای منحنی هدایت هیدرولیکی (رابطه ۲) می‌باشد:

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

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

در رابطه‌های بالا، $\theta_{(h)}$، $\theta_r$ و $\theta_s$ رطوبت در مکش h، رطوبت باقی‌مانده و رطوبت اشباع (هر سه دارای بعد $L^3/L^3$)، $\alpha$، m و n: پارامترهای شکل، $K(s_e)$: با بعد (L/T)، $S_e$ (-) و $l$ به‌ترتیب 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. به‌طورکلی روش‌های تعیین پارامترهای هیدرولیکی خاک‌ها به ۲ دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. روش‌های مستقیم تعیین پارامترهای هیدرولیکی مانند روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی وقت‌گیر و پرهزینه است. به همین دلیل پژوهش‌گران به‌سمت روش‌های غیرمستقیم که کم‌هزینه‌تر و به‌نسبت سریع می‌باشند، روی آورده‌اند. در روش‌های غیرمستقیم معمولاً منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی با خصوصیات زودیافت 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 (مجنونی 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، ۲۰۰٤؛ خوشنود یزدی و قهرمان، ۲۰۰٤) و درخت تصمیم اشاره نمود. از طرفی خصوصیات شیمیایی خاک مانند هدایت الکتریکی (EC)[1] و نسبت جذبی سدیم (SAR)[2]، نیز ممکن است در شرایط مختلف بر منحنی رطوبتی خاک‌ها تأثیرگذار باشند (خالق‌پناه و شرفا، ۲۰۰٦). 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، تحت‌تأثیر عوامل متعددی قرار دارد، از این‌رو 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 هیدرومتری، 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 باودر، ۱۹۸٦). رطوبت قابل نگهداشت خاک‌ها برای فشارهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/٤ و ۰/۵ اتمسفر از دستگاه سلول فشاری (به‌دلیل کارایی بهتر آن در فشارهای پایین) و برای فشارهای ۲،۱، ۳، ۵، ۱۰ و ۱۵ اتمسفر از دستگاه محفظه فشاری استفاده گردید. بعد از اندازه‌گیری رطوبت در فشارهای مختلف، منحنی رطوبتی هر خاک ترسیم گردید. به‌منظور 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[3] M5

1- Electerical Conductivity
2- Sodium Adsorbtion Ratio
3- Decision Tree Model

شدند (کوینلان، 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 به‌وسیله 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 به‌صورت 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 به‌صورت 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)، به‌عنوان 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 به‌دست آمد.

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

| همه بافت‌ها | $\theta_s$ | $\alpha$ | n | $\theta_r$ |
|---|---|---|---|---|
| حداقل | ۰/۲۷۱ | ۰/۰۰۰۷ | ۱/۱٤ | ۰/۰۱۸ |
| حداکثر | ۰/۵۳۱ | ۰/٦۰٦ | ۱/۹۸۱ | ۰/۲۲ |
| میانگین | ۰/٤۰۸ | ۰/۰۳٦۵ | ۱/۳۳ | ۰/۱۱٦ |
| بافت لوم رسی | | | | |
| حداقل | ۰/۳۵۸ | ۰/۰۰۱ | ۱/۱۵۸ | ۰/۰۱۸ |
| حداکثر | ۰/٤۵۳ | ۰/۰٦ | ۱/٤۰٤ | ۰/۱٦٤ |
| میانگین | ۰/۳۹۹ | ۰/۰۱۱۷ | ۱/۲۸ | ۰/۱۱ |
| بافت رسی | | | | |
| حداقل | ۰/۳۵٦ | ۰/۰۰۱ | ۱/۱٤۷ | ۰/۰۳٦ |
| حداکثر | ۰/۵۲۱ | ۰/۰۱٦ | ۱/۹۸۱ | ۰/۲۲ |
| میانگین | ۰/٤۱٤ | ۰/۰۰۵ | ۱/٤٦۷ | ۰/۱٤ |
| بافت لوم رسی شنی | | | | |
| حداقل | ۰/۳۳٤ | ۰/۰۰۱٤ | ۱/۱۵٤ | ۰/۰۸۹ |
| حداکثر | ۰/۵۳۱٤ | ۰/۱۳۲ | ۱/٤۰٤ | ۰/۱٦٤ |
| میانگین | ۰/٤۳۰ | ۰/۰٤۰۷ | ۱/۲۳۲ | ۰/۱۲۷ |

```
Hm <= 0.75:
|  Sand <= 28.32:
|  |  Hm <= 0.05 : y1
|  |  Hm > 0.05:
|  |  |  OM<= 2.313: y2
|  |  |  OM> 2.313:
|  |  |  |  Sand <= 13.7: y3
|  |  |  |  Sand > 13.7: y4
|  Sand > 28.32:
|  |  Hm <= 0.15: y5
|  |  Hm > 0.15:
|  |  |  Clay <= 31.78:
|  |  |  |  Clay <= 23.34: y6
|  |  |  |  Clay > 23.34: y7
|  |  |  Clay > 31.78:
|  |  |  |  Bd<= 1.413: y8
|  |  |  |  Bd> 1.413:
|  |  |  |  |  Silt <= 31.98: y9
|  |  |  |  |  Silt > 31.98: y10
Hm > 0.75: y11
```

