

## اثر رهاسازی اراضی بر تغییرات نفوذ آب به خاک

امیرمسعود قیومی محمدی<sup>۱</sup>، شجاع قربانی دستکی<sup>۲\*</sup>، فایز رئیسی<sup>۳</sup> و پژمان طهماسبی<sup>۴</sup>

۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد؛ گروه خاکشناسی؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه شهرکرد؛ شهرکرد؛ ایران

۲\*) استادیار؛ گروه خاکشناسی؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه شهرکرد؛ شهرکرد؛ ایران؛ نویسنده مسئول مکاتبات: [shoja2002@yahoo.com](mailto:shoja2002@yahoo.com)

۳) استادیار؛ گروه خاکشناسی؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه شهرکرد؛ شهرکرد؛ ایران

۴) استادیار؛ گروه مرتع و آبخیزداری؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین؛ دانشگاه شهرکرد؛ شهرکرد؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۳۰

### چکیده

پارامترهای نفوذ آب به خاک از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک می‌باشند. نفوذ آب به خاک یکی از ویژگی‌های کلیدی در طراحی سامانه‌های آبیاری، پژوهش‌های هیدرولوژی، مدیریت منابع آب و حفاظت خاک، طراحی و اجرای پروژه‌های زهکشی و کنترل فرسایش خاک در حوضه‌های آبخیز است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر رهاسازی اراضی بر پارامترهای نفوذ آب به خاک در مراتع نیمه استپی کرسنک واقع در استان چهارمحال و بختیاری بود. برای این منظور، در پنج کاربری شامل مرتع، کشاورزی، رهاسازی ۳-۵ سال، رهاسازی ۱۰-۱۵ سال و رهاسازی بالای ۲۵ سال نفوذ آب به خاک در شش تکرار به روش نفوذ سنج مکشی اندازه‌گیری شد. نتایج پژوهش نشان داد که رهاسازی اراضی کشاورزی از طریق افزایش ماده آلی خاک، افزایش پایداری ساختمان خاک، بازآرایی ذرات خاک در راستای پایدارتر شدن منافذ طبیعی موجود در خاک و در نتیجه افزایش پیوستگی منافذ خاک بر پارامترهای نفوذ آب به خاک تأثیری معنی‌دار و مثبت دارند. میانگین هدایت آبی اشباع مزرعه‌ای در مرتع (۷/۴ میلی‌متر در ساعت) بیشتر از زمین کشاورزی (۴/۴ میلی‌متر در ساعت) بود. همچنین ضریب جذب نیز کاهش ۳۰ درصدی را در زمین کشاورزی نسبت به مرتع داشت. لیکن در نتیجه رهاسازی اراضی کشاورزی و استقرار مجدد پوشش گیاهی، تشکیل و بازیافت خاکدانه‌های درشت و افزایش پایداری خاکدانه‌ها، بهبود نفوذ آب به خاک در منطقه را به دنبال داشته است. بر این اساس هدایت آبی اشباع پس از ۲۵ سال رهاسازی، از ۴/۳۸ به ۶/۰۹ میلی‌متر در ساعت رسیده است.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر کاربری اراضی؛ ضریب جذب؛ نفوذپذیری؛ هدایت هیدرولیکی

## مقدمه

فرآیند نفوذ آب به خاک یکی از مهم‌ترین اجزای چرخه‌ی آب در طبیعت است که به شدت تحت تاثیر عوامل مدیریتی خاک قرار می‌گیرد. نفوذ آب به خاک در مدیریت منابع آب، طراحی سازه‌های زهکشی و برآورد رواناب سطحی اهمیت فراوان دارد (قربانی دشتکی و همکاران، ۱۳۸۹). نفوذ آب به خاک به عوامل متعددی مانند بافت، کاربری و مدیریت زمین، میزان سنگریزه، ریشه گیاه، مواد آلی، میزان لاشبرگ سطحی، رطوبت اولیه، نسبت جذب سدیم، جرم ویژه ظاهری خاک، شدت بارندگی و دمای آب و خاک بستگی دارد (Zhou et al., 2008).

در اراضی کشاورزی، خاک‌ورزی یک منبع مهم تغییر در تغییرات مکانی و زمانی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک است (Prieksat et al., 1994). بسته به تاریخچه‌ی کشت، اقلیم و مدیریت خاک، هدایت هیدرولیکی تحت شرایط بدون شخم یا حداقل شخم نسبت به شخم مداوم می‌تواند بیشتر (Benjamin, 1993)، یا کمتر شود (Miller et al., 1994) و یا تغییری در آن ایجاد نشود (Bodhinayake and Si, 2004). تغییر در پیوستگی، اندازه و میزان منافذ خاک در اثر خاک‌ورزی به شدت روی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک سطحی تاثیرگذار است. هر چند برخی مطالعات نشان داده است که اثرات شخم بر شدت نفوذ پایدار نیست (Jones et al., 1994)، لیکن عموماً در سامانه‌های خاک-ورزی، هدایت هیدرولیکی خاک افزایش می‌یابد و سپس به دلیل برگشت ساختمان ایجادشده به وسیله‌ی خاک‌ورزی دوباره هدایت هیدرولیکی خاک کاهش می‌یابد. (Bormann and Klaassen, 2008). تراکم خاک در اثر عبور ماشین‌آلات یا چرای دام می‌تواند باعث تخریب منافذ درشت خاک شود و بنابراین هدایت هیدرولیکی را کاهش دهد (Heddadj and Gascuel-Odoux, 1999).

