نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 6، بهمن – اسفند 1395، ص. 2031-2019

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 6, Jan.-Feb. 2017, p. 2019-2031

نفوذپذیری خاک و عوامل مؤثر بر آن در کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز تهم‌چای، زنجان

علی رضا واعظی[1*]- محمد عباسی[2]- جلال حیدری[3]

تاریخ دریافت: 1394/05/25
تاریخ پذیرش: 1395/03/30

چکیده

نوع بهره‌برداری از زمین می‌تواند خصوصیات کیفی خاک را به‌ویژه از نظر هیدرولیکی دست‌خوش تغییر نماید. با توجه به تنوع کاربری زمین در نواحی نیمه‌خشک کشور، این پژوهش به‌منظور بررسی خصوصیات هیدرولیکی کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز تهم‌چای واقع در منطقه نیمه‌خشک شمال‌غرب زنجان انجام گرفت. با توجه به سطح تحت پوشش کاربری‌ها، مجموعاً 20 نقطه شامل 10 نقطه در کاربری مرتع، هفت نقطه در کاربری کشت دیم و سه نقطه در کاربری کشت آبی انتخاب شد. نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه مضاعف در سه تکرار در هر نقطه تعیین شد. همچنین در نمونه‌های خاک هر کاربری، توزیع اندازه ذرات، رطوبت اشباع، جرم مخصوص ظاهری، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها اندازه گرفته شدند. الگوی نفوذپذیری خاک در کاربری‌های مختلف بسیار متفاوت بود و تفاوتی معنی‌دار بین کاربری‌های زمین از نظر میزان نفوذپذیری خاک وجود داشت ($p<0/01$). مراتع کم‌ترین میزان نفوذپذیری خاک (1/73 سانتی‌متر بر ساعت) را نشان دادند به‌طوری که میانگین نفوذ در آن‌ها نسبت به کاربری‌های کشت آبی و دیم به ترتیب 86 و 66 درصد کم‌تر بود. چرای بی‌رویه عامل اصلی تراکم خاک و کاهش نفوذپذیری در مراتع بود. همبستگی مثبت بین نفوذپذیری و میانگین وزنی قطر خاکدانه در سطح حوضه وجود داشت ($p<0/05$ و $r=0/53$) در حالی‌که جرم مخصوص ظاهری همبستگی منفی با نفوذپذیری خاک نشان داد ($p<0/01$ و $r=-0/74$). با توجه به این که کاربری‌های مرتع عمدتاً در شیب‌های بالا قرار گرفته‌اند، توان ذاتی بالایی از نظر تولید رواناب و فرسایش خاک در سطح حوضه دارند. از این رو نگهداری پوشش گیاهی این مراتع از طریق جلوگیری از چرای بی‌رویه و افزایش بقایای گیاهی می‌تواند در کاهش تراکم خاک و در نتیجه بهبود خصوصیات هیدرولیکی خاک مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، خصوصیات هیدرولیکی خاک، کشت آبی، کشت دیم، مرتع

مقدمه

کاربری زمین عبارت از نوع و چگونگی بهره‌برداری از زمین در وضعیت موجود آن است که در قالب یکی از کاربری‌ها شامل جنگل، مرتع، چمنزار، زراعت، باغ، مسکونی، صنعت و معدن نمود پیدا می‌کند. نوع بهره‌برداری از زمین به عنوان یکی از اقدامات انسان، می‌تواند بر کیفیت خاک و آب و در نهایت بر زیست بوم مؤثر باشد. مدیریت و استفاده از زمین مانند مرتع، کشاورزی و جنگل اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های خاک دارد (33). تغییر کاربری زمین یکی از تغییرات آشکار زمین‌منظر در بسیاری از مناطق جهان است. این کار در کنار تغییرات آب و هوایی، نقشی مهم بر بیلان آب در حوزه‌های آبخیز دارد (8). تغییر کاربری زمین در بسیاری از زیست‌بوم‌ها یکی از عوامل مؤثر و غالب بر تغییر تنوع زیستی و عملکرد زیست‌بوم‌های طبیعی است (34). در اثر عدم توجه به قابلیت و تناسب کاربری زمین، بیشتر اراضی به صورت نامناسب و نامعقول استفاده می‌شوند که این استفاده نادرست، ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مانند نفوذ آب به خاک را دچار تحلیل کرده و رواناب، فرسایش و تولید رسوب حوضه‌های آبخیز را افزایش می‌دهد (33). تغییر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، مدیریت منابع آب و طراحی سازه‌های آبی در حوزه‌های آبخیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (17). در بسیاری از تحقیقات پیشین به نقش تغییر کاربری زمین از دیدگاه تغییر نوع و تراکم پوشش گیاهی حوزه آبخیز و تأثیر آن بر شدت جریان آب رودخانه پرداخته شده است (14، 31 و 40). به هر حال یکی از پیامدهای مهم تغییر کاربری زمین، تغییر ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیکی خاک است.

