Arc... of SID

ارزیابی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر قابلیت نگهداشت آب در سری-های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان

علیرضا جعفرنژادی[1*]، سید محمدهادی موسوی‌فضل[2] و مریم جوادزاده[3]

۱- دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲-هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳- کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۶

پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸

کلمات کلیدی:

تراکم خاک،

رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای،

منحنی مشخصه آب خاک

* عهده دار مکاتبات

Email: arJafarnejady@gmail.com

چکیده

شناخت ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک نقش مهم و تعیین-کننده‌ای در مدیریت مصرف آب دارد. این پژوهش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر قابلیت نگهداشت آب در خاک در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان انجام شد. بر این اساس در نه سری غالب خاک، ویژگی‌هایی همچون بافت، جرم مخصوص ظاهری، منحنی مشخصه آب خاک، هدایت الکتریکی ، واکنش خاک و درصد آهک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد شوری خاک در دامنه ۴۷-۲/۴۳ دسی‌زیمنس درمتر، شن ۴۰- ۱۸، سیلت ۵۰-۳۲ و رس ۴۴-۲۰ درصد، آهک ۶۰-۴۸ درصد و جرم مخصوص ظاهری خاک در دامنه ۱/۵۲- ۱/۱۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر بود. خاک‌های مورد مطالعه دارای بافت متوسط تا سنگین بوده و تغییرات رطوبت حجمی در نقطه زراعی و پژمردگی دائم به ترتیب ۵۶-۳۲درصد و ۲۶-۱۶ درصد متغیر بود. بیش‌ترین مقدار شوری خاک به-ترتیب در سری‌های خاک جنوب شرق اهواز، جنوب اهواز، خرمشهر ۲ و خرمشهر ۱ مشاهده شد. نمونه خاک سری جنوب اهواز با بیش‌ترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک ($1/52\ g\ cm^{-3}$) و شوری بالا ($33/5\ dS\ m^{-1}$) بیش‌ترین مقدار پارامتر n معادله ون‌گنوختن را داشت که نشان‌دهنده توزیع یکنواخت‌تر اندازه منافذ در سری خاک مذکور می-باشد. علی‌رغم توانایی زیاد سری خاک خرمشهر ۲ در نگهداشت آب در خاک ($0/30\ cm^3\ cm^{-3}$)، براساس ضرایب معادله ون‌گنوختن می‌توان بیان نمود که احتمالاً این سری خاک دارای محدودیت شدید تهویه می‌باشد. نتایج نشان داد که شوری و تراکم خاک از ویژگی‌های مهم و مؤثر بر توانایی نگهداری رطوبت خاک در سری‌های خاک مورد مطالعه بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

علاوه بر مشکلات موجود در تأمین به‌موقع و کافی آب، راندمان نامناسب مصرف آن در کشاورزی به عنوان اصلی‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین، از مهم‌ترین چالش‌ها و مسائل بخش کشاورزی می‌باشد. به نحوی‌که در اکثر مناطق، تولید محصولات کشاورزی وابسته به تأمین آب می‌باشد. بنابراین، با توجه به محدود بودن منابع آبی، اعمال راه‌کارهای مدیریتی مختلف جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۲). برای اعمال مدیریت مؤثر (تعیین زمان و مقدار آب آبیاری)، شناخت ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیکی مهم خاک در این زمینه به‌ویژه در عرصه کشاورزی اهمیت زیادی دارد.

مقدار زیادی از آب مصرفی در بخش کشاورزی به‌دلیل روش‌های غلط آبیاری و عدم اطلاع از شرایط رطوبتی خاک به‌هدر می‌رود. بخشی از این آب باعث، شستشوی عناصر غذایی خاک و کودهای محلول شده که علاوه بر انتقال عناصر به اعماق خاک، باعث آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی می‌شود. بنابراین افزایش بازده آبیاری از طریق تعیین ضرایب رطوبتی خاک و اعمال مدیریت صحیح برای بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور ضروری است (۱). برای افزایش بازده آبیاری راهکارهای مختلفی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به طراحی مناسب سیستم آبیاری و زمان‌بندی مناسب آبیاری (با توجه به حدود رطوبتی خاک می‌توان مقدار آب قابل استفاده خاک و درصد تخلیه مجاز رطوبتی را تعیین و بر این اساس زمان آبیاری را تعیین نمود) بر اساس منحنی رطوبتی خاک اشاره نمود (۱۵).

ویژگی‌های فیزیکی خاک به منظور درک حرکت آب و املاح در شرایط غیراشباع و متخلخل عمق خاک کاربرد دارند. یکی از این ویژگی‌ها، منحنی مشخصه آب خاک است که ارتباط بین مقدار رطوبت حجمی یا وزنی و مکش خاک را مشخص می‌کند (۳). تعیین این منحنی در انجام عملیات مهندسی در شرایط غیراشباع خاک نظیر تغییرات مکش که عموماً در ارتباط با تنش و خصوصیات جریان می‌باشد، نقش مهمی را ایفا می‌کند (۲۰). منحنی مشخصه آب خاک در واقع شناسنامه خاک و مبین توانایی نگهداری آب در خاک است که متأثر از بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، ساختمان خاک و کربن آلی خاک می‌باشد (۱ و ۶). به عبارت دیگر منحنی مشخصه آب خاک، نقشه راه برای انجام عملیات آبیاری است. با تعیین این منحنی می‌توان وضعیت رطوبتی خاک و میزان آب قابل استفاده خاک برای گیاه را در عمق مورد مطالعه بررسی و تعیین کرد (۷).

به‌منظور برآورد منحنی پیوسته‌ای از مقادیر رطوبت خاک در مکش‌های مختلف خاک از مدل‌های مختلفی استفاده می‌شود (۸ و ۲۷). راجکائی و همکاران[1] (۲۲) از مدل چهار پارامتری ون‌گنوختن برای برآورد منحنی رطوبتی خاک در ۳۰۵ نمونه از خاک‌های مجارستان استفاده نمودند. در پژوهشی دیگر عملکرد دو مدل ون‌گنوختن و کمپبل در خاک‌های شنی نیجریه باهم مقایسه گردید و نتایج حاکی از دقت بیشتر مدل کمپبل در نمونه‌های خاک با مقادیر بالاتر شن بود (۱۶).