قربانی دشتکی و همکاران نفوذ آب به خاک را در منطقه تنگ نثار بن واقع در استان چهارمحال و بختیاری که به‌طور هم‌زمان دارای مراتع حفاظت شده و مراتع تخریب

مدیریت و حفاظت منابع خاک و آب برای آینده کشاورزی، امری ضروری است. نظارت صحیح بر منابع طبیعی، نسل‌های آینده را قادر خواهد ساخت تا بتوانند نیازهای خود و مایحتاج فرزندانشان را تأمین نمایند. لازمه این مدیریت، استفاده از منابع خاک و آب به منظور دستیابی به یک بازده مطلوب به ازای هر واحد نهاده مصرفی می‌باشد. کیفیت خاک تحت تاثیر مدیریت‌های مختلف زراعی تغییر می‌کند و مدیریت‌هایی که مطلوب نباشند، موجب افت کیفیت آن خواهند شد (قربانی دشتکی و همایی، ۱۳۸۶؛ قربانی دشتکی و همکاران، ۱۳۸۶؛ قربانی دشتکی و همکاران، ۱۳۸۸). مراتع بیش از نیمی از اراضی کشور را در بر گرفته و نقش بسیار مهمی در چرخه‌ی آب و عناصر غذایی خاک ایفا می‌کنند. خاک مراتع به دلیل دارا بودن مواد آلی نسبتاً زیاد و ساختمان مناسب همواره مورد توجه کشاورزان بوده و این ویژگی‌ها باعث تغییر در مدیریت مراتع شده است. یکی از عوامل مدیریتی مهم در مراتع، تغییر کاربری آن‌ها به زمین‌های کشاورزی است که با ایجاد به‌هم خوردگی سطح خاک و تاثیر بر میزان پوشش گیاهی اثر زیادی بر نفوذپذیری، رطوبت خاک، میزان رواناب و میزان فرسایش دارد. تغییر در مدیریت و کاربری مراتع و اعمال عملیات خاک‌ورزی تاثیر زیادی بر ماده آلی و دیگر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی این خاک‌ها داشته است و در بسیاری از موارد به‌طور مستقیم باعث کاهش مواد آلی خاک شده است. در نتیجه کاهش مواد آلی، پایداری ساختمان کاهش یافته و در نتیجه فرسایش و تخریب خاک مراتع افزایش می‌یابد. تخریب ساختمان خاک، ویژگی‌هایی نظیر جرم ویژه ظاهری و نفوذ آب به خاک را تحت تاثیر قرار داده و در نهایت بر حاصل خیزی و قابلیت کشت خاک تاثیر می‌گذارد (Ebrahimi et al., 2004).

اشباع را ناشی از توزیع ناهمگن منافذ درشت و اثر هوای محبوس در منافذ خاک بیان کردند.

به دنبال رهاسازی اراضی کشاورزی و تشکیل خاکدانه-های درشت، نفوذپذیری خاک افزایش می‌یابد، بنابراین رواناب سطحی کاهش، ظرفیت نگهداری آب افزایش و فرسایش‌پذیری خاک تنزل می‌یابد (Dunjo, Bonet, 2004; Jose et al., 2003). به بیان دیگر، هنگامی که گیاهان در اراضی رها شده مستقر می‌شوند و توالی ثانویه پیشرفت می‌کند، به دلیل تنظیم طبیعی بهتر رواناب سطحی همراه با اصلاح طبیعی حاصل‌خیزی خاک و کیفیت بیشتر آب، فرسایش خاک و انتقال رسوبات کاهش نسبی نشان می‌دهند (Jose et al., 2007; Ghorbani-Dashtaki et al., 2009). این فرآیند به‌ویژه در مناطق کوهستانی و اراضی شیب‌دار مرتعی که تحت کشت بوده‌اند، بسیار مهم می‌باشد.

بنابراین، بررسی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک برای بهبود درک بشر از اثرات مدیریت و کاربری زمین بر مقدار رواناب و نفوذ و به طور کلی چرخه آبی طبیعت ضروری است. بهره‌برداری نامناسب از مراتع باعث وارد آمدن خساراتی چون فشردگی خاک، کاهش سرعت نفوذ آب به خاک و افزایش جریان سطحی حاصل از بارندگی و در نتیجه افزایش میزان فرسایش و هدررفت خاک می‌شود که باید در برنامه‌ریزی‌های کلان مد نظر قرار گیرد. به دیگر سخن، نفوذ آب به خاک و پارامترهای آن باید به عنوان یکی از شاخص‌های بیان‌کننده‌ی کیفیت و در نتیجه احیای خاک در اراضی کشاورزی رها شده مورد استفاده قرار گیرد. اثر رهاسازی اراضی بر کیفیت و ویژگی‌های خاک بسته به شرایط اقلیمی و خاکی منطقه و نوع اکوسیستم ممکن است مثبت یا منفی باشد. در شرایط مطلوب آب و هوایی که پوشش گیاهی حفظ می‌شود، با گذشت زمان ممکن است وضعیت خاک از نظر تجمع مواد آلی، افزایش فعالیت گیاهی و جانوری، بهبود ساختمان خاک، افزایش نفوذپذیری و در نتیجه کاهش پتانسیل فرسایش‌پذیری بهبود یابد. همچنین

شده بود به روش تک استوانه‌ای (قطر ۳۰ سانتی‌متر) اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که میانگین نفوذ جمعی آب به خاک در کاربری مرتع بیشتر از مقدار آن در مراتع تخریب شده بود. به نظر می‌رسد عملیات شخم و شیار انجام شده و در نتیجه تخریب مرتع، یکی از دلایل کاهش نفوذ آب به خاک در مراتع تخریب شده نسبت به مراتع حفاظت شده باشد. زیرا در اثر عملیات شخم و شیار، ماده آلی خاک برای تجزیه میکروبی سهل‌الوصول‌تر شده و در نتیجه ساختمان خاک تخریب و همچنین سخت لایه‌ای با نفوذپذیری کم در خاک رخ ایجاد می‌گردد. میانگین هدایت آبی اشباع ( $K_{fs}$ ) در مرتع (۰/۱۱۲ سانتی‌متر در دقیقه) بیشتر از میانگین هدایت آبی اشباع در مرتع تخریب شده (۰/۱۰۰ سانتی‌متر در دقیقه) بود. مقایسه میانگین هدایت آبی اشباع در این دو کاربری بیانگر اثر منفی فعالیت‌های بشر بر یکی از شاخص‌های کیفیت خاک است (قربانی دشتکی و همکاران، ۱۳۸۹).

