تأثیر کیفیت آب آبیاری بر پایایی یک خاک لوم‌رسی

افروز تقی‌زاده قصاب [۱]، آزاده صفادوست [۲]، محمدرضا مصدقی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا، ۲-استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۳-دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
خطر شوری و سدیمی شدن ممکن است توسط عواملی از جمله: نوع خاک، شیب زمین و مدیریت و نوع سیستم آبیاری و زهکشی، روش‌های کود دهی و حاصلخیزی و دیگر روش‌های مدیریت آب و خاک به وجود آید. در این مطالعه، اثرات کیفیت آب (نسبت جذب سدیم، SAR و شوری، EC) بر پایایی یک خاک لوم رسی مورد بررسی قرار گرفت. از خاک لومی‌رسی نمونه‌های دست‌خورده برداشته شد و سپس به وسیله آب با کیفیت بدون محدودیت، حداقل محدودیت و محدودیت شدید، ساخته شده با نمک‌های NaCl و CaCl۲، تیمار شدند. سپس درصد رس قابل پراکنش، حد روانی، حد خمیری و حد انقباض خاک‌های تیمار شده تعیین گردید. نتایج نشان داد که کیفیت آب آبیاری دارای اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بود. آب با کیفیت محدودیت شدید دارای بیشترین درصد رس قابل پراکنش بود که این ویژگی باعث ایجاد تغییر شرایط رطوبتی مناسب برای خاک‌ورزی، افزایش شاخص خمیرایی و کاهش شاخص تردی گردید.

کلمات کلیدی: رس قابل پراکنش، شوری و قلیائیت، شاخص خمیرایی، شاخص تردی

مقدمه
یکی از مشکلات مهم در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود منابع آب مناسب است که بخش وسیعی از ایران را شامل می‌شود. با توجه به کاهش منابع آب مناسب برای بهره‌برداری و مصارف روزافزون آن در جوامع شهری، صنعتی و افزایش رشد جمعیت، کشت زمین‌های شور و استفاده از آب‌های حاوی نمک محلول مورد توجه قرار می‌گیرد. شوری منابع آب و خاک در ایران در نتیجه پدیده‌های طبیعی، شوری و یا سدیمی شدن اولیه یا فسیلی، و حاصل از فعالیت‌های انسانی، شوری و یا سدیمی شدن ثانویه نامیده می‌شود (قریشی و همکاران، ۲۰۰۷). شوری و سدیمی شدن ثانویه زمین‌های نیز می‌تواند به علت آبیاری با منابع آب با کیفیت نامناسب اتفاق افتد. بنابراین آبیاری با آب نامناسب سبب افزایش EC و SAR خاک‌های کشاورزی می‌گردد (جلالی، ۲۰۰۲).
تجمع املاح موجود در خاک (شوری و سدیمی‌بودن) بر ویژگی‌های خاک موثر می‌باشند. در این نوع خاک‌ها مشکلات ساختمانی همچون نشست، تورم، پراکنش رس خاک و ایجاد سله وجود دارد (قرایبه و همکاران، ۲۰۱۰). مقدار رس قابل پراکنش برای تشخیص ناپایداری خاک بکار برده می‌شود، زیرا هرچه پایداری ساختمان خاک بالاتر باشد، درصد رس پخش‌قابل پراکنش بیشتر خواهد بود. پایداری خاک ناشی از ویژگی‌هایی از خاک است که موجب پایداری آن در مواجهه با تنش‌ها و یا تغییر شکل ماندگار آن تحت اثر نیروهای تغییر شکل‌دهنده می‌گردد. حدود پایداری خاک از ویژگی‌های مکانیکی مهم خاک هستند که عموماً در رده‌بندی خاک‌های چسبنده به کار می‌روند. آتربرگ خاکشناس سوئدی حدود و مرزهایی را برای پایداری خاک تعیین نمود که پس از گذشت یک قرن هنوز مورد استفاده بوده و به نام وی، حدود آتربرگ، شناخته می‌شوند. این حدود شامل: حد روانی، حد خمیرایی، حد انقباض، حد چسبندگی و حد پیویستگی می‌شود که سه حد اول دارای اهمیت بیشتری می‌باشد (هوگمود و همکاران، ۲۰۰۳). حدود آتربرگ یکی از موارد لازم و با اهمیت برای تخمین دامنه رطوبت مناسب جهت عملیات خاک‌ورزی می‌باشد، زیرا در این رطوبت توزیع مناسب اندازه خاکدانه با حداقل نیروی لازم حاصل می‌شود (نایاناکا، ۲۰۱۴). دکستر و برد (۲۰۰۱) نقطه عطف منحنی نگهداشت آب را رطوبت مناسب و بهینه برای انجام عملیات خاک‌ورزی دانستند که با ۹/۰ رطوبت حد خمیری منطبق بود. کار آیی خاک، در ارتباط با عملیات زراعی بر خاک می‌باشد که می‌توان آن را ترکیبی از تردد‌پذیری و قابلیت به هم زدن خاک با حداقل تخریب و تراکم آن دانست (ارل، ۱۹۹۷). مطالعات نشان داده است که وضعیت کارآیی خاک در خاک‌های چسبنده با مقدار رطوبت خاک در پایین‌ترین حد پلاستیکی آتربرگ در ارتباط است (مولر؛ ۱۹۹۰، دکستر و برد؛ ۲۰۰۱). مصدقی و همکاران (۲۰۰۰)، تردد‌پذیری یک خاک لوم رسی سیلتی را در رطوبت‌های ۶/۰، ۸/۰، ۱ برابر PL، با افزودن کود گاوی به خاک مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش‌گران دریافتند با افزایش کود گاوی به خاک، تراکم ناشی از عبور ماشین‌های کشاورزی، کاهش و حد بحرانی تردد خاک از ۶/۰ PL به ۸/۰ PL افزایش می‌یابد.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش اثر کیفیت آب آبیاری (EC و SAR) بر پایایی یک خاک لوم رسی بررسی شد. برای این منظور از یک خاک لوم رسی واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان همدان نمونه‌برداری دست‌خورده انجام گرفت. نمونه‌های خاک به وسیله تیمار آب

