

اثر کیفیت آب آبیاری بر منحنی مشخصه رطوبتی دو خاک با بافت متفاوت

افروز تقی‌زاده قصاب^۱، آزاده صفادوست^۲، محمدرضا مصدقی^۳

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ۳- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر بافت خاک، و شوری (EC) و سدیمی بودن (SAR) آب آبیاری بر مقدار نگهداشت آب در خاک انجام شد. نمونه‌های دست‌نخورده دو خاک لوم رسی و لوم شنی با استفاده از ۱۲ آب با کیفیت‌های متفاوت، ۵ دوره تر و خشکی را گذراندند. آب‌ها ترکیبی از ۲ سطح EC (۰/۲ و 10 dS m^{-1}) و ۳ سطح SAR (۱، ۵ و ۱۲) بودند. نتایج نشان دادند که کیفیت آب بر شکل و شیب منحنی مشخصه رطوبتی خاک تأثیر می‌گذارد. مقدار نگهداشت آب در مکش‌های ماتریک مشابه با افزایش EC و SAR، افزایش یافت. به طوری که افزایش EC، سبب هم‌آوری ذرات خاک شده و با ایجاد برخی منافذ جدید، گنجایش نگهداشت آب خاک را افزایش می‌دهد. در مقابل، با افزایش SAR ذرات ریز خاک پراکنده شده و برخی از منافذ متوسط به منافذ ریز تبدیل شده که در نتیجه مقدار نگهداشت آب به ویژه در مکش‌های ماتریک بالا نیز افزایش می‌یابد. واژه‌های کلیدی: شوری، سدیمی بودن، منحنی مشخصه رطوبتی خاک

مقدمه

منحنی مشخصه رطوبتی خاک^۱ (SWCC)، مقدار نگهداشت رطوبت در برابر پتانسیل ماتریک خاک را بیان می‌کند. از SWCC از جمله مشخصه‌های مهم فیزیکی و هیدرولیکی خاک است که با توزیع اندازه منافذ در ارتباط است و به شدت تحت تأثیر بافت، ساختمان خاک و دیگر اجزاء خاک مانند مواد آلی قرار می‌گیرد (تولر و اور، ۲۰۰۴). SWCC برای پیش‌بینی دیگر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مانند زهکشی، نفوذپذیری، و هدایت آبی غیراشباع کاربرد دارد (بای‌بوردی، ۱۳۷۹). رابطه نزدیک منحنی مشخصه رطوبتی با ساختمان خاک به واسطه تخلخل کل^۲ و توزیع اندازه منافذ^۳ خاک مشخص می‌شود. بنابراین، تغییر در ساختمان و توزیع اندازه منافذ خاک منجر به تغییر در ویژگی‌های رطوبتی خاک می‌شود (لال و شوکلا، ۲۰۰۴). برای مثال، چگالی ظاهری و تراکم خاک در مکش‌های ماتریک کم، SWCC را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند، چون تراکم خاک منافذ درشت را به شدت کاهش و درصد منافذ ریز^۴ خاک را افزایش می‌دهد (دکستر، ۲۰۰۴a). پژوهش‌های زیادی برای بررسی تأثیر بافت، ساختمان، میزان مواد آلی و چگالی ظاهری بر میزان نگهداشت آب در خاک انجام گرفته و نشان داده است که این فاکتورها تعیین‌کننده میزان رطوبت موجود در خاک می‌باشند (وریکن و همکاران، ۱۹۸۹؛ میناسنی و مک بریتنی، ۲۰۰۷؛ رابیو و همکاران، ۲۰۰۸). برای نمونه، با کاهش اندازه ذرات و افزایش مواد آلی، میزان رطوبت خاک در یک مکش ماتریک مشخص افزایش می‌یابد (وسلینگ و همکاران، ۲۰۰۹). مواد آلی به علت دارا بودن سطح ویژه زیاد، قدرت جذب و نگهداشت بالا و گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) زیاد باعث افزایش رطوبت در تمامی مکش‌ها به ویژه در مکش‌های ماتریک بالا می‌شود. از سوی دیگر مواد آلی باعث افزایش خاکدانه‌سازی و منافذ درشت^۵ خاک می‌شود که بر رطوبت در مکش‌های پایین نیز تأثیر می‌گذارد.