نفوذ آب به خاک یکی از مهم‌ترین اجزای چرخه‌ی آب در طبیعت است. این ویژگی خاک به عنوان مهم‌ترین ویژگی هیدرولیکی خاک بوده و بیانگر توانایی خاک در انتقال آب به صورت عمودی در نیمرخ خاک است. نفوذ آب به خاک و هدایت هیدرولیکی در کنار عوامل متعددی مانند بافت، میزان سنگ‌ریزه، ریشه گیاه، مواد آلی، میزان لاشبرگ سطحی، رطوبت اولیه، نسبت جذب سدیم، جرم

1، 2 و 3- به ترتیب دانشیار و دانشجویان دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: vaezi.alireza@znu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jsw.v30i6.48472

مخصوص ظاهری و دمای خاک، به کاربری و مدیریت زمین بستگی دارد (43). تغییر کاربری مرتع به زراعت رایج‌ترین شکل تغییر کاربری زمین در دنیا و نیز در ایران است. اگرچه تغییر کاربری مرتع به زراعت اغلب موجب تهدید منابع طبیعی و تخریب خاک است، اما این موضوع به نوع و شرایط مرتع نیز بستگی دارد (27). نتایج تحقیقات در مناطق مختلف دنیا نشان می‌دهد که تغییر کاربری زیست‌بوم‌های طبیعی به مناطق مدیریت شده، اثرات زیان‌باری بر خصوصیات خاک دارد. قطع یکسره درختان جنگل و تبدیل مراتع به کشاورزی باعث تخریب یا اخلال در زیست‌بوم‌های طبیعی و کاهش ظرفیت تولید خاک می‌گردد. این امر می‌تواند به دلیل فرسایش، کاهش حاصل‌خیزی، تغییر در رطوبت خاک، شور شدن خاک و یا تغییر در رستنی‌ها و جانوران خاک باشد (7). در چهار قرن گذشته حدود 30 درصد از اراضی جنگلی و مرتعی، به زمین کشاورزی تبدیل شده‌اند که این موضوع سبب هدررفت بیش‌تر کربن آلی و تولید دی‌اکسید کربن و انتشار آن به اتمسفر شده است (13). تغییر کاربری مراتع به کشتزار از گسترده‌ترین نوع تغییرکاربری در کشور بوده و از عوامل اصلی تخریب خاک در مراتع است.

نقش کاربری‌های مختلف از نظر هیدرولوژیکی در سطح آبخیز اغلب در پژوهش‌هایی که در قالب تغییر کاربری زمین استوار بوده‌اند، انجام گرفته است. این موضوع در اراضی مرتعی یا جنگلی تغییریافته به کشاورزی بیش‌تر مورد توجه پژوهشگران در سراسر دنیا قرار گرفته است. در پژوهشی کامرون و همکاران (6) نشان دادند که تغییر کاربری زمین از پوشش طبیعی یا نیمه‌طبیعی به شخم دائمی و چراگاه، بر جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، نفوذپذیری، ذخیره آب، ویژگی‌های انتقال آب و رواناب تأثیرگذار است. قربانی دشتکی و همکاران (18) با بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر ویژگی‌های نفوذ آب به خاک به این نتیجه رسیدند که میانگین نفوذ تجمعی آب به خاک و هدایت آبی اشباع در مرتع طبیعی بیش‌تر از مقدار آن در مرتع تخریب شده بود، که دلیل آن عملیات شخم و شیار در مرتع تخریب شده بود. مطالعات سلیک (7) روی اثرات تغییر کاربری در اراضی کوهستانی مدیترانه نشان داد که تبدیل اراضی طبیعی به اراضی زراعی، اثرات زیان‌بار جدی بر خصوصیات خاک داشته و منجر به کاهش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی و مواد آلی خاک گردید. در اثر این کار میزان حساسیت به فرسایش در اراضی کشاورزی به ترتیب 2/4 و 2 برابر بیش‌تر از اراضی جنگلی و مرتعی شد. بررسی‌های یوسفی‌فرد و همکاران (42) در زمین مرتعی تبدیل شده به کشت با استفاده از شبیه‌ساز باران نشان داد که تغییر پوشش مرتعی و تبدیل آن به زمین بایر منجر به هدررفت بیش‌تر ذرات سیلت و رس از خاک و افزایش حساسیت خاک به فرسایش می‌گردد. یمیر و همکاران (41) تأثیر انواع مختلف کاربری زمین بر ظرفیت نفوذ آب به خاک در حوزه آبخیزی در اتیوپی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در اراضی زراعی در مقایسه با اراضی جنگلی درصد رطوبت و ظرفیت نفوذ آب به خاک به ترتیب 70 و 45 درصد کم‌تر، اما جرم مخصوص ظاهری خاک در اراضی زراعی در مقایسه با اراضی جنگلی 13 الی 20 درصد بزرگ‌تر بود. خرمالی و نبی‌اللهی (23) با بررسی تأثیر تغییر کاربری بر خصوصیات خاک‌های مالی‌سول در کردستان نشان دادند که تغییر کاربری اثراتی سوء بر محتوای ماده آلی و ظرفیت تبادلی کاتیونی خاک می‌گذارد. دنر و همکاران (9) اثر تغییر کاربری زمین را بر ویژگی‌های وابسته به ساختمان خاک در یک خاک اندی‌سول در ژاپن مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییر در نوع استفاده از زمین از جنگل به مرتع، خاک را در معرض تنش‌های آبی و مکانیکی قرار داده و باعث تغییر رفتار دینامیکی خاک شده است. همچنین نتایج نشان‌دهنده حساسیت زیاد جرم مخصوص ظاهری، توزیع اندازه منافذ و هدایت هیدرولیکی به تغییر کاربری اراضی بود. در پژوهشی نریس و همکاران (30) به مطالعه تأثیر پوشش گیاهی و کاربری زمین بر ویژگی‌های خاک و نفوذ آب به خاک در خاک‌های اندی‌سول در اسپانیا پرداختند. این محققین گزارش کردند که خصوصیات اصلی خاک تحت تأثیر کاربری زمین قرار می‌گیرد به‌طوری‌که پایداری خاکدانه‌ها، ماده آلی و نفوذ آب به خاک در اراضی زراعی نسبت به اراضی جنگلی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت. بررسی‌های بای و همکاران (1) در مناطق ماندابی ساحلی تبدیل شده به کشت در چین نشان داد که در اثر تغییر کاربری مقدار جرم مخصوص ظاهری و شوری خاک افزایش و در مقابل مقدار ماده آلی و رطوبت خاک کاهش یافت.