تأمین به‌موقع و کافی آب آبیاری از مهم‌ترین مسائل در ارتباط با کشت محصولات کشاورزی است. آبیاری مزارعی که بدون توجه به شرایط رطوبتی خاک و به‌صورت سنتی انجام می‌گردد، باعث تلفات آب و کاهش راندمان آبیاری می‌شود. برای مدیریت صحیح آبیاری در مزارع، نیاز به شناخت و آگاهی نسبت به ویژگی‌های فیزیکی و توانایی خاک در نگهداری رطوبت خاک است. استان خوزستان یکی از مناطق صنعتی و کشاورزی بوده، نقش مهمی در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه گندم داراست. با توجه به اهمیت مدیریت بهره‌وری آب در ایجاد تولید پایدار و افزایش محصول، انجام مطالعاتی در این راستا از اهمیت زیادی برخوردار است. در حال

1- Rajkaiv *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

حاضر اطلاعات قابل اعتمادی از ویژگی‌های فیزیکی و منحنی مشخصه آب خاک اراضی کشاورزی استان خوزستان وجود ندارد. این موضوع سبب شده تا اقدامات در این خصوص بدون داشتن اطلاعات و دانش کافی صورت پذیرد. لذا هدف پژوهش حاضر، اندازه‌گیری و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم تأثیرگذار بر مدیریت آب در خاک در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سری‌های غالب خاک در مناطق جنوب استان خوزستان اجرا شد. بر اساس مطالعات انجام شده حدود ۲۰ سری خاک در این مناطق با توجه به ویژگی‌های شوری، بافت، درصد آهک و گچ شناسایی شده‌اند. از نظر رده‌بندی خاک، رده‌های انتی‌سول، اریدی‌سول و اینسپتی‌سول خاک‌های این مناطق را تشکیل می‌دهند. با توجه به غالب بودن برخی از سری‌ها، تعداد نه سری غالب انتخاب و از هر سری خاک در مناطق مختلف تعداد ۵ نمونه دست‌خورده و به همان تعداد نمونه دست‌نخورده (از هر سری ۱۰ نمونه جفتی) از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه‌های خاک با استفاده از روش‌های استاندارد از نظر موادآلی، میزان شوری، واکنش خاک، درصد اجزاء بافت و جرم مخصوص ظاهری بررسی شدند. در نمونه‌های خاک واکنش خاک به‌وسیله دستگاه pH متر و در گل اشباع اندازه‌گیری گردید (۱۹) ، هدایت الکتریکی خاک به وسیله هدایت‌سنج و در عصاره گل اشباع اندازه‌گیری گردید (۱۹) ، درصد کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (۱۹) ، جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از نمونه دست‌نخورده و به روش سیلندر (۱۴) و برای اندازه‌گیری منحنی رطوبتی خاک از دستگاه صفحات فشاری (مکش‌های کمتر از ۵۰۰۰ سانتی‌متر) و غشاء فشاری (مکش‌های بیشتر از ۵۰۰۰ سانتی‌متر) استفاده شد. مکش‌های مورد نظر شامل ۳۳۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر از طریق پمپ هوا به داخل دستگاه اعمال شد. بدین ترتیب آب اضافی موجود در مکش‌های مورد نظر از خاک خارج شد، برای خروج کامل رطوبت اضافی زمان کافی برای به تعادل رسیدن نمونه‌ها داده شد. پس از ایجاد تعادل، نمونه‌ها از دستگاه خارج و وزن مرطوب نمونه‌ها توزین و درصد رطوبت خاک در هر مکش مشخص شد (۱۰). بر این اساس نمونه‌های مرطوب در آون با دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس وزن خشک آن‌ها توزین و یادداشت گردید. با استفاده از روابط زیر، رطوبت جرمی و حجمی نمونه‌ها محاسبه شد. این عمل در سه تکرار برای هر مکش و هر نمونه خاک انجام شد.

$$\theta_M = (M_W - M_d)/M_d \qquad (۱)$$

$$\theta_V = \theta_m \times Bd \qquad (۲)$$

در این معادله θ_m و θ_v به ترتیب رطوبت وزنی و حجمی خاک و M_w و M_d به‌ترتیب وزن مرطوب و خشک خاک و BD جرم مخصوص ظاهری خاک است. سپس، معادله ون گنوختن[1] (۲۷) با استفاده از نرم‌افزار RTCE بر داده‌های منحنی مشخصه آب خاک اندازه‌گیری شده برازش داده شد (رابطه ۳):

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (\alpha|h|)^n\right]^m} \qquad (۳)$$

در این معادله، θ_s رطوبت اشباع خاک، θ_r رطوبت باقیمانده خاک، θ رطوبت خاک در پتانسیل ماتریک h و α برابر است عکس مکش نقطه ورود هوا به خاک، m و n ضرایب تعیین‌کننده شکل منحنی مشخصه آب خاک می‌باشند. در این پژوهش رطوبت خاک در مکش معادل ۳۳۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر به‌ترتیب به‌عنوان رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم در نظر گرفته شد.

1- van Genuchten

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که نمونه خاک‌های مورد مطالعه از سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان دارای بافت متوسط تا سنگین و شامل بافت لوم (۵۵ درصد)، لوم رسی سیلتی (۲۳ درصد)، لوم رسی (۱۱ درصد) و رسی (۱۱ درصد) بودند (شکل ۱). نتایج توصیف آماری اطلاعات مربوط به مهم‌ترین ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه در جدول یک نشان داده شده است. تغییرات مقدار رس خاک در محدوده ۲۰ تا ۴۴ درصد بود. علی‌رغم بافت متوسط تا سنگین نمونه‌های مورد مطالعه، حداکثر مقدار جرم مخصوص ظاهری مشاهده شده ($g\ cm^{-3}$ ۱/۵۲) مؤید وجود مشکل تراکم در برخی از خاک‌های آهکی استان خوزستان می‌باشد.