اثر بافت و کانی‌های خاک در مکش‌های ماتریک بالا دیده می‌شود، به این دلیل که مقدار رس سبب افزایش قدرت نگهداری آب خاک به ویژه در مکش‌های ماتریک بالا می‌شود. رس‌های ۲:۱ نسبت به رس‌های ۱:۱ دارای سطح ویژه و CEC

1. Soil water characteristic curve

2. Total porosity

3. Pore size distribution

4. Micropores

5. Macropores

بیشتری می‌باشند، بنابراین، نگهداری آب در این نوع رس‌ها بیشتر است. همچنین خاک‌های با ساختمان پایدار دارای منافذ درشت بیشتری بوده و اثر بیشتری بر میزان رطوبت در مکش‌های ماتریک کم نشان می‌دهند (دکستر، ۲۰۰۴b). بنابراین، نوع خاک (باجز، ۱۹۹۶)، کاربری زمین (هیسکانن و همکاران، ۲۰۰۷؛ بورمن و کلاسن، ۲۰۰۸)، کیفیت آب آبیاری (ختار و همکاران، ۱۳۹۱؛ جلالی، ۲۰۰۲) و مدیریت زراعی (کاتسوایر و همکاران، ۲۰۰۲) از عوامل مؤثر بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و در نتیجه ویژگی‌های رطوبتی خاک می‌باشند. شوری کم و سدیمی بودن زیاد آب آبیاری از طریق تورم کانی‌های رسی و متلاشی کردن خاکدانه‌ها به علت وجود سدیم بالا سبب تخریب ساختمان خاک و منافذ موجود در خاک شده و در نتیجه کاهش اندازه و پیوستگی منافذ را به دنبال خواهد داشت (بارلو و نش، ۲۰۰۲). کیفیت آب آبیاری از راه تأثیر بر ساختمان خاک، توزیع اندازه منافذ، پیوستگی و اعوجاج منافذ ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک را تغییر می‌دهد (برزگر، ۱۳۸۳؛ کریس‌سیمانو و همکاران، ۱۹۹۵؛ رنگاسمی و اولسن، ۱۹۹۱). اثر کیفیت آب آبیاری بر خاک به ویژگی‌های ذاتی خاک مانند مقدار و نوع رس بستگی دارد (سوارز و همکاران، ۲۰۰۶؛ اوستر و شینبرگ، ۲۰۰۱). هدف از این پژوهش بررسی آزمایشگاهی اثر برهم‌کنش بافت خاک و شوری و سدیمی بودن آب آبیاری بر ویژگی‌های رطوبتی خاک است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نمونه‌برداری از زمین‌های زراعی واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی استان همدان از دو خاک لوم رسی (CL) با طول و عرض جغرافیایی ($48^{\circ}32'9/1''$ E, $34^{\circ}52'42/1''$ N) و لوم شنی (SL) با طول و عرض جغرافیایی ($46/3''$ E, $48^{\circ}31'36/1''$ E, $34^{\circ}52'36/1''$ N) در نوبت آیش (خاک‌ورزی نشده) در فصل بهار انجام شد. نمونه‌های دست‌نخورده از لایه زراعی (۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) با استفاده از سیلندرهایی با قطر ۵/۱ cm و ارتفاع ۵ cm برای اندازه‌گیری منحنی مشخصه رطوبتی خاک (SWCC) برداشته شد. همچنین مقداری خاک دست‌خورده نیز برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل ماده آلی، رسانایی الکتریکی، کربنات کلسیم معادل، pH و گنجایش تبادل کاتیونی، نمونه‌برداری شد. تیمارهای آب آبیاری ترکیبی از ECهای ۰/۲ و 10 dS m^{-1} با SARهای ۱، ۵ و ۱۲ بودند که ۶ تیمار متفاوت ایجاد کردند. برای ساخت تیمارها از ترکیب نمک‌های خالص کلرید سدیم و کلرید کلسیم استفاده شد. نمونه‌های خاک دست‌نخورده با محلول‌های مذکور پنج دوره تر و خشک شدند تا بدین وسیله عمل تبادل یونی بین محلول و سطوح تبادل خاک صورت گیرد. برای تعیین منحنی مشخصه رطوبتی خاک در مکش‌های ماتریک صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر از دستگاه جعبه شن و برای مکش‌های ماتریک ۱۰۰، ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر از دستگاه صفحه فشاری استفاده شد. در پایان سیلندرهای خاک در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس، به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و رطوبت جرمی آنها در هر مکش ماتریک اندازه‌گیری شد.