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

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

y1 = -0.0023 Sand + 0.001 Clay - 0.0061 Silt + 0.1726 Bd+ 0.0226 OM +0.0005 EC+ 0.0003 SAR - 0.1641 Hm + 0.4118

y2 = -0.0018 Sand + 0.001 Clay - 0.0013 Silt + 0.3061 Bd+ 0.0251 OM- 0.0001 EC + 0.0003 SAR - 0.1514 Hm - 0.0468

y3= -0.004 Sand + 0.001 Clay - 0.0013 Silt + 0.1922 Bd+ 0.0298 OM+ 0.0005 EC + 0.0003 SAR - 0.0954 Hm + 0.1743

y4= -0.0027 Sand + 0.001 Clay - 0.0013 Silt + 0.1922 Bd+ 0.0298 OM+ 0.0005 EC + 0.0003 SAR - 0.0954 Hm + 0.1332

y5= -0.0002 Sand + 0.0024 Clay + 0.0003 Silt + 0.1588 Bd+ 0.0136 OM+ 0.0006 EC + 0.0003 SAR - 0.6524 Hm + 0.0859

y6= -0.0002 Sand + 0.0039 Clay + 0 Silt + 0.1506 Bd+ 0.0136 OM+ 0.0012 EC + 0.0003 SAR - 0.1143 Hm - 0.0258

y7 = -0.0002 Sand + 0.0037 Clay + 0.0002 Silt + 0.1506 Bd+ 0.0136 OM+ 0.0011 EC + 0.0003 SAR - 0.1143 Hm - 0.0166

y8= -0.0002 Sand + 0.0029 Clay + 0 Silt + 0.1929 Bd+ 0.0136 OM+ 0.0006 EC + 0.0003 SAR - 0.1143 Hm - 0.0412

y9= -0.0002 Sand + 0.0029 Clay - 0.0003 Silt + 0.1838 Bd+ 0.0136 OM+ 0.0006 EC + 0.0003 SAR - 0.1143 Hm - 0.0118

y10 = -0.0002 Sand + 0.0029 Clay - 0.0003 Silt + 0.1838 Bd+ 0.0136 OM+ 0.0006 EC + 0.0003 SAR - 0.1143 Hm - 0.0124

y11 = 0.0037 Clay + 0.1124 Bd+ 0.0267 OM+ 0.0018 SAR - 0.0098 Hm - 0.0798

**شکل ۲- یک نمونه از رابطه‌های به‌دست 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. به‌دلیل طولانی بودن و تعدد رابطه‌ها از ارایه 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 زمانی‌که برای محاسبه منحنی رطوبتی از تمامی پارامترهای ورودی ذکر شده، استفاده گردد، بهترین مقادیر برای رطوبت به‌دست آمد. همچنین هنگامی‌که 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 به‌ترتیب برابر ۰/۸۹۳ و ۰/۰۳٤ بود. این در حالی است که با حذف چگالی ظاهری و EC از پارامترهای ورودی (مدل ٦)، آماره‌های بالا به‌ترتیب ۰/۸٦ و ۰/۰۳٤ به‌دست آمده‌است. بنابراین به‌دلیل کاهش اندک مقادیر آماره‌ها می‌توان گفت این دو پارامتر تأثیر چندان زیادی در مقدار تابع رطوبت نداشته‌اند. همچنین هنگامی‌که فقط از پارامتر مکش در پیش‌بینی رطوبت استفاده شد (مدل ۷)، مقدار $R^2$ کاهش و RMSE افزایش یافته و به‌ترتیب به مقادیر ۰/٦۱۲ و ۰/۰٦۵ می‌رسند. بنابراین می‌توان گفت علاوه‌بر داده مکش به‌عنوان 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، EC، SAR | ۰/۹۰۰۲ | ۰/۰۳٤ | ۰/۰۰۰۵ |
| مدل ۲ | مکش، درصد شن، سیلت، رس، ماده آلی، چگالی ظاهری، EC | ۰/۹۰۱ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۰۰۷٤ |
| مدل ۳ | درصد شن، سیلت، رس، ماده آلی، چگالی ظاهری، EC | ۰/۲۹۰ | ۰/۰۸۸ | ۰/۰۰۲٤٦ |
| مدل ٤ | 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 | ۰/۰۳٤ | ۰/۰۰۰٤۰۹ |
| مدل ٦ | مکش ماتریک، درصد شن، سیلت، رس | ۰/۸٦٦ | ۰/۰۳۸ | -۰/۰۰۰۰۱٦ |
| مدل ۷ | مکش ماتریک | ۰/٦۱۲ | ۰/۰٦۵ | -۰/۰۰۰۹۳ |

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 به‌صورت 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 (۲۰۰٤) 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. 10th 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-Phesical and mineralogical methods. Second edition, Agronomy No. 9, America Sociey 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. 10TH 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. 9th 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. 9th Iranian soil science conference. Karaj, 13p. (In Persain)
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 Persain)
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[1] and Kh. Ghorbani[1]**
[1]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 accuratly simulation moisture retention curve.

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

* Corresponding Author; Email: a_zakerinia@yahoo.com