با کیفیت بدون محدودیت، حداقل محدودیت و محدودیت شدید (آیرز و وستکات، ۱۹۸۵)، به ترتیب با EC و SAR (۱ و ۱)، (۷/۰ و ۱) و (۲/۰ و ۱۲) ساخته شده با نمک‌های NaCl و $CaCl_2$، تیمار شدند. مقدار رس قابل پراکنش خاک به روش پیپت اندازه‌گیری شد (کمیته ارزیابی خاک، ۲۰۰۹). حد روانی خاک (LL) به وسیله دستگاه کاساگراند، حد خمیری (PL) و حد انقباض با استفاده از روش BS شماره ۱۳۷۷ (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش از سه نقطه برای تعیین حد روانی استفاده گردید. حد خمیری درصد رطوبتی است که در آن فتیله به قطر ۳ میلی‌متر شروع به ترک خوردن می‌کند و فتیله می‌شکند. حد انقباض یک خاک مقدار رطوبتی است که در آن با کاهش رطوبت، کاهش حجم اتفاق نمی‌افتد اما درجه اشباع آن هنوز ۱۰۰درصد است (هلتز و کواکز، ۱۹۸۱). تفاوت مقدار رطوبت در دو حد روانی و خمیری بیان کننده، شاخص خمیرایی (PI) و تفاوت مقدار رطوبت بین دو حد خمیری و انقباض نشان دهنده، شاخص تردی (FI) می‌باشد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول (۱) آورده شده است کاربرد تیمارهای آب با سه کیفیت بدون محدودیت، حداقل محدودیت و محدودیت شدید دارای اثرات معنی‌دار بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بود. رس خاک به دلیل بار آن و سطح ویژه زیاد آن نسبت به شن و سیلت، مهم‌ترین بخش ماتریس خاک محسوب می‌شود. بار موجود بر روی سطح رس توسط یون‌های هیدراته شده با بار مثبت خنثی می‌شود (غدیر و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین با افزایش سدیم، ذرات رس متلاشی یا پراکنده می‌شوند. همانطور که نتایج نشان می‌دهد افزایش رس قابل پراکنش با افزایش سدیم در آب آبیاری رابطه مستقیم دارد (جدول ۲). در واقع سدیم زیاد منجر به آماس در خاک می‌شود که ممکن است باعث متلاشی شدن ساختمان خاک و پراکنده شدن ذرات رس می‌شود. منظور از متلاشی شدن ساختمان خاک، تبدیل خاکدانه‌ها به ذرات اولیه شامل شن، سیلت و رس می‌باشد (مکنیز، ۲۰۰۳). کیفیت آب از نظر شوری و قلیائیت با استفاده از دو فاکتور EC و SAR مشخص می‌شود. بر اساس فرمول SAR، افزایش EC باعث کم شدن اثر سدیم موجود در آب آبیاری می‌شود. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار رس قابل پراکنش در آب با محدودیت شدید که دارای پایین‌ترین EC، ۲/۰ و بالاترین SAR، ۱۲ می‌باشد، بدست آمد (جدول ۲). در دو کیفیت بدون محدودیت و حداقل محدودیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. احتمالاً این دو تیمار آب به دلیل داشتن EC بالا اثر منفی سدیم بر رس را کاهش داده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کیفیت آب‌آبیاری بر روی فاکتورهای حد سیلان (LL)، حد خمیری (PL)، حد انقباض (SL)، شاخص خمیرایی (PI)، شاخص تردی (FI)، رس قابل پراکنش (CDIS)