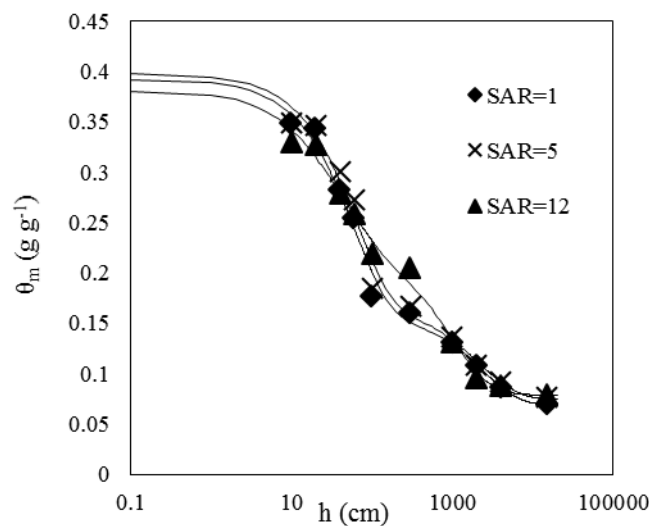
نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌های مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. در انتخاب خاک‌ها سعی گردید تا دو خاک دارای شوری اولیه نزدیک به هم باشد که این ویژگی در نتایج تأثیرگذار نباشد.

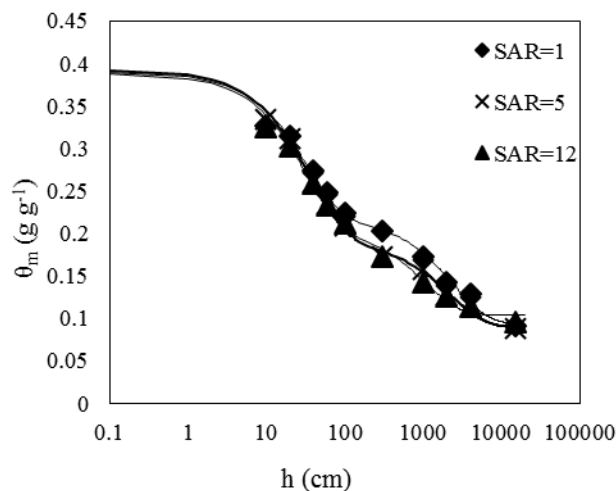
جدول ۱- برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌های مورد بررسی

بافت خاک	ماده آلی %	هدایت الکتریکی dS m^{-1}	pH	کربنات کلسیم (CaCO_3) %	گنجایش گنجایش کاتیونی (cmol.kg^{-1})	چگالی ظاهری (g cm^{-3})
لوم شنی	۱/۱۲	۰/۲۰	۷/۹۱	۳/۱	۱۳/۷۵	۱/۴۵
لوم رسی	۱/۴۴	۰/۲۰	۷/۷۶	۲/۲	۲۴/۹۸	۱/۳۵