پژوهش Shukla و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد تغییر کاربری زمین روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیرگذار است و ظرفیت نفوذ تحت تأثیر ساختمان خاک و کاربری زمین است. مطالعه Cameron و همکاران (۱۹۸۱)، نیز نشان داد که تغییر کاربری زمین از پوشش طبیعی یا نیمه‌طبیعی به شخم دائمی و چراگاه روی جرم ویژه ظاهری، تخلخل، نفوذ، ذخیره آب، ویژگی‌های انتقال آب و رواناب تاثیرگذار است. Zimmermann و همکاران (۲۰۰۶) طی پژوهشی در کاربری‌های جنگل، مرتع مشجر و مرتع بیان کردند هرچه از طرف مرتع به طرف جنگل می‌رویم نفوذپذیری خاک و هدایت هیدرولیکی اشباع در سطح و عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک افزایش می‌یابد. Wahren و همکاران بیان کردند که هدایت هیدرولیکی اشباع و ظرفیت زراعی در مناطق جنگلی بین دو تا چهار برابر بیشتر از اراضی زراعی است. Mohanty و همکاران (۱۹۹۶) تغییرات زیاد هدایت هیدرولیکی نزدیک

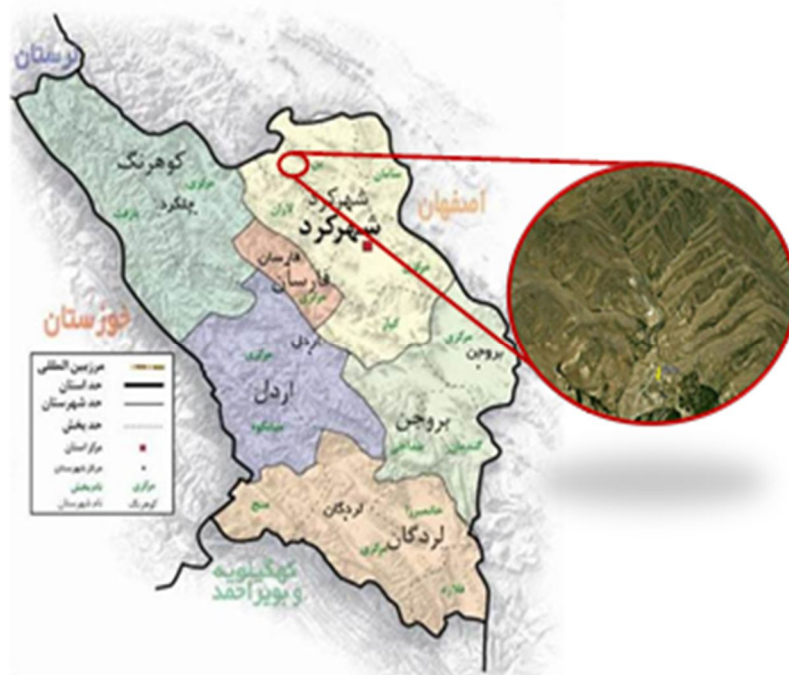
۹/۹۱ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه شامل ۳ تیپ عمده گیاهی شامل (*adscendense Astragalus*)، (*Agropyron repense*)، (*Astragalus adscendense*)، (*Broumus tomentelus*) و (*Agropyron repense*) است.

در منطقه مطالعاتی در فواصل نزدیک به هم و با مواد مادری، شیب و توپوگرافی تقریباً مشابه، ۵ نوع کاربری متفاوت اراضی، شامل اراضی کشاورزی با سابقه کشت و کار نسبتاً طولانی (حداقل ۴۰ سال)، مراتع دائمی (که هرگز تحت کشت نبوده‌اند)، اراضی کشاورزی که از ۳ تا ۵ سال پیش تاکنون رها شده‌اند، اراضی کشاورزی که از ۱۰ تا ۱۵ سال پیش تاکنون رها شده‌اند و اراضی کشاورزی که بیش از ۲۵ سال پیش تاکنون رها شده‌اند، انتخاب و تفکیک گردید. از هر تیمار ۶ تکرار از عمق ۲۵-۰ سانتیمتر و در مجموع ۳۰ نمونه با دستگاه اگر برداشت شد.