نتایج نشان داد که محدوده تغییرات میزان آهک خاک در سری‌های خاک مورد مطالعه از ۴۸ تا ۶۰ درصد متغیر بود و به طور میانگین تمامی سری‌های خاک مورد مطالعه حدود ۵۰ درصد آهک داشتند. محدوده تغییرات واکنش نمونه خاک‌های مورد مطالعه از ۷/۱ تا ۷/۶ بود. اما بایستی به این نکته توجه نمود که میانگین شوری خاک در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان ($dS\ m^{-1}$ ۱۵/۹) بسیار بیشتر از حد آستانه شوری خاک ($EC= 4\ dS\ m^{-1}$) بود (۲۴). محدوده تغییرات شوری خاک در نمونه‌های مورد مطالعه بسیار گسترده بود (جدول ۱). ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در هر یک از سری‌های خاک مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

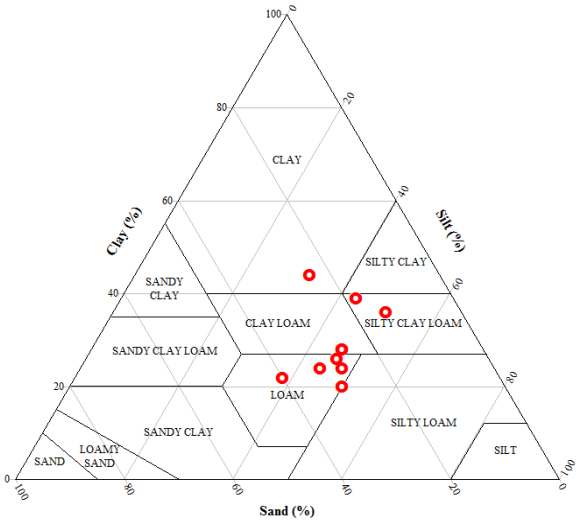
نتایج جدول ۲ نشان داد که سری‌های خاک جنوب اهواز، جنوب شرق اهواز، رامهرمز-رستم آباد ۱، شادگان و خرمشهر ۱ دارای بافت خاک لوم بودند، در حالی‌که سری‌های رامهرمز-بازیدی (لوم رسی)، رامهرمز- رستم آباد ۲، اهواز- حمیدیه (لوم رسی سیلتی) و خرمشهر ۲ (رسی) بافت خاک سنگین‌تری داشتند. بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در سری‌های جنوب اهواز ($g\ cm^{-3}$ ۱/۵۲)، رامهرمز- بازیدی ($g\ cm^{-3}$ ۱/۴۱) و خرمشهر ۲ ($g\ cm^{-3}$ ۱/۴) مشاهده شد، این موضوع نشان‌دهنده تخریب خاک در مناطق مورد مطالعه به دلیل اعمال مدیریت‌های نامناسب در کشت و کار محصولات مختلف است. کمترین و بیشترین مقدار شوری خاک به‌ترتیب در سری‌های خاک رامهرمز- رستم آباد ۲ ($dS\ m^{-1}$ ۲/۴۳) و جنوب شرق اهواز($dS\ m^{-1}$ ۴۷) مشاهده شد. نتایج جدول ۲ نشان داد که شوری خاک در سری‌های خاک جنوب اهواز، جنوب شرق اهواز، خرمشهر ۱ و ۲ بسیار بالا و بالاتر از مقدار میانگین شوری خاک در نمونه‌های مورد مطالعه است ($dS\ m^{-1}$ ۱۵/۹).

منحنی مشخصه آب خاک

ضرایب معادله ون گنوختن (۲۷) حاصل از برازش رابطه ۳ بر داده‌های منحنی مشخصه آب خاک اندازه‌گیری شده همراه با مقدار رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم به‌ترتیب در مکش‌های ۳۳۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر در جدول ۳ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱) توزیع بافت خاک در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان

Figure (1) Soil texture distribution of dominant calcareous soil series in Khuzestan province

جدول(۱) توصیف آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان

Table(1) Descriptive criteria of measured properties of dominant calcareous soil series in Khuzestan province

حداکثر Maximum	حداقل Minimum	کشیدگی Kurtosis	چولگی Skewness	انحراف معیار STDev	میانگین mean	متغیر variable
40	14	0.52	-0.05	7.6	26.7	شن (٪) Sand (%)
50	32	-1.14	-1.2	5.9	44.1	سیلت (٪) Silt (%)
44	20	-0.76	0.81	8.4	29.2	رس (٪) Clay (%)
1.52	1.12	-0.58	0.74	1.4	1.28	جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$) Bulk density ($g\ cm^{-3}$)
47	2.43	0.85	1.3	15.3	15.9	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$) EC ($dS\ m^{-1}$)
7.6	7.1	-1.07	-0.31	0.18	7.4	واکنش خاک (-) pH (-)
60	48	3.5	1.74	3.6	51.7	آهک (٪) TNV (%)

براساس نتایج جدول ۳، بیشترین رطوبت اشباع خاک در سری خرمشهر ۲ (۰/۷۱۴ $cm^3\ cm^{-3}$) مشاهده شد که علت این امر را می‌توان به بافت خاک رسی و شوری بالای این خاک نسبت داد (جدول ۲). نتایج پژوهش رجب و همکاران[1] (۲۱) نیز نشان داد که با افزایش شوری، نگهداشت رطوبت در خاک افزایش می‌یابد. نگهداری بیشتر رطوبت در شوری بالا احتمالا به‌دلیل اثر آن بر ایجاد و