با جمع‌بندی مطالب فوق، می‌توان نتیجه گرفت نوع بهره‌برداری از زمین یکی از عوامل مهم در تغییر خصوصیات خاک به ویژه از نظر فیزیکی و هیدرولوژیکی می‌باشد. پوشش گیاهی زمین یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده خصوصیات خاک بوده که تحت تأثیر مدیریت زمین قرار دارد. بررسی این موضوع در نواحی نیمه‌خشک که تراکم پوشش گیاهی اغلب کم می‌باشد، حائز اهمیت است. این نواحی حدود 39 درصد از سطح کشور را شامل می‌شوند (37). حوزه‌های آبخیز با پوشش مرتعی اغلب در این مناطق واقع شده است و کاهش نفوذپذیری خاک در کاربری‌های مختلف، عامل اساسی تولید رواناب و هدررفت خاک در آن‌ها می‌باشد (38). آگاهی از خصوصیات هیدرولوژیکی خاک در کاربری‌های مختلف (مرتع، کشت دیم و کشت آبی) می‌تواند از شدت تغییرات کاربری یا مدیریت نادرست در آن‌ها (چرای بی‌رویه و ...) در آینده جلوگیری نماید. از این رو این پژوهش به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیکی خاک در کاربری‌های مختلف زمین و روابط بین آن‌ها در یکی از حوزه‌های آبخیز کشور واقع در منطقه نیمه‌خشک انجام گرفت.

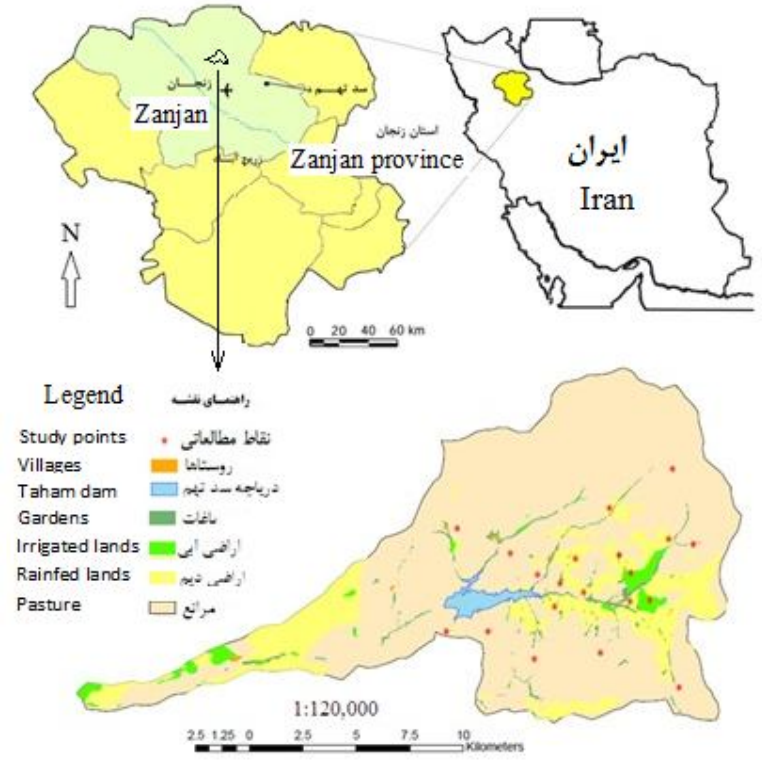
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز تهم‌چای واقع در فاصله 10 کیلومتری شمال‌غرب شهرستان زنجان بود که در 48 درجه و 17 دقیقه تا 48 درجه و 37 دقیقه طول شرقی و 36 درجه و 46 دقیقه تا 36 درجه و 53 دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت حوزه آبخیز حدود 22816 هکتار با پوشش گیاهی ضعیف (15-10 درصد) بوده که غالباً تحت چرای شدید دام قرار دارد. از گونه‌های مهم گیاهی می‌توان چگن، کاکوتی، تپاله گون، چای کوهی، خاک‌شیر، گلایل، ورک، خارشتر، لاله، شنگ و استیپا را نام برد. در سطح حوزه آبخیز، کاربری‌های مختلف (مرتع، کت دیم و کشت آبی) قابل مشاهده است. نتایج حاصل از تهیه نقشه کاربری زمین نشان می‌دهد که حدود 14142 هکتار معادل 61/9 درصد از سطح حوزه آبخیز دارای کاربری مرتع، حدود 7463 هکتار معادل 32/7 درصد کاربری کشت دیم یا اراضی رها شده و حدود 1211 هکتار معادل 5/4 درصد از سطح حوزه آبخیز دارای کاربری کشت آبی می‌باشد (36) (شکل 1). استخراج نقشه درصد شیب حوزه آبخیز با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS نسخه 9/3 نشان داد که تغییرات زیادی از نظر درصد شیب در سطح منطقه وجود دارد. شیب‌های بین 20 تا 40 درصد بیش‌ترین وسعت را در سطح حوزه آبخیز (حدود 36 درصد) در برگرفته‌اند. شیب‌های کم‌تر از 10 درصد، 10 تا 20 درصد و بالاتر از 40 درصد نیز به ترتیب حدود 28 درصد، 11 درصد و 24 درصد سطح حوزه آبخیز را شامل می‌شوند (شکل 2). مطالعه همزمان نقشه شیب و کاربری حوزه آبخیز نشان می‌دهد که پراکنش مراتع عموماً در شیب‌های بالا (بیش‌تر از 20 درصد) می‌باشد در حالی‌که کشت‌های دیم غالباً در شیب‌های بین 10 تا 20 درصد و کشت‌های آبی عمدتاً در شیب‌های کم‌تر از 10 درصد قرار گرفته‌اند.