بررسی منابع نشان می‌دهد مطالعات زیادی پیرامون اثر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های مختلف خاک صورت گرفته است اما کمتر به اثرات رهاسازی اراضی بر پارامترهای نفوذ آب به خاک توجه شده است. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی تاثیر رهاسازی اراضی کشاورزی بر پارامترهای نفوذ آب به خاک در مراتع نیمه استپی کرسنک از توابع استان چهارمحال و بختیاری بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مراتع مناطق نیمه استپی کرسنک با ارتفاع متوسط ۲۵۷۴ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی ۵۶۰ میلی‌متر در سال و مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۳ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۲۷ دقیقه و ۳۵ ثانیه طول شرقی انجام گرفت. اقلیم منطقه خشک و نیمه خشک و میانگین درجه حرارت سالانه آن



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه، در مراتع نیمه استپی کرسنک استان چهارمحال و بختیاری

پذیرفت. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون *LSD* در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین پارامترهای نفوذ آب به خاک در کاربری‌های مختلف به ترتیب در جدول-های ۱ و ۲ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر کاربری در سطح ۰/۰۱ بر پارامترهای نفوذ آب به خاک معنی‌دار است. جدول ۲ تاثیر چگونگی تغییر در پارامترهای نفوذ آب به خاک را طی رهاسازی اراضی کشاورزی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این جدول دیده می‌شود عکس طول درشت موئینگی در کاربری کشاورزی به‌طور معنی‌داری بیش از مرتع بوده و در تیمار رهاسازی بالای ۲۵ سال مقدار آن به تیمار مرتع نزدیک شده است. با افزایش عکس طول درشت موئینگی، سهم نیروی کاپیلاری در جریان کاهش و سهم نیروی ثقل افزایش می‌یابد (Radcliffe and Šimůnek, 2010). یکی از دلایل این تغییر، تغییر در جرم ویژه ظاهری خاک است به گونه‌ای که با افزایش جرم ویژه ظاهری خاک در اثر خاک‌ورزی، عکس طول درشت موئینگی افزایش می‌یابد. مقدار ضریب جذب خاک در تیمار زمین کشاورزی، حداقل و با افزایش زمان رهاسازی روندی افزایشی داشت به طوری که طی رهاسازی اراضی و افزایش مدت زمان آن به میزان اولیه خود (مرتع) نزدیک شد. با توجه به اینکه شرایط رطوبتی اندازه‌گیری این پارامتر در تمامی تیمارها تقریباً یکسان بود، دلیل تغییر در این پارامتر را می‌توان به تغییر در دیگر ویژگی‌های موثر بر ضریب جذب از قبیل فراوانی نسبی ذرات، ساختمان و ماده آلی خاک نسبت داد. روند تغییر در پارامتر عکس طول درشت موئینگی و نتایج ارایه شده در جدول ۳ نیز موید این نکته می‌باشد. جدول ۲ اختلاف معنی‌دار هدایت آبی اشباع خاک بین تیمارهای مذکور را نشان می‌دهد. بر پایه این نتایج می‌توان گفت مدت زمان احیای هدایت آبی اشباع خاک بیش از ۲۵ سال بوده است.

در هر نقطه نفوذ آب به خاک با استفاده از نفوذسنج مکشی اندازه‌گیری شد. پارامترهای نفوذ آب به خاک شامل هدایت آبی اشباع ( $K_{fs}$ ) و عکس طول درشت موئینگی ( $\alpha$ )، با استفاده از روابط زیر تعیین گردید (Hussen and Warrick., 1995).

$$\alpha_{x,y} = \frac{\ln(q_x/q_y)}{(\Psi_x - \Psi_y)} \quad (1)$$

$$K_{fs} = \frac{G_d \alpha_{x,y} q_x}{r(1 + G_d \alpha_{x,y} \pi r)(q_x/q_y)^p} \quad (2)$$

در این روابط  $q$  شدت نفوذ شبه پایدار،  $\gamma$  و  $x$  مکش-های اعمال شده،  $r$  شعاع دیسک،  $\psi$  پتانسیل ایجاد شده در دستگاه،  $G_d = 0/25$  می‌باشد. پارامتر ضریب جذب ( $S$ ) نیز با استفاده از معادله فیلیپ محاسبه شد (Philip et al., 1957).

$$I = S t^{1/2} + k_s t \quad (3)$$

که در آن  $I$  نفوذ تجمعی،  $S$  ضریب جذب و  $t$  زمان است.

فراوانی نسبی ذرات خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، جرم ویژه ظاهری به روش سیلندر (Blake and Hartge, 1986)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر (Kemper and Rosenau, 1986) اندازه‌گیری شد. برای جداسازی ذرات شن از خاکدانه‌ها بر روی هر الک از کالگون استفاده شد.

$$MWD = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (4)$$

که در آن  $x_i$  متوسط قطر یا اندازه خاکدانه‌ها در هر کلاس،  $w_i$  نسبت وزن خاکدانه‌ها روی هر الک به کل خاک است. کربن آلی خاک نیز به روش اکسیداسیون تر واکلی-بلاک (Nelson and Sommers, 1986) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها و تجزیه واریانس (*ANOVA*) بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار *SAS 9* انجام

با این وجود، هدایت آبی اشباع تیمار رهاسازی بالای ۲۵ سال با مرتع طبیعی اختلاف معنی داری داشت. Li و Shao (۲۰۰۶) نیز در پژوهش خود نشان دادند هدایت هیدرولیکی خاک پس از گذشت ۳ سال از زمان رهاسازی، کاهش و پس از گذشت ۱۴ سال از مدت زمان رهاسازی و با ظهور گیاهان چوبی، افزایش یافته است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) پارامترهای نفوذ آب به خاک در انواع مختلف کاربری اراضی

ویژگی	هدایت آبی اشباع (mm/h)	عکس طول درشت موینگی (1/m)	ضریب جذب (mm/h)
کاربری	۶۱**	۰/۱۲**	۲۸/۹**
خطا	۰/۲	۰/۰۳	۱۱/۶
C.V	۸/۴	۱۴/۲	۵/۹

\*\* معنی داری در سطح ۰/۰۱

هدایت هیدرولیکی اشباع بیشترین همبستگی را با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها دارد. با افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اثر رهاسازی اراضی، پایداری مسیرهای بین خاکدانه‌ای افزایش و در نتیجه هدایت هیدرولیکی اشباع نیز افزایش یافته است. همچنین افزایش ماده آلی خاک در اثر رهاسازی اراضی، بهبود ساختمان و تخلخل خاک را در پی داشت.