1- Rajab *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش منافذ ریز و درشت در خاک می‌باشد (۲۵). درحالی‌که سری خاک جنوب شرق اهواز کمترین مقدار رطوبت اشباع خاک را داشت ($۰/۴۲۲ cm^3 cm^{-3}$). توانایی سری‌های خاک‌های آهکی مورد مطالعه در نگهداری رطوبت خاک در مکش معادل ظرفیت مزرعه‌ای بسیار متفاوت بود. رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای در خاک‌های مورد مطالعه از $۰/۳۲ cm^3 cm^{-3}$ در سری جنوب شرق اهواز تا $۰/۵۶ cm^3 cm^{-3}$ در سری خرمشهر ۲ متغیر بود. کمترین و بیشترین مقدار رطوبت پژمردگی دائم به‌ترتیب در سری‌های رامهرمز-رستم آباد ۱ ($۰/۱۶ cm^3 cm^{-3}$) و دو سری اهواز-حمیدیه ($۰/۲۶ cm^3 cm^{-3}$) و خرمشهر ۲ ($۰/۲۶ cm^3 cm^{-3}$) مشاهده شد. بیشترین مقدار رطوبت باقیمانده خاک در سری خاک جنوب اهواز مشاهده شد ($۰/۲۱۹ cm^3 cm^{-3}$) که به مقدار رطوبت پژمردگی دائم ($۰/۲۲۳ cm^3 cm^{-3}$) این سری خاک نیز بسیار نزدیک بود (جدول ۳). در اراضی کشاورزی بر اثر عبور ماشین آلات کشاورزی و عبور دام-ها، منافذ خاک به‌ویژه منافذ درشت‌تر که بیشتر مستعد فروپاشی هستند، تخریب می‌شوند. منافذ درشت و تخلخل کل خاک کاهش یافته و در نتیجه چگالی ظاهری خاک افزایش می‌یابد. منافذ کوچک خاک کمتر تحت تأثیر این فرآیند قرار می‌گیرند، حتی ممکن است بر تعداد این منافذ افزوده شود (۵) همین امر احتمالا دلیل بالابودن مقدار رطوبت باقیمانده و رطوبت PWP در سری خاک مذکور شده است.

توانایی نگهداشت رطوبت در خاک براساس مفهوم آب قابل استفاده خاک به تفاوت مقدار رطوبت نگهداری شده در خاک بین دو حد رطوبتی ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم اشاره دارد (۲۸). بر این اساس می‌توان اظهار نمود که سری خاک خرمشهر ۲ دارای بیشترین توانایی نگهداشت آب در خاک است و سری‌های شادگان و رامهرمز-رستم آباد ۲ کمترین توانایی را در نگهداری آب در خاک دارند. توانایی نگهداشت آب در خاک در سری-های مورد مطالعه به‌صورت سری خرمشهر ۲ ($cm^3 cm^{-3}$ ۰/۳۰) > سری اهواز-حمیدیه ($۰/۲۲ cm^3 cm^{-3}$) > سری خرمشهر ۱ ($۰/۱۸۹ cm^3 cm^{-3}$) > سری رامهرمز-رستم آباد ۱ ($۰/۱۷۷ cm^3 cm^{-3}$) > سری رامهرمز-بازیدی ($۰/۱۶۵ cm^3 cm^{-3}$) > سری جنوب اهواز ($۰/۱۶ cm^3 cm^{-3}$) > سری جنوب شرق اهواز ($۰/۱۳۴ cm^3 cm^{-3}$) > سری رامهرمز-رستم آباد ۲ ($۰/۱۱۹ cm^3 cm^{-3}$) > سری شادگان ($۰/۱۰۲ cm^3 cm^{-3}$) بود.

مقادیر منحنی‌های مشخصه آب خاک اندازه‌گیری شده همراه با منحنی‌های برآورد شده حاصل از برازش معادله ون گنوختن (۲۷) در شکل ۲ نشان داده شده است. علی‌رغم اینکه در دو سری خاک جنوب شرق اهواز و رامهرمز-رستم آباد ۱، بین مقادیر برآورد شده توسط معادله ون-گنوختن و داده‌های اندازه‌گیری شده اختلاف وجود داشت اما نتایج کلی حاکی از برازش مناسب معادله ون‌گنوختن بر داده‌های منحنی مشخصه آب خاک اندازه‌گیری شده در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان بود ($R^2 > ۰/۹۰$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۲) برخی از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سری‌های غالب خاک در استان خوزستان

Table (2) some measured properties of dominant calcareous soil series in Khuzestan province

Bd ($g\ cm^{-3}$)	TNV (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH (-)	Texture	خصوصیت property / سری خاک Soil series
1.52	52	22	38	40	33.4	7.1	لوم Loam	جنوب اهواز South of ahvaz
1.14	54	24	44	32	47	7.3	لوم Loam	جنوب شرق اهواز South east of ahvaz
1.41	60	28	46	26	4.6	7.6	لوم رسی Clay loam	رامهرمز-بازیدی Ramhormoz-Basidi
1.22	50	20	50	30	6.02	7.2	لوم Loam	رامهرمز- رستم آباد۱ Ramhormoz-Rostam abad 1
1.12	52	36	50	14	2.43	7.5	لوم رسی سیلتی Silty clay loam	رامهرمز- رستم آباد۲ Ramhormoz-Rostam abad 2
1.23	50	24	48	28	7.6	7.5	لوم Loam	شادگان Shadegan
1.2	49	26	46	28	17	7.6	لوم Loam	خرمشهر ۱ Khoramshahr 1
1.4	50	44	32	24	19.5	7.4	رسی Clay	خرمشهر ۲ Khoramshahr 2
1.25	48	39	43	18	5.7	7.3	لوم رسی سیلتی Silty clay loam	اهواز- حمیدیه Ahvaz-Hamidieh

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(۳) ضرایب حاصل از برازش معادله ون گنوختن (۱۹۸۰) بر داده‌های منحنی مشخصه آب خاک اندازه گیری شده، مقادیر رطوبت خاک ظرفیت مزرعه‌ای (مکش ۳۳۰ سانتی‌متر) و نقطه پژمردگی دائم (مکش ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر) در سری-های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان

Table (3) The fitting coefficients of van Genuchten equation (1980) on measured soil water characteristic curves, soil moisture content at Field capacity (suction head of 330 cm) and permanent wilting point (suction head of 15000 cm) in dominant calcareous soil series in Khuzestan province

PWP ($cm^3\ cm^{-3}$)	FC ($cm^3\ cm^{-3}$)	ضرایب معادله ون گنوختن (۱۹۸۰) Coefficients of van Genuchten equation (1980)					سری خاک Soil series
		Θ_s ($cm^3\ cm^{-3}$)	Θ_r ($cm^3\ cm^{-3}$)	m (-)	n (-)	α (-)	
0.22	0.38	0.608	0.22	0.509	2.04	0.0063	جنوب اهواز South of ahvaz
0.18	0.32	0.422	0.005	0.128	1.15	0.195	جنوب شرق اهواز South east of ahvaz
0.25	0.41	0.628	0	0.126	1.14	0.0546	رامهرمز-بازیدی Ramhormoz-Basidi
0.16	0.34	0.508	0	0.156	1.18	0.2057	رامهرمز- رستم آباد۱ Ramhormoz-Rostam abad 1
0.23	0.35	0.543	0.006	0.091	1.09	0.1798	رامهرمز- رستم آباد۲ Ramhormoz-Rostam abad 2
0.25	0.35	0.537	0	0.088	1.10	0.253	شادگان Shadegan
0.24	0.43	0.528	0.002	0.129	1.15	0.008	خرمشهر ۱ Khoramshahr 1
0.26	0.56	0.714	0.002	0.173	1.21	0.0066	خرمشهر ۲ Khoramshahr 2
0.26	0.49	0.587	0.001	0.147	1.17	0.0065	اهواز- حمیدیه Ahvaz-Hamidieh