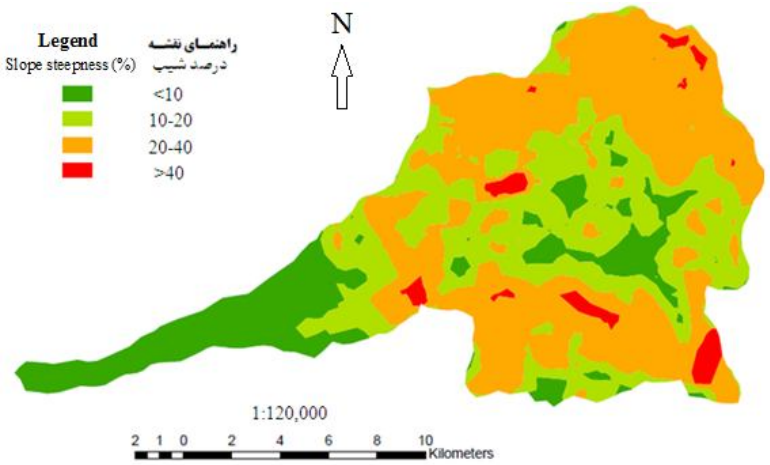
اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک کاربری‌ها

برای تعیین ویژگی‌های هیدرولوژیکی خاک (نفوذپذیری) در کنار خصوصیات فیزیکی (توزیع اندازه ذرات، رطوبت اشباع، پایداری خاکدانه و جرم مخصوص ظاهری) و شیمیایی خاک (محتوای ماده آلی و آهک) در کاربری‌های حوزه آبخیز، پس از در نظر گرفتن درصد سطح پوشش هر کاربری (مرتع، زراعت دیم و زراعت آبی)، تعداد 20 نقطه در سطح حوزه آبخیز انتخاب گردید.



شکل 1- نقشه کاربری زمین و موقعیت نقاط مطالعاتی در حوزه آبخیز تهم‌چای

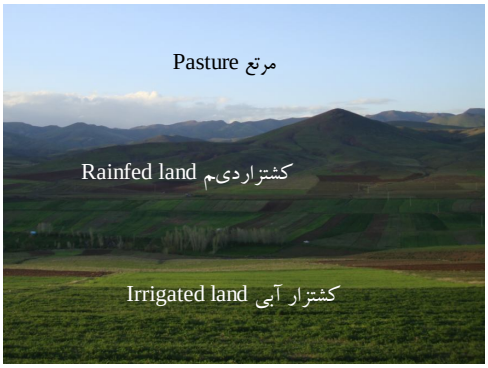
Figure 1- Land use map and the location of study points in the TahamChai catchment