منبع تغییرات	درجه آزادی	LL	PL	SL	PI	FI	CDIS
کیفیت آب‌آبیاری	۲	** ۹۰/۱۱۸	۹۵/۲۳**	۸۸/۶۸**	** ۱۹/۲۰۰	۱۹/۴۶**	۷۱/۶۲**

* بیانگر اثر معنی‌دار در سطوح آماری ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های تأثیر کیفیت آب‌آبیاری بر روی رطوبت‌های (W/W) حد سیلان (LL)، حد خمیری (PL)، حد انقباض (SL)، شاخص خمیرایی (PI)، شاخص تردی (FI)، درصد رس قابل پراکنش (C_{DIS})

کیفیت آب‌آبیاری	LL	PL	SL	PI	FI	C_{DIS}
بدون محدودیت	۹۳/۳۴ a	۹۰/۲۰ a	۳۱/۱۱ b	۰۹/۹ c	۵۸/۹ a	۰۲/۲ b
حداقل محدودیت	۱۶/۳۰ b	۲۹/۱۹ b	۷۵/۱۱ b	۸۶/۱۰ b	۵۳/۷ b	۴۰/۲ b
محدودیت شدید	۰۰/۳۰ c	۳۶/۲۱ a	۸۲/۱۸ a	۵۶/۱۳ a	۵۴/۲ c	۹۴/۲۵ a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح آماری ۵ در صد اختلاف معنی‌داری ندارند.