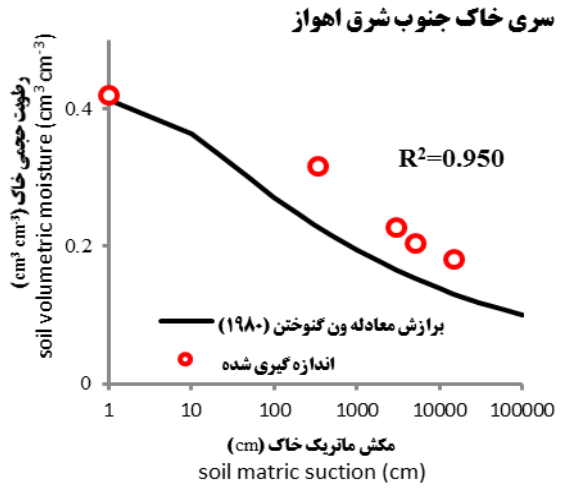
α، n و m ضرایب معادله ون گنوختن (۱۹۸۰)؛ θ_r رطوبت باقیمانده خاک و θ_S رطوبت اشباع خاک است. FC و PWP به‌ترتیب رطوبت خاک در مکش معادل ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم است.

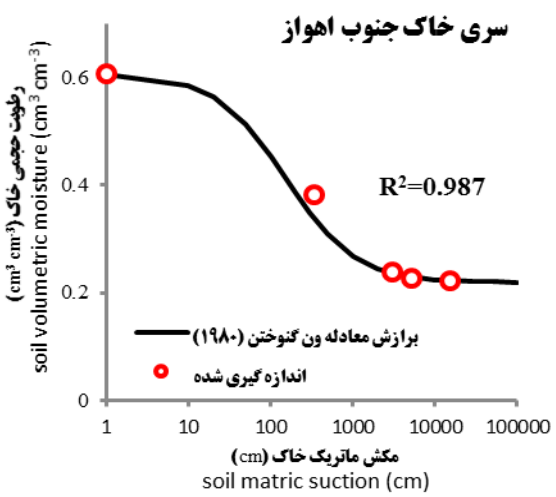
α, n and m are empirical coefficients of van Genuchten equation (1980); θ_r is soil residual moisture and θ_s is soil saturated moisture. FC and PWP are soil moisture at field capacity and permanent wilting point, respectively.

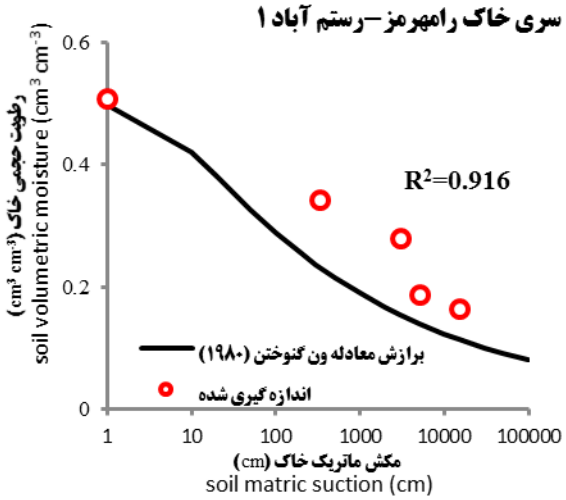
.....