شکل 2- نقشه درصد شیب زمین در حوزه آبخیز تهم‌چای

Figure 2- Slope steepness map of the Taham Chai catchment

مکان‌های مورد مطالعه شامل 10 نقطه در کاربری مرتع، هفت نقطه در کاربری کشت دیم و سه نقطه در کاربری کشت آبی بود. شکل 3 نمایی از سه کاربری موجود در حوزه آبخیز جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهد. برای تعیین میزان نفوذپذیری خاک در کاربری‌های مختلف، آزمایش نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه مضاعف به روش بار افتان (20)، با سه تکرار در هر نقطه طی تابستان انجام گرفت (شکل 4). محدودیت‌هایی از نظر تعداد نقاط مطالعاتی با توجه به هزینه بالا و زمان‌بر بودن اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک وجود داشت. با این وجود سعی گردید نقاط انتخابی به عنوان نقاط معرف هر کاربری در سطح حوزه آبخیز باشند تا شناختی درست از وضعیت هیدرولوژیکی خاک هر کاربری حاصل گردد. موقعیت نقاط مورد مطالعه در شکل 1 مشخص شده است. از آنجا که لایه سطحی خاک مستعدترین و حساس‌ترین بخش خاک می‌باشد که تحت تأثیر نوع بهره‌برداری از زمین قرار دارد، جرم مخصوص ظاهری خاک در پیرامون نقاط اندازه‌گیری نفوذ تعیین شد. برای این منظور نمونه خاک دست‌نخورده با استفاده از استوانه فلزی با قطر داخلی 5 سانتی‌متر و ارتفاع 4/9 سانتی‌متر از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر برداشت شد (2). برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها، نمونه‌هایی از خاکدانه‌های هر خاک با استفاده از الک‌های 6/5 و 8 میلی‌متر تهیه گردید. همچنین جهت مطالعه سایر خصوصیات خاک (توزیع اندازه ذرات، رطوبت اشباع، ماده آلی و آهک)، تعداد سه نمونه خاک دست‌خورده در سه تکرار از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر از هر نقطه مطالعاتی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. بدین ترتیب کل آزمایش‌های هیدرولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط به 20 نقطه با سه تکرار و در 60 نمونه انجام گرفت.



شکل 3- نمایی از سه کاربری زمین موجود در حوزه آبخیز تهم‌چای: مرتع، کشت دیم و کشت آبی

Figure 3- Various land uses in the Taham Chai catchment: pasture, rainfed and irrigated land

شکل 4- اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه مضاعف در کشت آبی
Figure 4- Measurement of soil infiltration rate using double rings in an irrigated land.

تعیین ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف

در نمونه‌های خاک هر کاربری، توزیع اندازه ذرات خاک (شن، سیلت و رس) به روش هیدرومتری (15)، رطوبت اشباع خاک به روش جرمی در نمونه گل اشباع، کربن آلی به روش والکلی– بلاک (28)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن کربنات‌های خاک با اسید کلریدریک و تیتراسیون برگشتی اسید اضافی با سود اندازه‌گیری شد (29). پایداری خاکدانه‌ها بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تربا استفاده از الک‌های به قطر 6/5، 4/75، 2، 1، 0/5 و 0/25 میلی‌متر از طریق رابطه شماره 1 تعیین شد (21):

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

که در آن: MWD میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر)، x_i متوسط قطر یا اندازه خاکدانه‌ها در هر کلاس (میلی‌متر)، w_i نسبت وزن خاکدانه‌ها روی هر الک به کل خاک است. با توجه به پایداری بسیار اندک خاکدانه‌ها در برابر آب، زمان آزمایش الک تر یک دقیقه در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های هیدرولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط به 20 مکان با سه تکرار با مجموع 60 داده بر اساس طرح کاملاً تصادفی مورد تحلیل قرار گرفتند. ابتدا تجزیه واریانس ویژگی‌های خاک انجام گرفت و با استفاده از روش مقایسه میانگین تفاوت کاربری‌ها از نظر هر یک از ویژگی‌های مورد بررسی تعیین شد. با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون، رابطه ویژگی‌های خاک و نفوذپذیری آن در کاربری‌های مختلف مشخص گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه 22 استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مورد مطالعه