هدایت هیدرولیکی خاک برآیندی از چندین ویژگی فیزیکی خاک از قبیل جرم ویژه ظاهری، تخلخل و پایداری خاکدانه‌ها است (Li and Shao, 2006). البته ویژگی‌های دیگر خاک، مانند ماده آلی و فعالیت ریزجانداران که بر ویژگی‌های ذکر شده اثرگذار هستند، به صورت غیرمستقیم بر هدایت هیدرولیکی خاک اثر می‌گذارند. شکل ۲ نشان می‌دهد که هدایت

جدول ۲- پارامترهای نفوذ آب به خاک در انواع مختلف کاربری اراضی

P-Value	نوع کاربری					ویژگی
	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۳	۶/۰۹ <sup>b</sup>	۵/۰۶ <sup>c</sup>	۳/۹ <sup>c</sup>	۴/۳۸ <sup>c</sup>	۷/۳۸ <sup>a</sup>	هدایت آبی اشباع (mm/h)
۰/۰۰۰۱	۱/۲۱ <sup>b</sup>	۱/۲۷ <sup>b</sup>	۱/۳۸ <sup>ab</sup>	۱/۴۷ <sup>a</sup>	۰/۹۲ <sup>c</sup>	عکس طول درشت موینگی (1/m)
۰/۰۰۱	۷۲/۰۳ <sup>b</sup>	۶۲/۷۴ <sup>bc</sup>	۴۸/۰۲ <sup>c</sup>	۵۱/۸۹ <sup>c</sup>	۱۰۳/۰۳ <sup>a</sup>	ضریب جذب (mm/h)

نوع کاربری: ۱- مرتع، ۲- زمین کشاورزی، ۳- رهاسازی ۳ تا ۵ سال، ۴- رهاسازی ۱۰ تا ۱۵ سال، ۵- رهاسازی بالای ۲۵ سال میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ( $P \geq 0.05$ ) بین نوع کاربری‌ها

باشد. شخم مداوم در اراضی زراعی باعث کاهش میزان ماده‌ی آلی خاک می‌شود. اعتقاد بر این است که کاهش ماده‌ی آلی در اثر شخم در بلند مدت باعث کاهش سرعت نفوذ می‌شود (Kemper, 1993). این امر می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت مزوفون خاک (جانورانی هستند که اندازه‌ای بزرگتر از ۰/۲ و کوچکتر از ۴ میلی متر دارند)، کاهش منافذ زیستی یا کاهش پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه

همانطور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود تغییر کاربری مرتع به زمین کشاورزی باعث هدررفت ماده آلی خاک و رهاسازی اراضی باعث ترسیب کربن خاک شد. ماده آلی خاک به واسطه جرم ویژه پایین و توانایی‌اش در افزایش پایداری خاکدانه‌ها، باعث کاهش جرم ویژه ظاهری خاک، بالا رفتن تخلخل خاک و افزایش سرعت نفوذ آب به خاک می‌شود. جدول شماره ۲ مؤید مطالب فوق می‌-

ظاهری را به دنبال داشته است. در اثر فشردگی خاک، خاکدانه‌های درشت به یکدیگر نزدیکتر شده و منافذ درشت از بین رفتند. تخلخل خاک و به‌ویژه منافذ درشت خاک باعث تسریع نفوذ آب به درون خاک می‌شود. زهکشی آب در خاک، وابسته به این منافذ بوده و تهویه مطلوب خاک تحت تاثیر این دسته از منافذ قرار می‌گیرد، علاوه بر این در صورت کاهش منافذ بزرگ، نفوذ ریشه‌ها میسر نمی‌شود.

پژوهشی روی ویژگی‌های خاک در زمین‌های کشاورزی و مراتع دست‌نخورده در جنوب ترکیه که قبلاً به شکل مرتع بوده و به مدت ۱۲ سال است که از مرتع به زمین‌های کشاورزی تغییر کاربری داده شده‌اند صورت‌گرفت، نشان داد که مقدار ماده آلی خاک در زمین‌های کشاورزی به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت و جرم ویژه ظاهری به صورت معنی‌دار افزایش یافت و به دنبال افزایش جرم ویژه ظاهری و تخریب منافذ به‌وسیله عملیات کشاورزی تخلخل کل نیز کاهش یافت (Celik, 2005). Bormann و Klaassen بیان کردند که از جنگل به مرتع و از طرف مرتع به زمین زراعی جرم ویژه ظاهری افزایش می‌یابد و با افزایش جرم ویژه ظاهری هدایت هیدرولیکی کاهش می‌یابد. افزایش در جرم ویژه ظاهری می‌تواند دلالت بر یک محیط نامناسب برای رشد ریشه، کاهش تهویه و تغییرات نامطلوب در ایفای نقش آب‌شناسی باشد. اگرچه خاک‌ورزی ممکن است به‌طور موقت سبب سست شدن خاک سطحی شود لیکن خاک‌ورزی سنگین در درازمدت، به دلیل کاهش ماده آلی و ضعف ساختمان خاک، باعث افزایش جرم ویژه ظاهری خاک خواهد شد (Celik, 2005).

