شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب

بررسی عوامل مؤثر بر شدت نفوذ آب به خاک در برخی از اراضی کشاورزی حوضه آبریز سد کارون ۳ در استان خوزستان

علیرضا جعفرنژادی[۱*]، فاطمه مسکینی ویشکایی[۲]، ناصر دواتگر[۳]

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

[۲] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

[۳] استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

نفوذ آب به خاک یکی از ویژگی‌های مهم خاک است که نقش مهمی در ایجاد رواناب و فرسایش خاک ایفا می‌کند. شرایط مختلف خاک بر شدت نفوذ آب در خاک مؤثر است. با توجه به اهمیت فرآیند نفوذ آب به خاک در کنترل فرسایش، تخریب حاصلخیزی و کیفیت خاک، این پژوهش با هدف بررسی مقدار شدت نفوذ آب در خاک و عوامل مؤثر بر آن در برخی از اراضی کشاورزی حوضه آبریز سد کارون۳ در استان خوزستان انجام شد. تعداد ۱۵ نمونه خاک مرکب به‌صورت تصادفی برداشت شد. بافت خاک، هدایت الکتریکی، واکنش خاک، کربن آلی و نسبت جذب سدیم (SAR) در تمام نمونه‌های خاک مورد مطالعه تعیین گردید. نتایج نشان داد که به‌طور کلی نمونه‌های مورد مطالعه در دو گروه خاک‌های غیر شور (۵۳ درصد) و خاک‌های شور و سدیمی (۴۷ درصد) قرار گرفتند. کمترین و بیشترین شدت نفوذ آب در خاک‌های با بافت رسی به‌ترتیب در نمونه خاک شور و سدیمی ($۰/۲۴ \text{ cm min}^{-1}$) و خاک غیرشور (۱۵ cm min^{-1}) مشاهده شد. تنها در گروه خاک‌های غیر شور، بین شدت نفوذ و مقدار رس ($r= ۰/۷۰۱$) و شوری خاک ($r= ۰/۸۷۸$) همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. نتایج این پژوهش مؤید تنوع گسترده خاک‌ها از نظر بافت، شوری و SAR در اراضی کشاورزی حوضه آبریز مورد مطالعه بود که نشان‌دهنده لزوم مطالعه و شناخت ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به‌منظور مدیریت مناسب آبیاری و کنترل فرسایش و تخریب اراضی است.

کلمات کلیدی: خاک شور و سدیمی، شوری، نسبت جذب سدیم.

مقدمه

فرسایش خاک و هدررفت منابع آب و خاک از مهم‌ترین معضلات زیست محیطی هستند به‌طوری‌که تأثیر تخریبی آن بر اکوسیستم‌های مختلف منجر به کاهش توان حاصلخیزی و تولیدی آن‌ها می‌گردد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷). نفوذ آب به خاک یکی از ویژگی‌های مهم خاک است که نقش مهمی در ایجاد رواناب و فرسایش خاک ایفا می‌کند. اگر شدت نفوذ در یک خاک معین کمتر از شدت بارندگی باشد یا موجب تجمع آب در سطح خاک و یا ایجاد رواناب می‌گردد. شرایط مختلف خاک بر شدت نفوذ آب در خاک مؤثر است. در واقع نفوذ به ورود آب به خاک از طریق سطح خاک گفته می‌شود (Osuji و همکاران، ۱۹۸۴). آب در اثر نیروی ثقل و نیروهای مویینه به داخل خاک متخلخل وارد می‌شود. پس از خیس‌شدن ذرات خاک، آب اضافه در اثر نیروی ثقل به سمت پایین حرکت می‌کند. شدت نفوذ در واقع شدت جذب آب توسط یک خاک معین در یک زمان معین است (Dagadu و Nimbalkar، ۲۰۱۲). Saxton و همکاران (۱۹۸۶) گزارش نمود که ویژگی‌های اصلی آب و خاک مؤثر بر شدت نفوذ عبارت از مقدار رطوبت اولیه خاک، شرایط سطح خاک، هدایت هیدرولیکی پروفیل خاک، بافت، تخلخل، درجه انبساط کلوئیدهای خاک، ماده آلی، پوشش گیاهی سطح خاک، مدت زمان آبیاری یا بارندگی و گران‌روی آب می‌باشند. ساختمان خاک نیز بر شدت حرکت آب در داخل خاک اثر می‌گذارد. خاک‌هایی با ساختمان خوب در شرایط رطوبتی مختلف خاک دارای شدت نفوذ مطلوبی نیز هستند. همچنین نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که خاک‌های متراکم در نتیجه‌ی حرکت ماشین آلات کشاورزی دارای شدت نفوذ کمتری بوده و مستعد فرسایش و ایجاد رواناب هستند (Chancellor و همکاران، ۱۹۷۷).