بررسی ویژگی‌های خاک نشان داد که کاربری‌های مرتع دارای خاک با بافت حد واسط لوم و لوم رس شنی، آهکی (% 16/1) با مقدار ماده آلی اندک (% 1/35) بود. مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (MWD) با اندازه اولیه خاکدانه‌های مورد آزمایش (6 تا 8 میلی‌متر) بیانگر آن است که خاک مرتعی دارای خاکدانه‌ها ناپایدار و ضعیف در آب (1/12 میلی‌متر) می‌باشد (جدول 1). کشتزارهای دیم و کشتزارهای آبی در حوزه آبخیز نیز به ترتیب دارای خاک با بافت لوم شنی و لومی و آهکی بودند. مقدار ماده آلی خاک در کشتزارهای دیم و کشتزارهای آبی در مقایسه با کاربری‌های مرتعی به ترتیب 28 درصد (حاوی 1/89%) و 41 درصد (حاوی 2/31 %) بیش‌تر بود. مقادیر کم بارندگی در منطقه به ویژه در سال‌های اخیر یکی از عوامل اصلی در کاهش ماده آلی خاک در مراتع وکشتزارهای دیم بوده است. از سوی دیگر وجود شیب و در نتیجه کاهش فرصت نفوذ آب به خاک عامل کاهش ذخیره رطوبتی خاک و در نتیجه تضعیف رشد گونه‌های گیاهی در مراتع منطقه شده است. آبیاری‌های مکرر در کشت آبی و برگشت دائمی بقایای گیاهی از یک سو و هدررفت ناچیز آب و خاک از آن‌ها، عاملی برای افزایش محتوای ماده آلی خاک در آن‌ها می‌باشند. رئیسی (32) افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک را بر اثر تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی گزارش کرد. در واقع با تبدیل مراتع ضعیف به کشت‌های آبی، پوشش گیاهی تا حد امکان بهتر شده و در نتیجه مقدار ماده آلی خاک به تدریج افزایش می‌یابد. همچنین، فلاح‌زاده و حاج عباسی (12) در مطالعه خود در مناطق نیمه‌خشک مرکزی ایران افزایش مقدار ماده آلی خاک سطحی و زیر سطحی را بر اثر تبدیل اراضی بیابانی به کشاورزی گزارش کردند. جرم مخصوص ظاهری در کاربری مرتع به ترتیب 11 و 13 درصد بیش‌تر از کاربری کشت دیم و کشت آبی بود. صالحی و همکاران (34) در

بررسی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف نشان دادند که اراضی تحت کشت آبی دارای کم‌ترین مقدار جرم مخصوص ظاهری هستند در حالی که مراتع تخریب شده دارای بالاترین مقدار جرم مخصوص ظاهری بوده که این امر می‌تواند به علت کمبود ماده آلی در مراتع تخریب شده باشد. بیش‌ترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (2/55 میلی‌متر) در کاربری کشت آبی مشاهده شد به‌طوری‌که به ترتیب 33 و 56 درصد بیش‌تر از کشت دیم و مرتع بود. بررسی میزان نفوذپذیری خاک کاربری‌ها نشان داد که نفوذپذیری خاک در مراتع (1/73 سانتی‌متر بر ساعت) بسیار کم‌تر از کشت دیم (5/11 سانتی‌متر بر ساعت) و کشت آبی (12/6 سانتی‌متر بر ساعت) است. بر اساس تقسیم‌بندی خاک‌ها از نظر نفوذپذیری در روش دفتر حفاظت خاک آمریکا (35) بیان‌گر آن است که خاک مراتع در کلاس هیدرولوژیکی C (1/3 تا 3/8 سانتی‌متر بر ساعت) قرار دارد و این‌خاک‌ها رواناب نسبتاً زیادی تولید می‌کنند. اگرچه خاک‌های این گروه (C)، اغلب دارای بافت سنگین می‌باشند، خاک مراتع مورد بررسی دارای محتوای شن بالا (بیش‌تر از 50 درصد) و بافت نسبتاً سبک می‌باشد. از این رو پایین بودن نفوذپذیری خاک این کاربری‌ها نمی‌تواند ناشی از خصوصیات ذاتی خاک از جمله توزیع اندازه ذرات باشد بلکه به دلیل تأثیر روش‌های مدیریتی بر خصوصیات مختلف خاک می‌باشد. چرای بیش‌از اندازه یکی از اقدامات مدیریتی نامناسب در مراتع منطقه می‌باشد که می‌تواند ساختمان، ماده آلی، تخلخل و در نتیجه نفوپذیری خاک را دچار تخریب کند.

مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف

مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک بین کاربری‌های مرتع، کشت دیم و کشت آبی در جدول (1) ارائه شده است. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های مختلف از نظر توزیع اندازه ذرات وجود نداشت. به عبارت دیگر اگرچه خاک‌ها در کلاس بافتی متفاوتی مطابق با مثلث بافت خاک طبقه‌بندی شدند اما اساساً تفاوتی آشکار از نظر فراوانی ذرات معدنی بین کاربری‌ها وجود نداشت. همچنین تفاوتی معنی‌دار بین کاربری‌ها از نظر درصد رطوبت اشباع و مقدار آهک خاک نیز حاصل نشد در حالی که بین کاربری‌ها از نظر جرم مخصوص ظاهری ($p<0/01$)، ماده آلی ($p<0/01$)، میانگین وزنی قطر خاکدانه ($p<0/01$) و نفوذپذیری خاک ($p<0/01$) تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول 1). این نتایج نشان داد که اگر چه خاک‌ها از نظر خصوصیات ذاتی مانند توزیع اندازه ذرات و آهک دارای شرایطی مشابه می‌باشند اما نوع بهره‌برداری از خاک (مرتع، کشت دیم و کشت آبی) می‌تواند ویژگی‌های غیرذاتی خاک مانند جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی، پایداری خاکدانه و نفوذپذیری را دست‌خوش تغییر کند. برخلاف تصور در کاربری مرتع مقدار ماده آلی (1/35 درصد)، پایداری خاکدانه (1/12 میلی‌متر) و نفوذپذیری خاک (1/73 سانتی‌متر بر ساعت) به‌طور معنی‌دار کم‌تر از دو کاربری دیگر بود و در مقابل جرم مخصوص ظاهری خاک (1/67 گرم بر سانتی‌متر مکعب) نسبت به دو کاربری دیگر بیش‌تر بود. بررسی‌های گول (16) نشان داد که جرم مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه، ماده آلی و هدایت هیدرولیکی اشباع از جمله ویژگی‌های خاک هستند که تحت تأثیر تغییر کاربری زمین قرار می‌گیرند. در کاربری جنگل و مرتع تبدیل شده به کشت، مقدار ماده آلی، پایداری خاکدانه و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از اراضی تحت کشت می‌باشد. بررسی‌های آن‌ها نیز نشان داد که مقدار ماده آلی در مرتع (1/1 گرم بر سانتی‌متر مکعب)، نسبت به کاربری جنگل (0/7 گرم بر سانتی‌متر مکعب) و کشت شده (1/0 گرم بر سانتی‌متر مکعب) بیش‌تر است.