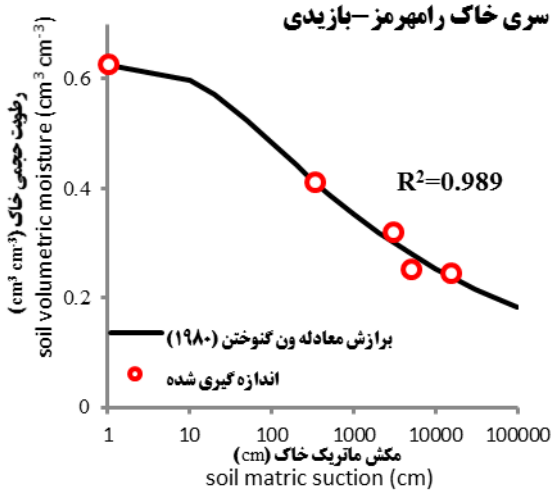
www.SID.ir

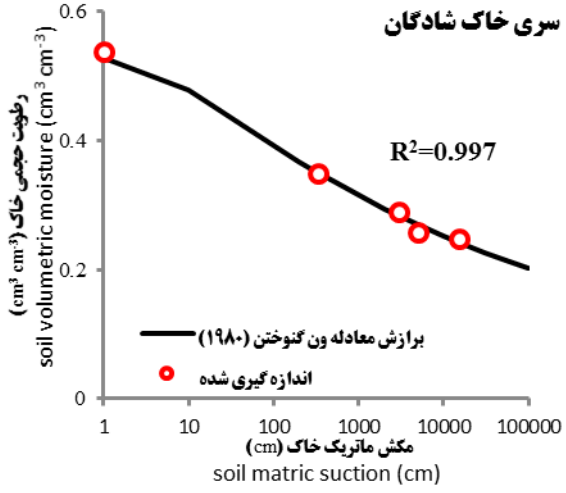
Archive of SID

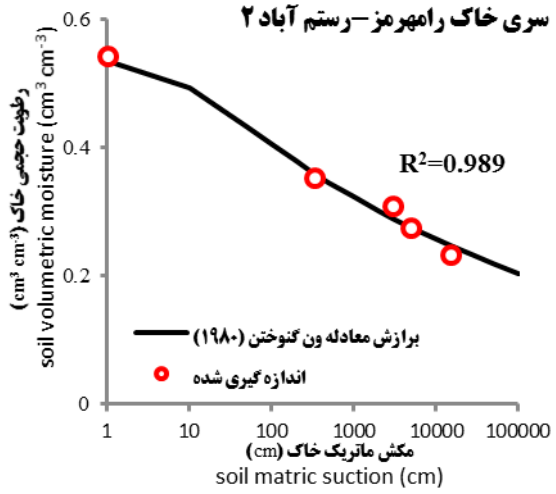






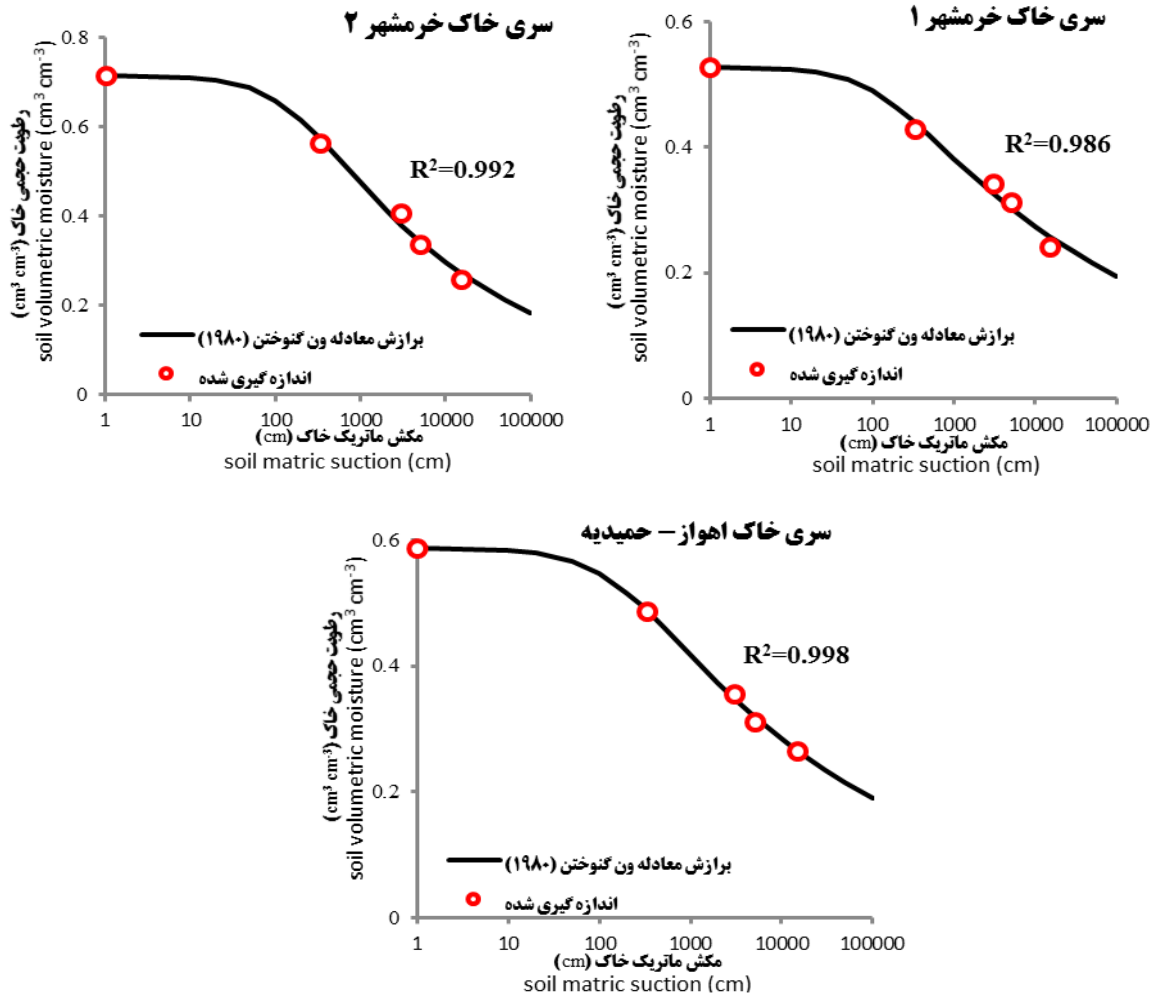






www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۲) داده‌های منحنی مشخصه آب خاک اندازه‌گیری شده و منحنی حاصل از برازش معادله ون گنوختن (رابطه ۱) در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان

Figure (2) the measured soil water characteristic curve data and fitted curve of van Genuchten equation (eq. 1) in dominant calcareous soil series in Khuzestan province

علی‌رغم یکسان بودن بافت خاک در اکثر سری‌های غالب خاک‌های آهکی در استان خوزستان (مشاهده بافت لوم در بیش از ۵۰ درصد سری‌های خاک مورد مطالعه)، نتایج حاکی از تفاوت نمونه خاک‌های مذکور در توانایی نگهداشت رطوبت تحت مکش‌های مختلف بود. این نتایج با بررسی پارامترهای تجربی حاصل از برازش معادله ون‌گنوختن (۲۷) بر داده‌های منحنی رطوبتی اندازه‌گیری‌شده نیز قابل مشاهده است (جدول ۳). پارامتر n در معادله ون‌گنوختن (۲۷) شاخص توزیع اندازه منافذ خاک است و هرچه توزیع منافذ خاک یکنواخت‌تر باشد n بزرگ‌تر خواهد بود (۲۶). براساس نتایج جدول ۳ می‌توان بیان نمود که تقریباً مقدار n در اکثر سری‌های خاک مشابه و نزدیک به هم بود. تنها در سری خاک واقع در جنوب اهواز مقدار n (۲/۰۴) به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر خاک‌ها مشاهده شد (جدول ۳). در واقع تراکم بالای خاک (BD= 1.52 g cm^{-3}) موجب تخریب منافذ درشت‌تر در این خاک و در نتیجه یکنواخت‌تر شدن توزیع اندازه منافذ در این سری خاک و در نتیجه موجب شیب شدیدتر منحنی مشخصه آب در خاک مذکور شده است (شکل ۲-الف). نتایج آنالیز همبستگی خطی (جدول ۴) نیز نشان داد که بین پارامتر شکل منحنی رطوبتی خاک (n) با