Osuji و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر عملیات زراعی مختلف (کاربری های مختلف) را بر نفوذ پذیری خاک در کشور نیجریه بررسی نمودند و روابط بین شدت نفوذ و برخی از ویژگی‌های خاک را ارزیابی نمودند. Dagadu و Nimbalkar (۲۰۱۲) نیز مقادیر شدت نفوذ آب در خاک را در شرایط مختلف

* ایمیل نویسنده مسئول: arjafarnejady@gmail.com

خاک در ایالت ماهاشترای هند تعیین نمودند و مقادیر اندازه‌گیری‌شده را با مقادیر برآورد شده توسط مدل‌های کوستیاکف، کوستیاکف اصلاح شده، هورتون و گرین- امپت مقایسه نمودند.

حوضه آبریز کارون بزرگ دارای مساحتی برابر با ۶۷۲۵۷ کیلومتر مربع می‌باشد که از این مقدار، ۲/۳ میلیون هکتار آن زمین‌های مستعد و خوب برای کشاورزی است که در دشت خوزستان واقع شده است. این حوضه دارای حدود ۶۵۰ هزار هکتار اراضی تحت کشت آبی و بیش از ۵۰ هزار هکتار اراضی یکپارچه و مجهز تحت کشت و صنعت می‌باشد که به‌طور متوسط ۵۰ درصد از این سطوح به کشت غلات (گندم، جو و ذرت دانه‌ای) اختصاص دارد. این حوضه به واسطه تأمین ۷۸ درصد انرژی برق آبی و ۱۳ درصد تولیدات کشاورزی کشور، نقش انکارناپذیری در تأمین غذا و انرژی کشور دارد (ارشدی و باقری، ۱۳۹۲). بنابراین با توجه به اهمیت فرآیند نفوذ آب در خاک در کنترل فرسایش و تخریب خاک، این پژوهش با هدف بررسی مقدار شدت نفوذ آب در خاک و عوامل مؤثر بر آن در قسمتی از حوضه آبریز کارون بزرگ در محل سد کارون۳ انجام شد.

مواد و روش‌ها

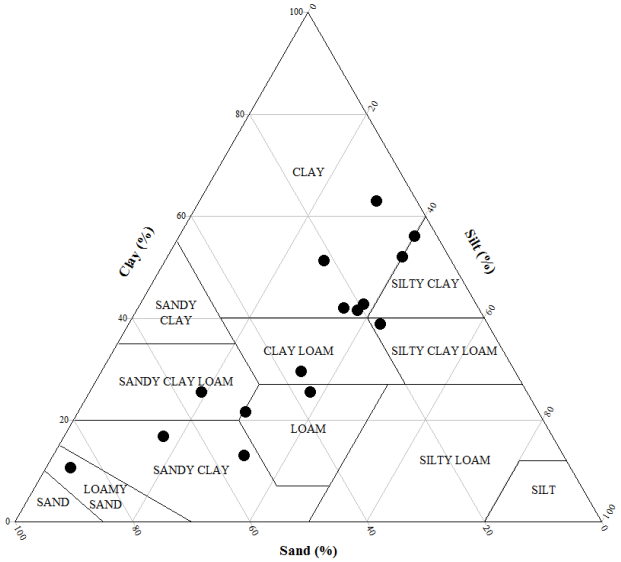
محل اجرای این پژوهش در حوضه آبریز سد کارون ۳ با وسعت ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. حوضه آبریز کارون بزرگ در طول جغرافیایی ۳۰ تا ۳۴ درجه شمالی و در عرض جغرافیایی ۴۸ تا ۵۲ درجه شرقی واقع شده است. این رودخانه از رشته کوه‌های زاگرس سرچشمه گرفته و در منطقه گتوند وارد دشت خوزستان می‌شود. متوسط آبدهی درازمدت سالیانه رودخانه کارون در محل احداث سد کارون ۳ حدود ۳۰۰ مترمکعب در ثانیه و حجم آورد سالیانه آن بیش از ۱۰ میلیارد مترمکعب می‌باشد. ساختگاه سد و نیروگاه کارون ۳ در ۲۸ کیلومتری شرق شهرستان ایذه و در فاصله ۶۱۰ کیلومتری مصب رودخانه کارون در شمال شرقی استان خوزستان واقع شده است. اراضی کشاورزی این منطقه، شامل باغات و اراضی زراعی است. در این پژوهش با هدف بررسی اجمالی عوامل مؤثر بر شدت نفوذ آب به خاک، تعداد ۱۵ نمونه خاک مرکب به‌صورت تصادفی از برخی از اراضی زراعی حوضه آبریز کارون ۳ برداشت شد. بافت خاک به روش هیدرومتر (Gee و Or، ۲۰۰۲)، هدایت الکتریکی (EC) و واکنش خاک (pH) به‌ترتیب با استفاده از دستگاه ECمتر و pH متر اندازه‌گیری شد. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (Walkley و Black، ۱۹۳۴) و رطوبت اشباع خاک با استفاده از روش وزنی و تهیه گل اشباع تعیین گردید. کاتیون‌های محلول شامل کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون و سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند. نسبت جذب سدیم (SAR) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\left[\left(Ca^{2+} + Mg^{2+}\right)/2\right]^{0.5}} \qquad (۱)$$