الگوی نفوذ آب به خاک در کاربری‌های مختلف

الگوی نفوذ آب به خاک به صورت منحنی نفوذ در کاربری‌های مختلف تهیه شد. همان‌طور که در شکل 5 نشان داده شده است کاربری‌های مختلف دارای الگوی بسیار متفاوتی از شدت نفوذ آب به خاک بودند. کشت آبی دارای بیش‌ترین سرعت نفوذ اولیه آب به خاک (27/44 سانتی‌متر بر ساعت) بود که به ترتیب به میزان 68 و 89 درصد بیش‌تر از کاربری کشت دیم و مرتع بود. همچنین میانگین سرعت نفوذ نهایی آب به خاک در کاربری کشت آبی بیش‌ترین مقدار و به ترتیب 59 و 86 درصد بیش‌تر از کاربری کشت دیم و مرتع بود. به‌طور میانگین سرعت نفوذ متوسط آب به خاک در کاربری کشت آبی به ترتیب به میزان 60 و 86 درصد بیش‌تر از کاربری کشت دیم و مرتع بود. اگر چه این پژوهش در کاربری‌هایی که از دیرباز وضعیت بهره‌برداری ثابتی داشتند، انجام گرفت اما همچنان نشان می‌دهد که نوع بهره‌برداری از زمین در تعیین وضعیت هیدرولیکی خاک نقشی اساسی دارد. کشتزارهای آبی در منطقه دارای خصوصیات هیدرولیکی ذاتی مناسب‌تری نسبت به مراتع و کشتزارهای دیم می‌باشند. در پژوهش‌هایی که با هدف بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر خصوصیات خاک انجام گرفته است، نیز چنین نتایجی قابل تأیید است. رئیسی (32) گزارش کرد در صورتی‌که مرتع از نظر پوشش گیاهی فقیر باشد، تغییر کاربری زمین می‌تواند سبب بهبود وضعیت کیفی خاک گردد و اگر مرتع از نظر پوشش گیاهی غنی باشد، تغییر کاربری زمین می‌تواند سبب تخریب کیفیت خاک شود.

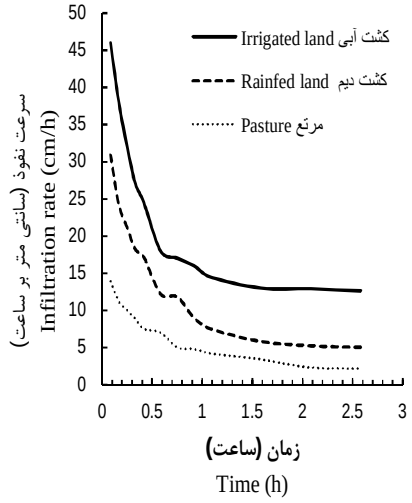
رابطه ویژگی‌های خاک و نفوذپذیری آن در کاربری‌های مختلف

جدول 2 همبستگی بین نفوذپذیری و ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف را نشان می‌دهد. این نتایج نشان داد که نفوذپذیری خاک تحت تأثیر توزیع اندازه ذرات و مقدار آهک خاک قرار نگرفت.

جدول 1- میانگین ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه در کاربری‌های مختلف و نتایج تجزیه واریانس بین آن‌ها در حوزه آبخیز تهم‌چای
Table 1- Mean values of soil properties and analysis of variance for different land uses of Taham Chai catchment

ویژگی‌های خاک Soil properties	مرتع Pasture	کشتزار دیم Rainfed land	کشتزار آبی Irrigated land	میانگین مربعات Mean squares
شن (%) Sand (%)	50.3	56.4	52.8	78.60^{ns}
سیلت (%) Silt (%)	27.3	26.5	28.7	$^{ns}5.14$
رس (%) Clay (%)	22.4	17.1	18.5	$^{ns}62.10$
رطوبت اشباع (%) Saturated point (%)	36.1	36.4	37.1	$^{ns}0.99$
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density (g cm^{-3})	1.67^{a}	1.49^{b}	$^{b}1.45$	0.10^{**}
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی‌متر) MWD (mm)	1.12^{a}	1.71^{b}	$^{c}2.55$	2.52^{**}
سرعت نفوذ نهایی آب (سانتی‌متر بر ساعت) Ks (cm h^{-1})	1.73^{a}	5.11^{b}	12.06^{c}	138.20^{**}
ماده آلی (%) OM (%)	1.35^{a}	1.89^{b}	2.31^{b}	1.28^{**}
آهک (%) Lime (%)	16.1	19.7	22.1	$^{ns}54.20$