www.SID.ir

Archive of SID

جرم مخصوص ظاهری ($r= 0.83$) همبستگی معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.05$). دومین پارامتر تجربی در معادله ون‌گنوختن (رابطه ۳) پارامتر α است که عکس مقدار این پارامتر کمی بیشتر از مکش خاک در نقطه ورود هوا می‌باشد (۲۶). مکش ورود هوا معادل مکشی از خاک است که هوا وارد بزرگ‌ترین منافذ خاک می‌گردد (۱۲). نتایج این پژوهش نشان داد کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار مکش معادل نقطه ورود هوا به خاک به‌ترتیب مربوط به نمونه خاک سری شادگان (بافت لوم در مکش خاک حدود ۷ سانتی‌متر) و خرمشهر ۲ (بافت رسی در مکش خاک حدود ۷۰۰ سانتی‌متر) بود. از این رو، سری خاک خرمشهر ۲ باوجود توانایی زیاد در نگهداشت آب در خاک ممکن است با محدودیت شدید تهویه مواجه باشد. بنابراین، در ارزیابی کیفیت خاک و توانایی جذب آب خاک توسط گیاه می‌بایست علاوه بر توانایی خاک در نگهداشت رطوبت به شرایط تهویه، مقاومت خاک به نفوذ ریشه و توانایی حرکت آب در داخل خاک (هدایت هیدرولیکی خاک) به‌ویژه در شرایط رطوبتی خشک توجه نمود (۴، ۹ و ۱۷) که بخش عمده‌ی اطلاعات مورد نیاز از منحنی مشخصه آب خاک قابل استخراج است. در واقع منحنی مشخصه آب خاک به‌دلیل تأثیرپذیری قابل‌توجه از اندازه و آرایش منافذ خاک به‌عنوان یک ویژگی معرف کیفیت پویای خاک نسبت به تغییر کاربری اراضی و اعمال مدیریت‌های مختلف حساس و تأثیرپذیر است (۱۱ و ۱۸).

نتایج آنالیز همبستگی مؤید وجود همبستگی معنی‌دار بین درصد رس خاک و رطوبت اشباع خاک با هر دو ضرایب رطوبتی مهم در مدیریت آبیاری بود (جدول ۴).

جدول(٤) ضرایب همبستگی خطی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان، پارامترهای معادله ون گنوختن و مقادیر رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم

Table (4) Linear correlation coefficients between measured properties of dominant calcareous soil series in Khuzestan province, the parameters of van Genuchten equation and soil moisture contents at field capacity and permanent wilting point

PWP	FC	α	n	SP	BD	TNV	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	EC	pH	
0.49	0.13	0.02	-0.66	0.09	-0.28	0.27	0.24	0.30	-0.50	0.44		pH
0.38	-0.17	0.08	0.45	-0.30	0.13	0.09	-0.28	0.46	0.66	1		EC
0.47	-0.31	0.04	0.67*	-0.16	0.48	0.15	0.74*	0.25	1			شن sand
0.36	-0.72*	0.66	-0.46	-0.67*	-0.67*	0.11	-0.48	1				سیلت Silt
0.68	0.79*	0.43	-0.28	0.61	0.03	-0.21	1					رس Clay
0.10	-0.27	0.05	0.01	0.04	0.28	1						TNV
0.30	0.43	0.62	0.71	0.74*	1							BD
0.68	0.81*	0.65	0.25	1								SP

EC، هدایت الکتریکی خاک؛ TNV، درصد مواد خنثی کننده؛ BD: جرم مخصوص ظاهری خاک؛ SP، رطوبت اشباع خاک؛ α ، n و m ضرایب معادله ون گنوختن (۱۹۸۰)؛ FC و PWP به‌ترتیب رطوبت خاک در مکش معادل ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم است.

EC, Electrical conductivity; TNV, Total neutralizing; BD, Bulk density; SP, Soil saturation moisture; α, n and m are empirical coefficients of van Genuchten equation (1980); FC and PWP are soil moisture at field capacity and permanent wilting point, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین همبستگی خطی بین رطوبت اشباع خاک و رطوبت FC مشاهده شد ($r= 0.81$) و پس از آن رس خاک با ضریب همبستگی خطی ۰/۷۹ در درجه دوم قرار دارد. در حالی‌که ضریب همبستگی خطی بین هر دو ویژگی رطوبت اشباع و درصد رس خاک با رطوبت PWP برابر با ۰/۶۸ به‌دست آمد. بافت خاک به‌ویژه رس خاک مهمترین ویژگی مؤثر بر مقدار رطوبت PWP خاک است (۲۳). نتایج یافته‌های گلور و همکاران [1] (۱۳) نیز نشان داد که مقدار رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی بیشتر در ارتباط با ساختمان خاک و در نقطه پژمردگی دائم بیشتر تحت تأثیر بافت خاک است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان انجام شد. نتایج نشان داد که نمونه خاک‌های مورد مطالعه از سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان دارای بافت متوسط تا سنگین بودند. رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای در دامنه ۵۶-۳۲ درصد و رطوبت نقطه پژمردگی دائم در دامنه ۲۶-۱۶ درصد متغیر بود. محدوده گسترده ظرفیت نگهداشت آب در خاک (۱۰ تا ۳۰ درصد حجمی) بیانگر ضرورت تفاوت‌گذاری در عملیات مدیریت آبیاری در هر یک از سری‌های خاک مورد مطالعه بود. بیش‌ترین تراکم خاک در نمونه‌های خاک مورد مطالعه در سری جنوب اهواز، رامهرمز- بازیدی و خرمشهر مشاهده شد. این موضوع نشان‌دهنده تخریب خاک در مناطق مورد مطالعه به دلیل اعمال مدیریت‌های نامناسب در کشت و کار محصولات مختلف است. بیش‌ترین مقدار شوری خاک نیز به‌ترتیب در سری‌های خاک جنوب شرق اهواز، جنوب اهواز، خرمشهر ۲ و خرمشهر ۱ مشاهده شد. همچنین نتایج این پژوهش مؤید توانایی مناسب معادله ون‌گنوختن در برازش بر داده‌های منحنی مشخصه آب خاک در اکثر سری‌های خاک مورد مطالعه در استان خوزستان بود. نمونه خاک مورد مطالعه از سری جنوب اهواز با بیش‌ترین مقدار تراکم خاک ($1/52\ g\ cm^{-3}$) و شوری بالا ($33/5\ dS\ m^{-1}$) بیش‌ترین مقدار پارامتر n معادله ون گنوختن را نیز به خود اختصاص داد که نشان‌دهنده توزیع یکنواخت‌تر اندازه منافذ خاک در سری خاک مذکور می‌باشد. بنابراین با توجه‌به مفهوم فیزیکی پارامترهای تجربی معادله ون-گنوختن، براساس مقادیر پارامتر n و α می‌توان به اطلاعات مفیدی از توانایی نگهداشت رطوبت در خاک و ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها پی برد. تفاوت معنی‌داری در توانایی نگهداری رطوبت خاک در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان مشاهده گردید که مبین ضرورت شناخت صحیح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک برای مدیریت مناسب آبیاری در مزارع، افزایش بهره‌وری مصرف آب، کاهش تلفات آب و کاهش مشکلات ناشی از زه‌آب‌های کشاورزی به‌خصوص در استان خوزستان با سطح بالای آب زیرزمینی است.