در شکل‌های ۱ و ۲ اثر سدیمی بودن بر منحنی مشخصه رطوبتی خاک لوم رسی در دو سطح شوری آب آبیاری نشان داده شده است. منحنی‌های رسم شده برای هر تیمار میانگین ۳ تکرار است. در تمامی شکل‌ها منحنی مشخصه رطوبتی خاک بر اساس رطوبت جرمی رسم شد چرا که به ویژه در تیمارهای سدیمی، تغییر حجم خاک در حین خشک شدن قابل توجه بوده و تفسیر نتایج را دشوار می‌کند (دکستر، ۲۰۰۴b). در شوری 0.2 dS m^{-1} (شکل ۱) رطوبت خاک در مکش‌های ماتریک کم، کاهش یافت که می‌تواند به دلیل اثر سدیم بر تخریب ساختمان خاک باشد، و در مکش‌های بالا با افزایش سدیم مقدار رطوبت افزایش یافت. یون سدیم به دلیل تخریب ساختمان خاک سبب پراکنده شدن ذرات خاک و در نتیجه از بین رفتن منافذ درشت و تبدیل آنها به منافذ متوسط و ریز می‌شود. بنابراین با افزایش سدیم در مکش‌های ماتریک کم، رطوبت کاهش یافته و در مکش‌های ماتریک بالا، به دلیل اینکه رطوبت در منافذ ریز نگهداری می‌شود و یون سدیم سبب آماس می‌شود، رطوبت افزایش یافت.



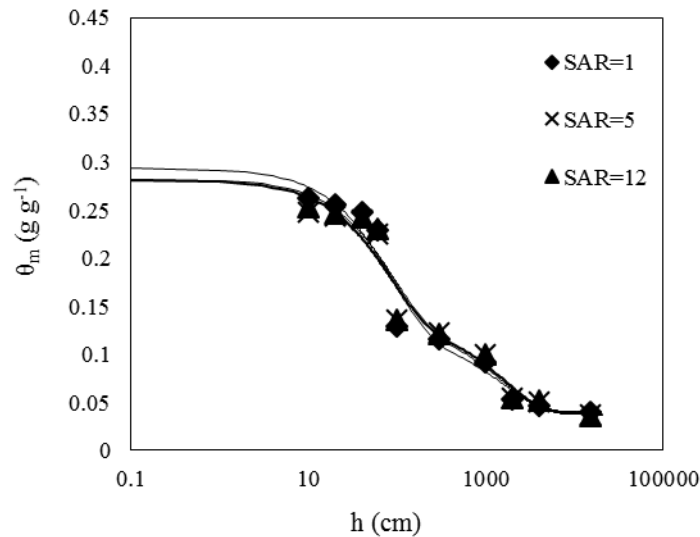
شکل ۱- اثر سدیمی بودن (SAR) در شوری 0.2 dS m^{-1} آب آبیاری بر منحنی مشخصه رطوبتی خاک لوم رسی



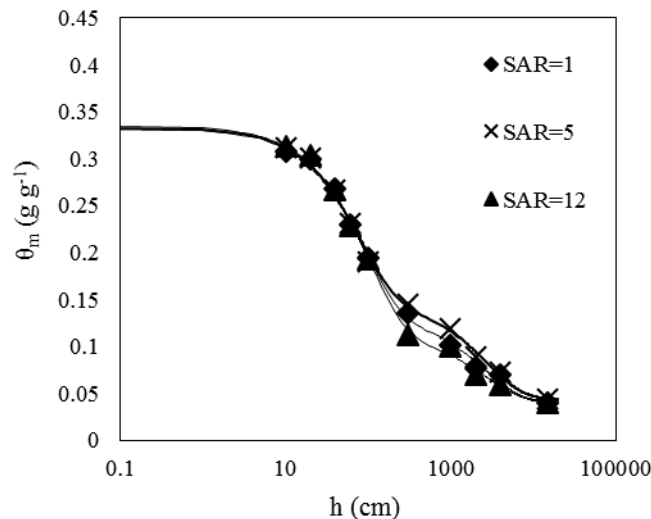
شکل ۲- اثر سدیمی بودن (SAR) در شوری 1.0 dS m^{-1} آب آبیاری بر منحنی مشخصه رطوبتی خاک لوم رسی