مقدار نفوذ تجمعی و شدت نفوذ با استفاده از روش استوانه‌های مضاعف در خاک مزرعه اندازه‌گیری شد (Haise, 1956). قطر استوانه داخلی و بیرونی به‌ترتیب برابر با ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر بود و اندازه‌گیری در فواصل زمانی مختلف تا رسیدن به سرعت نفوذ ثابت انجام شد. شدت نفوذ آب به خاک در فصل بهار قبل از برداشت محصول گندم و کلزا از برخی از اراضی زراعی حوضه آبریز سد کارون ۳ اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

توزیع بافت خاک نمونه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که نمونه‌های خاک مورد مطالعه از نظر تنوع بافت خاک دارای توزیع گسترده و مناسبی بودند. بافت نمونه‌های خاک شامل رسی، رس سیلتی، لوم رسی سیلتی، لوم رسی،لوم، لوم رسی شنی، رس شنی و شن لومی بود.



شکل ۱. توزیع بافت خاک در نمونه‌های مورد مطالعه در حوضه آبریز کارون ۳ استان خوزستان

آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده خاک در جدول ۱ ارائه شده است. دامنه تغییرات محتوای رس خاک از ۱۱ تا ۶۳ درصد متغیر بود. خاک‌های مورد مطالعه دارای سطوح متفاوتی از شوری بودند. نتایج نشان داد که با فرض هدایت الکتریکی برابر با ۴ $dS\ m^{-1}$ به‌عنوان حد آستانه شوری خاک (Richards، ۱۹۸۴)، حدود ۵۰ درصد از نمونه خاک‌های مورد مطالعه شور بودند. مقدار کربن آلی در خاک‌های مورد مطالعه بسیار کم و به‌طور میانگین در حد ۰/۳ درصد مشاهده شد. از نمونه خاک‌های مورد مطالعه ۵۳ درصد در گروه خاک‌های غیر شور ($EC < 4\ dS\ m^{-1}$, $SAR < 13$) و ۴۷ درصد در گروه خاک‌های شور و سدیمی ($EC > 4\ dS\ m^{-1}$, $SAR > 13$) قرار گرفت.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در نمونه‌های خاک مورد مطالعه در سه گروه خاک‌های غیر شور ($EC < 2$ dS m^{-1}, $SAR < 13$)، خاک‌های شور ($EC > 2$ dS m^{-1}, $SAR < 13$) و خاک‌های شور و سدیمی ($EC > 2$ dS m^{-1}, $SAR > 13$) در حوضه آبریز کارون ۳ در استان خوزستان

گروه بندی خاک		شن (٪)	رس (٪)	EC (dS m^{-1})	pH (-)	کربن آلی (٪)	رطوبت اشباع (٪)	SAR	نفوذ تجمعی (cm)	شدت نهایی نفوذ (cm min^{-1})
خاک‌های غیر شور	کمینه	۱۸	۱۰	۰/۵۷	۷/۷	۰/۲۴	۴۸/۶	۴/۳	۵/۷	۱/۴
	بیشینه	۸۵	۴۳	۳/۹۵	۸/۵۲	۰/۴۶	۳۵	۱۱/۹۴	۶۳/۹	۱۵
	میانگین	۴۲/۶	۲۹/۷	۲/۱۷	۷/۹	۰/۳۴	۴۰/۷	۷/۱	۲۶/۵	۵/۶
خاک‌های شور و سدیمی	کمینه	۴	۱۷	۴	۷/۷	۰/۲۴	۳۴/۲	۱۸/۳	۱/۲۵	۰/۲۴
	بیشینه	۶۶	۶۳	۱۰۴/۵	۸/۶	۰/۵۷	۷۶/۵	۵۸/۲	۱۰/۳	۲/۸
	میانگین	۲۴	۴۴/۴	۲۹/۴	۸	۰/۳۵	۵۷/۷	۳۳/۵	۶/۶	۱/۷۲
کل خاک‌ها	کمینه	۴	۱۰	۰/۵۷	۷/۷	۰/۲۴	۳۴/۲	۴/۳	۱/۲۵	۰/۲۴
	بیشینه	۸۵	۶۳	۱۰۴/۵	۸/۶	۰/۵۷	۷۶/۵	۵۸/۲	۶۳/۹	۱۵
	میانگین	۳۳/۸	۳۵/۳	۱۴/۹	۸	۰/۳۴	۴۶/۶	۱۸/۴	۱۷/۲	۳/۸