1- Glor *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Abbasi, F. 2007. Advance Soil Physics. Astan Ghods Razavi publication. 250 (In Persian).

2. Alizadeh, A. 2004. Astan Ghods Razavi publication. 250 (In Persian).

3. Barbour, S.L. 1998. Nineteenth Canadian Geotechnical Colloquium: The Soil Water Characteristic Curve: A Historical Perspective. Canadian Geotechnical Journal, 35: 873–894.

4. Bengough, A.G., Bransby, M.F., Hans, J., McKenna, S.J., Roberts, T.J., Valentine, T.A. 2006. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. Journal of Experimental Botany, 57: 437–447.

5. Beutler, A.N., Centurion, J.F., Centurion, M.A.P.C., Freddi, O.S., Sousaneto, E.L., Leonel, C.L., and Dasilva, A.P. 2007. Traffic soil compaction of an Oxisol related to soybean development and yield. Scientia Agricola, 64: 608- 615.

6. Botula, Y.D., Cornelis, W.M., Baert, G., and Van Ranst, E. 2012. Evaluation of pedotransfer functions for predicting water retention of soils in Lower Congo (D.R.Congo). Agricultural Water Management, 111: 1–12.

7. Bybrodi, M. 2004. Soil Physics. 7th Edition. Tehran university publication. 690 (In Persian).

8. Campbell, G.S.A. 1974. Simple method for determining unsaturated conductivity from moisture retention data. Soil Science Journal, 117: 311-314.

9. da Silva, A.P., Kay, B.D., Perfect, E. 1994. Characterization of the least limiting water range of soils. Soil Science Society of America Journal, 58: 1775-1781.

10. Dane, J.H. and Hopmans, J.W. 2002. Pressure cell. In: J.H. Dane and G.C. Topp, (ed.), Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods: SSSA Book Series. (pp. 684–688). Soil Science Society of America, Madison, WI.

11. Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality. Part I: Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma, 120: 201-214.

12. Fredlund, D.G. and Xing, A. 1994. Equations for the soil-water characteristic curve. Canadian Geotechnical Journal, 31: 521-532.

13. Glor, R.E., Flecker, A.S., Benard, M.F., and Power, A.G. 2001. Lizard diversity and agricultural disturbance in a Caribbean forest landscape. Biodiversity and Conservation, 10: 711-723.

14. Grossman, R.B. and Reinsch, T.G. 2002. Bulk density and linear extensibility. In: J.H. Dane and G.C. Clake (ed.), Methods of soil analysis. Part 4. Physical Methods: SSSA Book Series (no. 5). (pp. 201-228). Madison, Wisconsin: USA.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Kiatkamjornwong, S. 2007. Superabsorbent Polymers and Superabsorbent Polymer Composites. Scienceasia, 33 (1): 39-43.

16. Manyame, C., Morgan, C.L., Heilman, J.L., Fatondji, D., Gerad, B. and Payne, W.A. 2007. Modeling hydraulic properties of sandy soils of Niger using pedotransfer functions. Geoderma, 141: 407-415.

17. Meskini-Vishkaee, F.M., Mohammadi, M.H., Neyshabouri, M.R. 2018. Revisiting the wet and dry ends of soil integral water capacity using soil and plant properties. Soil Research, 56(4): 331-345.

18. Moebius, B.N., van Es, H.M., Schindelbeck, R.R., Idowu, O.J., Clune, D.J. and Thies, J.E. 2007. Evaluation of laboratory-measured soil properties as indicatore of soil physical quality. Soil Science, 172(11): 895-912.

19. Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney. 1982. Methods of Soil Analysis, Part II, Physical properties, ASA, SSSA, Madison, WI.

20. Péron, H., Hueckel, T. and Laloui. L. 2007. An improved volume measurement for determining soil water retention curves. Geotechnical Testing Journal, 30 (1): 1-8.

21. Rajab, R.R.R., Hellal, F.A., and Abdu El-Hady, M. 2008. Irrigation water salinity effects on some soil water constants and plant. Twelfth International Water Technology Conference, Alexandria, Egypt.

22. Rajkaiv, 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.

23. Rezaee, L., Moosavi, A.A., Davatgar, N. and Shabanpor Shahrestani, M. 2017. Comparison of different soil water retention curve models for evaluation of soil quality index (S) in paddy soils. Iranian Journal of Soil Research, 31(4): 509-524. (In Persian)

24. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Sodic Soils. USDA Agric. Handb. 60. USDA, Washington, DC.

25. Safadous, A., Dashtpeyma, B., Mosaddeghi, M. R. and Asgarzadeh, H. 2018. Effects of Irrigation water quality on some soil physical indicators. Applied Soil Research, 6 (2): 58-69 (In Persian).

26. Sillers, W.S., Fredlund, D.G. and Zakerzadeh, N. 2001. Mathematical attributes of some soil-water characteristic curve models. Geotechnical and Geological Engineering, 19: 243-283.

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

28. Veihmeyer, F.J. and Hendrickson, A.H. 1927. The relation of soil moisture to cultivation and plant growth. Proceeding the 1st International Congress of Soil

www.SID.ir

Archive of SID

Science, 3: 498–513.

29. Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.

www.SID.ir