افزایش تخریب خاکدانه، پخشیدگی اجزای خاک و تشکیل سله در سطح باشد (Schwartz et al., 2003). در نتیجه‌ی رهاسازی اراضی کشاورزی و استقرار مجدد پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی، ورود سالیانه‌ی بقایای گیاهی به خاک به‌طور تدریجی افزایش داشته، بنابراین با افزایش ماده آلی در اثر رهاسازی اراضی، ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در منطقه مطالعاتی نیز بهبود یافته است. جدول ۳ نشان می‌دهد که میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها تابعی از میزان ماده آلی خاک است، شکل ۲ نیز نشان می‌دهد که هدایت هیدرولیکی خاک به میزان ماده آلی و ساختمان خاک بستگی دارد. در خاک‌های کشاورزی، به‌علت کمبود مواد آلی و فقدان پوشش گیاهی مناسب، ساختمان خاک از پایداری مناسب برخوردار نبوده و در مواقع آبیاری و بارندگی، به‌علت خیس شدن سریع، خاکدانه‌ها متلاشی شده و ذرات حاصل از خاکدانه‌های متلاشی شده موجب مسدود شدن منافذ خاک، کاهش نفوذپذیری، ایجاد رواناب سطحی و فرسایش می‌شود. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نشان دهنده شرایط کلی خاک است که تحت تاثیر مدیریت و کاربری اراضی نیز قرار دارد (Angers et al., 1993). هر چه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بالاتر باشد ظرفیت نفوذپذیری خاک و مقاومت آن به فرسایش بیشتر است (Stavi et al., 2010). در نتیجه‌ی رهاسازی اراضی کشاورزی و استقرار مجدد پوشش گیاهی، در منطقه مورد مطالعه تشکیل و بازیافت خاکدانه‌های درشت و پایداری خاکدانه‌ها افزایش یافت و در نتیجه بهبود پارامترهای نفوذ آب به خاک پس از رهاسازی اراضی کشاورزی در این مراتع دیده شد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد تبدیل زمین‌های بکر به زمین‌های کشاورزی فشردگی خاک و افزایش جرم ویژه

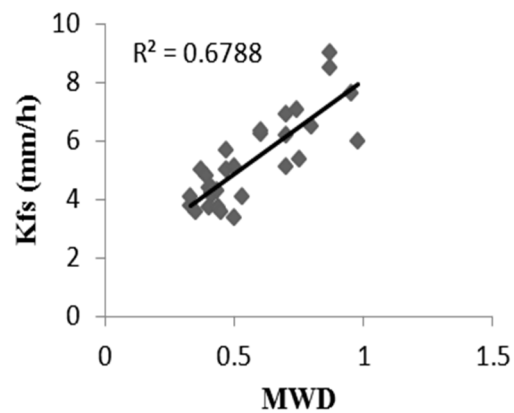
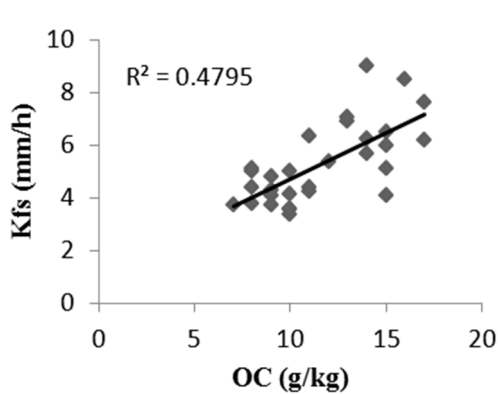
جدول ۳- خلاصه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف

P-Value	نوع کاربری					ویژگی
	۵	۴	۳	۲	۱	
<۰/۰۰۰۱	۲۰/۹ <sup>b</sup>	۱۸/۲ <sup>c</sup>	۱۵/۶ <sup>d</sup>	۱۴/۹ <sup>d</sup>	<sup>a</sup> ۲۳/۷	ماده آلی (g/kg)
<۰/۰۰۰۱	۰/۶ <sup>b</sup>	۰/۴۵ <sup>c</sup>	۰/۳۹ <sup>d</sup>	۰/۳۷ <sup>d</sup>	<sup>a</sup> ۰/۶۸	MWD (mm)
<۰/۰۰۰۱	۲۰/۱ <sup>a</sup>	۱۶/۶ <sup>b</sup>	۱۶/۵ <sup>b</sup>	۱۲/۱ <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> ۱۹	رس (%)
<۰/۰۰۰۱	۴۴/۵ <sup>c</sup>	۵۱/۵ <sup>b</sup>	۵۲/۳ <sup>ab</sup>	۵۵/۵ <sup>a</sup>	<sup>c</sup> ۴۵/۱	سیلت (%)
۰/۰۰۲	۳۵/۳ <sup>ab</sup>	۳۱/۸ <sup>ab</sup>	۳۱/۱ <sup>ab</sup>	۳۲/۳ <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> ۳۵/۸	شن (%)
<۰/۰۰۰۱	۱/۴۲ <sup>d</sup>	۱/۴۵ <sup>c</sup>	۱/۵۵ <sup>b</sup>	۱/۶۴ <sup>a</sup>	۱/۳۸ <sup>c</sup>	جرم ویژه ظاهری (g/cm <sup>3</sup> )
<۰/۰۰۰۱	۴۷/۰۸ <sup>b</sup>	۳۶/۰۴ <sup>c</sup>	۲۷/۶۹ <sup>d</sup>	۲۵/۸۴ <sup>d</sup>	۵۳/۷ <sup>a</sup>	خاکدانه‌های درشت (%)

نوع کاربری: ۱- مرتع، ۲- زمین کشاورزی، ۳- رهاسازی ۳ تا ۵ سال، ۴- رهاسازی ۱۰ تا ۱۵ سال، ۵- رهاسازی بالای ۲۵ سال  
 میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار ( $P \geq 0.05$ ) میان نوع کاربری‌هاست.