نمونه خاک‌های مورد مطالعه‌ای که شور نبودند دارای بافت خاک درشت‌تری نسبت به نمونه خاک‌های شور و سدیمی بودند. میانگین درصد ذرات شن و رس در جدول ۱ تاییدی بر این مدعا است. کمترین مقدار نفوذ تجمعی (۱/۲۵ cm) و شدت نفوذ نهایی آب در خاک (۰/۲۴ cm min^{-1}) در نمونه خاک شور و سدیمی با بافت رسی مشاهده شد. در حالی‌که بیشترین مقدار نفوذ تجمعی (۶۳/۹ cm) و شدت نفوذ نهایی (۱۵ cm min^{-1}) در خاک غیر شور دارای بافت رسی و با EC و SAR به‌ترتیب برابر با ۳/۹۵ dS m^{-1} و ۴/۹۵ مشاهده شد. علاوه بر این، نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که تمامی آماره‌های توصیفی مربوط به نفوذ تجمعی و شدت نفوذ در خاک‌های شور و سدیمی بسیار کمتر از خاک‌های غیر شور بود. افزایش املاح سدیم، سبب افزایش سدیم تبادلی خاک شده و تأثیر نامطلوبی بر ساختمان خاک گذاشته و در نتیجه تهویه ضعیف خاک را منجر می‌شود. تحقیقات مختلف نشان داده است که با افزایش درصد سدیم تبادلی، اتصال ذرات خاک کاهش یافته و ذرات رس در فضای خلل و فرج خاک قرار گرفته و نفوذپذیری را به شدت کاهش می‌دهد (وراوی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). در یک مقدار SAR معین، اثرات مضر سدیم بر ویژگی‌های فیزیکی خاک با افزایش شوری خاک کاهش می‌یابد (Suarez و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول ۲. ضرایب همبستگی خطی بین شدت نفوذ و ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در نمونه‌های خاک مورد مطالعه در حوضه آبریز کارون ۳

	شن	رس	کربن آلی	pH	EC	رطوبت اشباع	SAR
شدت نفوذ در نمونه خاک‌های غیر شور	-۰/۶۸۵	۰/۷۰۱*	۰/۵۶۷	۰/۳۷۶	۰/۸۷۸**	۰/۵۴۹	۰/۰۴۹
شدت نفوذ در نمونه خاک‌های شور و سدیمی	۰/۵۵۴	-۰/۵۵۲	-۰/۰۴۳	-۰/۳۹۳	۰/۰۸۵	-۰/۴۴۶	-۰/۱۲۲
شدت نفوذ در کل نمونه ها	-۰/۱۱۷	-۰/۰۳۴	۰/۲۱۰	۰/۱۱۱	-۰/۲۴۶	-۰/۲۷۱	-۰/۳۹۸

نتایج آنالیز همبستگی خطی حاکی از عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین شدت نفوذ آب در خاک و سایر ویژگی های اندازه‌گیری شده در کل نمونه‌های خاک و در گروه نمونه خاک‌های شور و سدیمی بود (جدول ۲). اما، در نمونه خاک‌های غیر شور، بین شدت نفوذ آب در خاک با رس (r= ۰/۷۰۱) و هدایت الکتریکی خاک (r= ۰/۸۷۸) همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. نمونه خاک‌های مورد مطالعه در گروه خاک‌های غیر شور با بافت متوسط رو به سنگین و دارای مقادیر بسیار کم کربن آلی خاک بودند، از این رو احتمالاً افزایش مقدار رس و شوری خاک موجب بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش شدت نفوذ آب در خاک شده است. Saxton و همکاران (۱۹۸۶) نیز در مطالعه‌ای، مهمترین عامل مؤثر بر شدت نفوذ آب در خاک را بافت خاک معرفی نمودند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد تقریباً ۵۰ درصد نمونه خاک‌های مورد مطالعه در گروه خاک‌های غیر شور و ۵۰ درصد در گروه خاک‌های شور وسدیمی واقع شدند. نتایج نشان‌دهنده رفتار هیدرولیکی متفاوت نمونه‌خاک‌های مورد مطالعه در هر گروه بود. به‌طور کلی مقدار نفوذ تجمعی و شدت نفوذ در نمونه خاک‌های شور وسدیمی کمتر از خاک‌های غیر شور مشاهده شد که مؤید اثرات منفی یون سدیم بر پایداری ساختمان خاک بود. علاوه بر این نتایج حاکی از تأثیر مثبت افزایش شوری خاک بر نفوذپذیری خاک در خاک‌های غیر شور بود ($EC < 4\ dS\ m^{-1}$). نتایج این پژوهش مؤید تنوع گسترده خاک‌ها از نظر بافت، شوری و SAR در اراضی کشاورزی حوضه آبریز مورد مطالعه بود که نشان‌دهنده لزوم مطالعه و شناخت ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به‌منظور مدیریت مناسب آبیاری و کنترل فرسایش و تخریب اراضی است.