همچنین مقایسه شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که با افزایش EC در مکش‌های بالا میزان رطوبت افزایش یافته، به طوری که در مکش ماتریک ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر، رطوبت در نسبت جذب سدیم (SAR) برابر ۱۲، با افزایش EC، از ۰/۰۷ به ۰/۰۹ گرم بر گرم افزایش یافت. با افزایش EC، شیب منحنی SWCC کاهش یافت که نشان‌دهنده افزایش رطوبت در مکش‌های بالا در بین تیمارها است. در EC آب آبیاری برابر 10 dS m^{-1} افزایش رطوبت در مکش‌های بالا در SAR برابر ۱ بیشتر از سایر تیمارها بود.

اثر سدیمی بودن (SAR) در مقادیر مختلف شوری (EC) آب آبیاری بر SWCC خاک لوم شنی در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. شکل ۳ نشان می‌دهد که مقدار رطوبت در مکش‌های ماتریک کم، با افزایش SAR، کاهش و با افزایش شوری، در تیمارهای مختلف سدیم افزایش یافت (شکل ۴). ایجاد منحنی به صورت پله‌ای نشان‌دهنده اثر تخریبی سدیم بر ساختمان خاک و همچنین ساختمان ناپایدار در خاک لوم شنی است (شکل‌های ۳). با افزایش شوری حالت پله‌ای منحنی کمتر شده و در شکل ۴ کاملاً از بین رفته است که نشان‌دهنده اثر کلسیم در کاهش اثر تخریبی سدیم است. در مکش‌های ماتریک بالا روند تغییرات به وضوح خاک لوم رسی نبود که این به دلیل اثر رس در فعالیت فیزیکی و شیمیایی و جذب آب است. این اثر در خاک لوم رسی بیشتر مشهود بود زیرا خاک لوم رسی دارای سطوح کلئیدی بیشتری بوده و در نتیجه بیشتر تحت تأثیر کیفیت آب قرار گرفت.



شکل ۳- اثر سدیمی بودن (SAR) در شوری 2 dS m^{-1} آب آبیاری بر منحنی مشخصه رطوبتی خاک لوم شنی



شکل ۴- اثر سدیمی بودن (SAR) در شوری 10 dS m^{-1} آب آبیاری بر منحنی مشخصه رطوبتی خاک لوم شنی



نتیجه گیری

تیمارهای کیفیت آب با تأثیر بر توزیع اندازه منافذ و در نتیجه ساختمان خاک، سبب تغییر شکل منحنی مشخصه رطوبتی (SWCC) گردید. مقدار نگهداشت آب در مکش‌های ماتریک مشابه با افزایش EC و SAR، افزایش یافت. به طوری که افزایش EC، سبب هم‌آوری ذرات خاک شده و با ایجاد برخی منافذ جدید، گنجایش نگهداشت آب خاک را افزایش می‌دهد. از آنجا که نگهداشت رطوبت در مکش‌های بالا، به صورت آب جذب سطحی شده به وسیله ذرات رس و نگهداری شده در منافذ ریز است، افزایش SAR سبب افزایش رطوبت در مکش‌های ماتریک زیاد شد. علت این یافته تخریب منافذ درشت و تبدیل آنها به منافذ ریز بود. به همین دلیل افزایش سدیم در آب آبیاری سبب کاهش رطوبت خاک در مکش‌های پایین نیز گردید.