خاک نفوذپذیری در خاک‌های کشاورزی به صورت معنی‌دار نسبت به خاک‌های جنگل و ساوانا کاهش یافت (Giertz et al., 2005).

پژوهشی که پیرامون اثرات تغییر کاربری اراضی روی خصوصیات فیزیکی خاک در غرب آفریقا انجام شد نشان داد به علت کاهش ریزجانداران در اثر کاهش مواد آلی



شکل ۲- رابطه رگرسیونی هدایت هیدرولیکی با ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها



## نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی از مرتع به کشاورزی، باعث کاهش مواد آلی خاک و در نتیجه کاهش پایداری ساختمان خاک می شود. از دیگر سو، با به هم ریختن منافذ طبیعی موجود در خاک و از بین بردن پیوستگی این منافذ، باعث کاهش پارامترهای نفوذ آب به خاک در منطقه مطالعاتی شده است. در واقع میزان ماده آلی خاک در نتیجه مدیریت های مختلف با تخریب ساختمان خاک و از دست رفتن پایداری خاکدانه ها در ارتباط است. همچنین تبدیل منافذ درشت خاک به منافذ ریزتر در اثر کشت و کار، کاهش هدایت آبی اشباع و نفوذ آب به خاک را به دنبال داشت. بنابراین در صورت کشت و کار در اراضی مرتعی، به منظور افزایش تولید، پیشنهاد می گردد که تا حد امکان با مصرف کودهای آلی، از کاهش ذخیره کربن آلی و نیتروژن خاک و تخریب خاکدانه ها کاسته شود. همچنین در صورت تغییر کاربری اراضی، با جایگزین نمودن روش های خاک ورزی مرسوم با روش های کم خاک ورزی، از شدت آشفستگی خاک کاسته شود تا موجب حفظ ساختمان خاک گردد. همچنین شخم در جهت خلاف شیب، می تواند از فرسایش خاک و هدررفت ماده آلی در منطقه جلوگیری کند.

## فهرست منابع

- قربانی دشتکی، ش.، همایی، م. و مهدیان، م. ۱۳۸۹. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر تغییرات مکانی پارامترهای نفوذ آب به خاک. آبیاری و زهکشی ایران، ۴ (۲): ۲۰۶-۲۲۱.
- Angers, D.A., Bullock, M.S. and Mehuys, G.R. 1993. Aggregate stability to water. In: M.R. Carter (Ed), Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science. CRC Press, FL, USA. Pp: 821-831.
- Benjamin, J.G. 1993. Tillage effect on near surface soil hydraulic properties. Soil and Tillage Research, 26: 277-288.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk Density. In: A. Klute (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical properties. The American Society of agronomy, Madison. Wisconsin, Pp: 363-375.
- Bodhinayake, W. and Si, B.C. 2004. Near-saturated surface soil hydraulic properties under different land uses in the St Denis national wildlife area, Saskatchewan, Canada, Hydrological processes, 18: 2853-2850.
- Bonet, A. 2004. Secondary succession of semi-arid Mediterranean old-fields in south-eastern Spain: insights for conservation and restoration of degraded lands. Journal of Arid Environments, 56: 213-233.
- Bormann, H. and Klassen, K. 2008. Seasonal and land use dependent variability of soil hydrological properties of two northern German soils. Geoderma, 145: 295-302.
- Cameron, D.R. Shaykewich, C. deJong, E. Chanasyk, D. Green, M. and Read, D.W.L. 1981. Physical aspects of soil degradatoin In: agricultural land-our disappearing heritage-a symposium. Proceedings of the 18th annual Alberta Soil Science workshop, Pp: 186-225. Alberta Soil and Feed Testing Laboratory, Edmonton, Canada.
- Celik, I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland and of Turkey. Soil and Tillage Research, 83: 270-277.
- Cruz, L. 2004. Soil organic carbon and nitrogen distribution in a tropical watershed. M.S. thesis. University of Puerto Rico, Mayaguez, Agronomy and Soils Department, Mayaguez, Puerto Rico, USA, 80 p.
- Dunjo, G. Pardini G. and Gispert, M. 2003. Land use change effects on abandoned erraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain. Catena, 52: 23-37.
- Ebrahimi, S. Bahrami, H. Homae, M. and Malakouti, M.J. 2004. Effect of organic matter on reducing soil erodebility in agricultural land, Publication No. 404, Ministry of Jihad-e-Agriculture. Tehran, Iran.
- قربانی دشتکی، ش. و همایی، م. ۱۳۸۶. برآورد پارامترهای برخی مدل های نفوذ آب به خاک با استفاده از توابع انتقالی. آبیاری و زهکشی ایران، ۱ (۱): ۲۱-۳۹.
- قربانی دشتکی، ش.، همایی، م. و مهدیان، م. ۱۳۸۶. کارایی برخی مدل های نفوذ آب به خاک در مناطق پدوژنیک مختلف ایران. علوم کشاورزی، ۱۳ (۱): ۷۹-۹۶.
- قربانی دشتکی، ش.، همایی، م. و مهدیان، م. ۱۳۸۸. برآورد پارامترهای نفوذ آب به خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. آب و خاک، ۲۳ (۱): ۱۸۵-۱۹۸.