منابع:

ارشدی، م. و باقری، ع. ۱۳۹۲. تحلیل سیستم منابع آب حوضه کارون از منظر پایداری با رویکرد پویایی سیستم‌ها. تحقیقات منابع آب ایران، ۹ (۳)، ۱۳ -۱.

صادقی، ح. ر.، هدایتی زاده، ر.، تادری، ح. و حسینعلی زاده، م. ۱۳۸۷. مقایسه تولید روان‌آب و رسوب در سازندهای مختلف کواترنر در مراتع سرچاه عماری بیرجند. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۴، ۴۶۳ -۴۴۹.

وراوی‌پور، م.، مشعل، م. و دانشور، م. ۱۳۸۷. تعیین رابطه بهینه تخمین درصد سدیم تبادلی (ESP) در خاک‌های شور وسدیمی. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

Chancellor, W. J., 1977. Compaction of soils by agricultural equipment. Division of Agric. Sciences, University of California, Bulletin, 881.

Dagadu, J. S. and Nimbalkar, P. T. 2012. Infiltration studies of different soils under different soil conditions and comparison of infiltration models with field data. International Journal of Advanced Engineering Technology, 3 (2), 154-157.

Haise, R. T. 1956. High rote artificial ground water recharge at Peoria, Illinois, U.S.A., AIHS, Rome.

Osuji, G. E. 1984. Water storage, water use and maize yield for tillage systems on a tropical Alfisol in Nigeria. Soil and Tillage Research, 4, 339-348.

Osuji, G. E., Okon, M. A., Chukwuma, M. C. and Nwarie, I. I. 2010. Infiltration characteristics of soils under selected land use practices in Owerri, southeastern Nigeria. World Journal of Agricultural Sciences, 6 (3), 322 -326.

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

Saxton, K. E., Rawls, W. L., Rosenberger, J. S. and Papendick, R. I. 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. Soil Science Society of America Journal, 50, 1031-1036

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.

Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation

Investigating the factors affecting soil infiltration rate in some agricultural fields of the Karoon 3 dam catchment in Khuzestan province

Jafarnejadi, A. L.[*1], Meskini-Vishkaee, F.[2], Davatgar, N. [3]

[1] Associate Prof., Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

[2] Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

[3] Assistant Prof., Soil and Water Research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Infiltration is an important soil property, which plays an important role in runoff and soil erosion. Different soil conditions affect the infiltration rate. Considering the importance of infiltration process in erosion control, fertility and soil quality degradation, this research was carried out with the aim of investigating soil infiltration and its effective factors in some agricultural fields of the Karun 3 dam catchment in Khuzestan province. A total of 15 soil samples were collected randomly. Soil texture, electrical conductivity, soil reaction, organic carbon and sodium adsorption ratio (SAR) were determined in all studied soil samples. The results showed that in general, the samples were placed in two groups including non-saline soils (53%) and saline and sodic soils (47%). The lowest and the highest values of soil infiltration rate were observed in the clay textural soils that were a saline and sodic soil sample (0.24 cm min^{-1}) and a non-saline soil sample (15 cm min^{-1}), respectively. Only in non-saline soils, there were significant correlations between infiltration rate and clay content ($r = 0.701$) and soil salinity ($r = 0.878$). The results of this study confirmed the wide diversity of soils in terms of texture, salinity and SAR in agricultural lands of studied catchment which indicates the necessity of studying and determining the soil hydraulic properties in order to manage irrigation properly and control erosion and land degradation.

Keywords: Saline and Sodic Soil, Salinity, Sodium Adsorption Ratio.

[*] Corresponding author, Email: arjafarnejady@gmail.com