همچنین مشاهده می‌شود که سه تیمار آب مذکور دارای اثرات معنی‌داری بر PI، SL، PL، LL و FI بودند (جدول ۱). در واقع کیفیت آب آبیاری با تأثیر بر میزان رس قابل پراکنش، ویژگی‌های مذکور را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به جدول (۲) آب آبیاری با محدودیت شدید دارای بیشترین حد انقباض و حد خمیری بود. که می‌توان نتیجه گرفت که میزان سدیم بالای موجود در آب، به دلیل شعاع هیدروژنی بزرگ، موجب افزایش پراکنش رس و افزایش رطوبت برای شکل‌پذیری خاک شده است. همانطور که اشاره شد، افزایش EC می‌تواند در کاهش این شرایط نامطلوب کمک کند. در نتیجه این تغییرات شاخص‌های خمیرایی (PI) و شاخص تردی (FI) نیز دچار تغییرات قابل توجهی شده‌اند. این دو شاخص برای تعیین رطوبت مناسب در عملیات خاک‌ورزی اهمیت بسیاری دارند. باتوجه به جدول (۲) آب با EC و SAR (۲/۰ و ۱۲) با ایجاد بیشترین مقدار رس قابل پراکنش (میانگین ۹۴۷/۲۵)، بیشترین تأثیر را بر روی شاخص خمیرایی و شاخص تردی خاک گذاشت. به طوریکه شاخص خمیرایی با بیشترین مقدار، ۵۶۲۹/۱۳ و شاخص تردی با کمترین مقدار ۵۴۳۴/۲ برای این تیمار کیفیت آب‌آبیاری بدست آمد (جدول ۲).

رطوبت مناسب برای خاک‌ورزی بین PL و SL قرار دارد که با شاخص تردی FI در نظر گرفته می‌شود. چون رفتار خاک در این دامنه ترد است و خاک در این دامنه رطوبتی به هنگام خاک‌ورزی به ادوات کشاورزی نمی‌چسبد (علیزاده، ۱۳۸۳). رفتار خاک بین LL و PL، خمیری و نامناسب بوده، که با شاخص خمیرایی PI در نظر گرفته می‌شود و اگر در این دامنه رطوبتی عملیات خاک‌ورزی انجام شود خاک به ادوات کشاورزی می‌چسبد. در رطوبت کم‌تر از SL انرژی مورد نیاز خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. هنگامی که خاک‌ورزی در رطوبت PL انجام شود، زبری خاک سطحی حداقل خواهد بود. PL حداکثر مقدار رطوبتی است که در آن خاک‌ورزی بدون تخریب ساختمان خاک، موجب خرد شدن کلوخه‌ها هنگام عملیات تهیه بستر می‌گردد. در مقدار رطوبت خاک نزدیک به PL، تردی خاک حداکثر بوده (اوتومو و دکستر، ۱۹۸۱) و در رطوبت بیشتر از PL، درصد کلوخه ایجاد شده توسط خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. همچنین خاک‌ورزی در رطوبت‌های خاک کم‌تر از رطوبت بهینه نیز موجب افزایش درصد کلوخه می‌گردد. بنابراین، استفاده از آب‌آبیاری با محدودیت شدید شرایط خاک را برای انجام عملیات کشاورزی نامطلوب می‌کند، که می‌تواند به دلیل افزایش بیشتر میزان رس قابل پراکنش نسبت به سایر تیمارهای آب باشد. در حالیکه آب آبیاری با کیفیت بدون محدودیت، EC و SAR به ترتیب ۱ و ۱، با ایجاد رس قابل پراکنش کمتر (۰۲/۲)، شاخص خمیرایی کوچک‌تر (۰۹/۹) و شاخص تردی بالاتر (۵۸/۹) نسبت به دو تیمار دیگر شرایط بهتری را برای انجام عملیات خاک‌ورزی ایجاد کرد (جدول ۲).

نتیجه گیری

بررسی اثر کیفیت آب آبیاری بر قوام یا پایایی خاک نشان داد، که کیفیت آب آبیاری از عوامل مؤثر بر تعیین زمان گاورو شدن خاک می‌باشد. در واقع آب آبیاری با میزان سدیم بالا، سبب تخریب و متلاشی شدن خاکدانه‌ها و افزایش رس قابل پراکنش در خاک می‌باشد، که شاخص‌های خمیرایی و تردی خاک تأثیر گذار است. آب با کیفیت نامناسب (محدودیت شدید) سبب افزایش رطوبت حد خمیری و کاهش رطوبت حد تردی می‌شود که از عوامل تعیین کننده بر زمان خاک‌ورزی می‌باشند. با افزایش شوری خاک، اثرات مخرب یون سدیم کاهش یافته و کیفیت آب آبیاری متوسط و در نتیجه اثرات تخریبی آن بر خاک کمتر می‌شود.