- Miller, J.J. Sweetland, N.J. Larnry, F.J. and Volkmar, K.M. 1998. Unsaturated hydraulic conductivity of conventional and conservation tillage soil in southern Alberta. *Canadian Journal Soil Science*, 78: 643-648.
- Mohanty, B.P. Horton, R. Ankeny, M.D. 1996. Infiltration and macroporosity under a row crop agricultural field in a glacial till soil. *Soil Science*, 161: 205-213.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.P. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp: 539-579. In: Buxton, D.R., (Ed.), *Method of Soil Analysis, Part 2. Chemical Methods*, Agronomy Handbook No 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Philip, J.R. 1957. The theory of infiltration. The infiltration equation and its solution. *Soil Science*, 83: 345-357.
- Prieksat, M.A. Kaspar, T.C. Ankeny, M.D. 1994. Positional and temporal change in ponded infiltration in a corn field. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 181-184.
- Radcliffe, D.E. and Šimůnek, J. 2010. *Soil physics with hydrus modeling and applications*. CRC Press Taylor and Francis Group.
- Schwartz, R.C. Evett, S.R. and Unger, P.W. 2000. Soil hydraulic properties of cropland compared with reestablished and native grassland. *Geoderma*, 116: 47-60.
- Shukla, M.K. Lal, R. Owens, L.B. and Unkefer, P. 2003. Land use and management impact on structure and infiltration characteristics of soil in North Appalachian region of Ohio. *Soil Science*, 168: 167-177.
- Stavi, I. Ungar, E.D. Lavee, H. and Sarah, P. 2010. Variability of soil aggregation in a hilly semi-arid rangeland. *Journal of Arid Environments*, 74: 946-953.
- Wahren, A. Ferger, K.H. Shwärzel, K. and Münch, A. 2009. Land use effects on flood generation-considering soil hydraulic measurements in modeling. *Advances in Geosciences*, 7: 1-9.
- Zhou, X. Lin H.S. and White, E.A. 2008. Surface soil hydraulic properties in four soil series under different land use and their temporal changes. *Catena*, 73: 180-188.
- Zimmermann, B. Elsenbeer, H. and de Moraes, J.M. 2006. The influence of land-use changes on soil hydraulic properties: Implication for runoff generation. *Forest Ecology and Management*, 222: 29-38.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle Size Analysis. In: A. Klute (Ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical properties*, The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, Pp: 383-411.
- Ghorbani-Dashtaki, S., M. Homae, M.H. Mahdian. 2009. Site Dependence performance of Infiltration Models. *Water Resources Management*. 23:2777-2790.
- Giertz, S. Junge, B. and Diekkruger, B. 2005. Assessing the effects of land use change on soil physical properties and hydrological processes in the sub-humid tropical environment of West Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30: 485-496.
- Heddadj, D. and Gascuel-Odoux, C. 1999. Topographic and seasonal variation of unsaturated hydraulic conductivity as measured by tension disc infiltrometer at the field scale. *Soil Science*, 50: 275-283.
- Hussen, A.A. and Warrick, A.W. 1995. Tension infiltrometers for the measurement of vadose zone hydraulic properties. Pp. 189-201. In: Wilson, L.G., L.G. Evett, and S.J. Cullen (Eds.), *Handbook of Vadose Zone characterization and Monitoring*, Lewis publ. Boca Raton, FL, USA.
- Jones, O.R. Hauser, V.I. and Popham T.W. 1994. No-tillage effect on infiltration, runoff, and water conservation on dryland. *Trans, ASAE*, 37: 473-479.
- Jose, M. Benayas, R. Martins, A. Jose, M. Schulz, N.J. and Schulz, J.J. 2007. Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2: 1-14.
- Kemper, D.W. and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and aggregate and aggregate size distribution. In: Klute A. (Ed.). *Methods of soil analysis. Part 1. Physical properties*. The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, Pp: 425-442.
- Kemper, W.D. 1993. Effects of soil properties on precipitation use efficiency. *Irrigation Science*, 14: 65-73.
- Li, Y.Y. and Shao, M.A. 2006. Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the Loess Plateau of China. *Journal of Arid Environments*, 64: 77-96.



## Effect of land abandonment on variation of soil water infiltration parameters

Amir Masoud Ghaiumi Mohamadi<sup>1</sup>, Shoja Ghorbani Dashtaki<sup>2\*</sup>, Faez Raiesi<sup>3</sup> and Pezhman Tahmasbi<sup>4</sup>

- 1) M.Sc. student, Department of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran  
2\*) Assistant Professor, Department of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran  
Corresponding author email: [shoja2002@yahoo.com](mailto:shoja2002@yahoo.com)  
3) Professor, Department of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran  
4) Assistant Professor, Department of Watershed, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: 07-12-2012      Accepted: 20-05-2013

### Abstract

Infiltration parameters are the most important indicators of soil quality. Soil water infiltration is one of the key properties for designing irrigation systems, hydrological studies, water resources management, drainage projects and soil conservation practices in watershed scale. The objective of this study was to investigate the effect of land abandonment on infiltration parameters in semi-stepped rangelands located in Karsanak, Chahar Mahal va Bakhtiari province, Iran. For this purpose, five types of land uses including pasture, agriculture, 3-5, 10-15 and 25 years-long abandonment were selected and the infiltrated water was measured in six replicates by tension infiltrometer apparatus. The results indicated that land use changing led to reduce soil organic matters, soil aggregate stability, soil pores connectivity and to disarranging soil natural pores. Consequently, the negative and significant effect of land use changing on parameters of water infiltration was deduced. Average saturated hydraulic conductivity in pastures (7.4 mm/h) was almost twice of that for agricultural land use (4.4 mm/h). In addition, the sorptivity experienced 30 percent reductions in agricultural lands compared to pastures. However, because of the land abandonment *i.e.* restoration of vegetation and macro aggregate formation and increasing aggregates stability, the infiltration process was improved such that saturated hydraulic conductivity of the 25 years-long abandonment improved from 4.38 to 6.09 mm/h.

**Keywords:** hydraulic conductivity; infiltration; soil moisture pattern; wetting front