منابع

- بای‌بوردی، م. ۱۳۷۹. اصول مهندسی آبیاری. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۴۴ صفحه.
- برزگر، ع. ۱۳۸۳. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۳۱۷ صفحه.
- ختار، م. مصدقی، م.ر. و محبوبی، ع.ا. ۱۳۹۱. اثر کیفیت آب آبیاری بر مقدار آب قابل استفاده برای گیاه و توزیع اندازه منافذ دو خاک آهکی با بافت متفاوت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. علوم آب و خاک. شماره ۶۰. صفحه‌های ۱۵۹-۱۷۱.
- Barlow K. and Nash D. 2002. Investigating structural stability using the soil water characteristic curve. *Animal Production Science*, 42(3): 291-296.
- Batjes N.H. 1996. Development of a world data set of soil water retention properties using pedotransfer rules. *Geoderma*, 71 (1-2): 31-52.
- Bormann H. and Klaassen K. 2008. Seasonal and land use dependent variability of soil hydraulic and soil hydrological properties of two Northern German soils. *Geoderma*, 145 (3-4): 295-302.
- Crescimanno G., Iovino M. and Provenzano G. 1995. Influence of salinity and sodicity on soil structural and hydraulic characteristics. *Soil Science Society of America Journal*, 59(6): 1701-1708
- Dexter A.R. 2004a. Soil physical quality, Part III: Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. *Geoderma*, 120: 227-239.
- Dexter A. R. 2004b. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120(3): 201-214.
- Heiskanen J., Makitalo K. and J. Hyvonen. 2007. Long-term influence of site preparation on water-retention characteristics of forest soil in Finnish Lapland. *Forest Ecology and Management*, 241 (1-3): 127-133.
- Katsvairo T., Cox W.J. and Van H. Es. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. *Journal of Agronomy*, 94 (2): 299-304.
- Lal R. and Shukla M.K. 2004. *Principles of Soil Physics*. Marcel Dekker, NewYork. 716 pp.
- Minasny B. and A.B. McBratney. 2007. Estimating the water retention shape parameter from sand and clay content. *Soil Science Society America Journal*, 71(4): 1105-1110.
- Oster J.D. and Shainberg I. 2001. Soil responses to sodicity and salinity. *Australian Journal of Soil Research*, 39(6): 1219-1224.
- Rengasemy P. and K.A. Olsson. 1991. Sodicity and soil structure. *Australian Journal Soil Research*, 29: 935-952.
- Rubio C.M., Llorens P. and F. Gallart. 2008. Uncertainty and efficiency of pedotransfer functions for estimating water retention characteristics of soils. *European Journal of Soil Science*, 59 (2): 339-347.
- Suarez D.L., Wood J.D. and Lesch S.M. 2006. Effect of SAR on water infiltration under a sequential rain-irrigation management system. *Agricultural Water Management*, 86: 150-164.
- Tuller M. and Or D. 2004. Retention of water in soil and the soil water characteristic curve. In: Hillel D. (Ed.), *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 4: 278-289.
- Vereecken H., Maes J., Feyen J. and Darius P. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. *Soil Science*, 148(6): 389-403.
- Wesseling J.G., Ritsema C.J., Oostindie K., Stoof C.R. and Dekker L.W. 2009. A new, flexible and widely applicable software package for the simulation of one-dimensional moisture flow. *Environmental Modeling & Software*, 24(9): 1127-1132.



Effect of irrigation water quality on water characteristic curve of two soils with different texture

A. Taghizadeh Ghasab¹, A. Safadoust², M. R. Mosaddeghi³

1, 2- M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Buali Sina-Hamedan University, 3- Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract:

This study was carried out to evaluate the effect of soil texture, salinity and sodicity of irrigation water on soil water characteristic curve (SWCC). Core samples of two soils of clay loam and sandy loam were subjected to five wet and dry cycles using twelve waters with different quality, as combinations of two levels of EC (0.2 and 10 dS m⁻¹) and three levels of SAR (1, 5 and 12). Results showed that water quality could affect the shape and slope of SWCC; as saturated water content and water retention at similar matric suctions were increased with increments of EC and SAR. As water EC increased, the soil particles became flocculated and some new pores were created in soil which finally resulted in higher soil water holding capacity. In contrast, increase in SAR dispersed soil microaggregates and altered some macropores and mesopores to micropores which consequently increased water retention especially at high matric suctions.

Key Words: Salinity, Sodicity, Soil water characteristic curve