منابع

علیزاده، ا. ۱۳۸۳.فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).

Ayers R.S., D.W. Westcott. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper, No. ۲۹, Rev. ۱, FAO, Rome.

BS ۱۳۷۷-۲:۱۹۹۰.Methods of test for soils for civil engineering purposes.Determination of Atterbarg limits.

Dexter, A. R., and Bird, N. R. A. ۲۰۰۱. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve.Soil & Tillage Rsearch, ۵۷ : ۲۰۳-۲۱۲.

Earl, R. ۱۹۹۷. Prediction of trafficability and workability from soil moisture deficit. Soil & Tillage Research, ۴۰ : ۱۵۵-۱۶۸.

Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I. and Shraah, S.H. ۲۰۱۰. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. Soil Use Manage, ۲۶ : ۹۳-۱۹۵.

Holtz R. D., Kovacs W. D. (۱۹۸۱). In An Introduction to Geotechnical Engineering. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall Inc

Hoogmoed, W. B., Candena-Zapata, M. and Perdok, U. D. ۲۰۰۳. Laboratory assessment of the workable range of soils in the tropical zone of Veracruz, Mexico. Soil & Tillage Research, ۷۴ : ۱۶۹_۱۷۸.

Jalali, M. ۲۰۰۲. Composition of irrigation waters in west of Iran . WCSS. Bangkok, Thailand, ۱۷ : ۲۱۸-۱-۲۱۸-۴.

McKenzie, M. ۲۰۰۳. Salinity and sodicity — what's the difference?. The Australian Cotton grower, ۲۴ : ۲۸-۳۲.

Mosaddgi, M. R., Hajabbasi, M. A., Hemmat, A. and Afyni, M. ۲۰۰۰. Soil compactibility as affect by moisture content and farmyard manure in central Iran. Soil & Tillage Research, ۵۵ : ۸۷-۹۷.

Muller, L., Tille, P. and Kretschmer, H. ۱۹۹۰. Trafficability and workability of alluvial clay soils in response to drainage status. Soil & Tillage Research, ۱۶: ۲۷۳-۲۸۷.
Nayanaka, V.G.D., and Mapa, R.B. ۲۰۱۴. Use of Atterberg limits for stracture and tillage managment of five great soil groups of Srilanka. Proceedings of the Peradeniya Univ. International Research Sessions, Sri Lanka, Vol. ۱۸.
Qadir, M., Oster, J. D., Schuber t, S., Noble, A. D. and Sahrawatk, K. L. ۲۰۰۷. Phytoremediation of Sodic and
Qureshi, A. S., Qadir, M., Heydari, N., Turral, H. and Javadi, A. ۲۰۰۷. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. ۳۰p. (IWMI Working Paper ۱۲۵).
Saline-Sodic Soils. Advances in Agronomy, ۹۶: ۱۹۷-۲۴۷.
Soil Survey Staff. ۲۰۰۹. Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. ۵۱, Version ۱.۰. R. Burt (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
Utomo, W.H. and Dexter, A.R. ۱۹۸۱ . Soil friability . J. Soil Sci. ۳۲, ۲۰۳-۲۱۳.

Abstract

Salinity and sodium hazard may be created by factors including: soil type, field slope and drainage, irrigation system type and management, fertilizer and manuring practices, and other soil and water management practices. In this study the effects of water quality (sodium adsorption ratio, SAR and salinity, EC) on soil consistency of a clay loam soil were investigated. Disturbed soil samples were collected from clay loam soil and were treated with different water with quality of none limitation, moderate limitation and severe limitation. NaCl and CaCl۲ salts were used to prepare the different water treatment. The percentage of dispersible clay, liquid limit, plasticity limit and shrinkage limit were determined. Results showed that the water with severe limitation resulted in the most dispersible clay that change the appropriate moisture condition for tillage, increase the plasticity index and decrease friability index.