^{ns}: غیر معنی‌دارNonsignificant ،**: معنی‌دار درسطح احتمال 99درصد Significant at statistical level of 99% ،^{c}،^{b}،^{a}: گروه‌های آماری حاصل از مقایسه میانگین‌ها
Statistical group from means comparsion



شکل 5- میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز تهم‌چای
Figure 5- Mean soil infiltration rate in various land uses of the Taham Chai catchment

اگرچه محتوای ماده آلی خاک تفاوتی معنی‌دار بین کاربری‌ها داشت، ولی همبستگی معنی‌دار با نفوذپذیری خاک نشان نداد (r=0/35). به هر حال ماده آلی خاک نقشی چشمگیر در کاهش جرم مخصوص ظاهری (p<0/05 و r= -0/51) و افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (p<0/01 و r=0/69) داشت. همبستگی مثبت بین میانگین وزنی قطر خاکدانه و مقدار آهک خاک مشاهده شد (p<0/05 و r=0/47). این نتایج نشان داد که در خاک‌های آهکی، حضور کاتیون‌های کلسیم در کنار ماده آلی از عوامل مهم تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها هستند (29 و 30). میانگین وزنی قطر خاکدانه یکی از عوامل مؤثر بر نفوذپذیری خاک بوده به‌طوری که همبستگی مثبت بین این دو متغیر در کاربری‌ها مشاهده شد (p<0/05 و r=0/53). تغییرات نفوذپذیری خاک بین کاربری‌ها در کنار اثرپذیری از میانگین وزنی قطر خاکدانه عمدتاً تحت تأثیر جرم مخصوص ظاهری خاک قرار داشت به‌طوری که همبستگی قابل توجهی بین نفوذپذیری خاک و جرم مخصوص ظاهری (p<0/01 و r=-0/74) مشاهده شد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک می‌تواند به عنوان معیاری برای تغییرات ویژگی‌های هیدرولیکی خاک قلمداد شود (3 و 41). گریگوری و همکاران (19) با مطالعه تأثیر فشردگی خاک بر سرعت نفوذ آب بیان کردند که در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های فشره شده، سرعت نفوذ آب به خاک به صورت معنی‌داری کاهش یافت که این عامل سبب افزایش توان تولید رواناب و فرسایش سطحی گردید. همچنین نتایج پژوهش بورمن و کلیسن (4) نشان داد که در نتیجه تخریب و تغییر نحوه استفاده از مراتع، جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد که در نهایت کاهش هدایت هیدرولیکی و نفوذ آب به خاک را در پی خواهد داشت.

جدول 2- ضریب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف در حوضه آبخیز تهم‌چای

Table 2- Pearson's correlation coefficient among different soil properties of land uses in the Taham Chai catchment

[1]Variable متغیر	Sand	Silt	Clay	$CaCO_3$	SP	OM	BD	MWD	I_f
Sand	1								
Silt	0.94***	1							
Clay	-0.93***	0.75**	1						
$CaCO_3$	0.04	-0.04	-0.04	1					
Sp	0.75**	0.67**	0.69**	-0.05	1				
OM	-0.25	0.35	0.13	0.02	0.41	1			
BD	-0.27	0.16	0.35	-0.19	0.01	-0.51*	1		
MWD	-0.33	0.41	0.19	0.47*	0.41	0.69**	-0.54*	1	
I_f	0.01	0.05	-0.06	0.28	0.05	0.35	-0.74**	0.53*	1

[1] SP: رطوبت اشباع، OM: ماده آلی، BD: جرم مخصوص ظاهری، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار د آب و I_f: سرعت نفوذ نهایی آب به خاک. *: همبستگی معنی‌دار در سطح آماری 95 درصد **: همبستگی معنی‌دار در سطح آماری 99 درصد ، ***: همبستگی معنی‌دار در سطح آماری 99/99 درصد

[1] SP: saturated point, OM: organic matter, BD: bulk density, MWD: mean weight diameter of water-stable aggregates, I_f: infiltration rate. ***: significant (P <0.001), **: significant (P <0.01), *: significant (P <0.05)

زیاد بودن نفوذپذیری خاک در کاربری کشت آبی نسبت به مرتع به دلیل مناسب بودن ساختمان خاک و کم بودن جرم مخصوص ظاهری خاک بود. جرم مخصوص ظاهری خاک از یک سو به خصوصیات اولیه خاک (توزیع اندازه ذرات، آهک و ماده آلی) و از سوی دیگر به مدیریت خاک وابسته است. در این پژوهش، تفاوت معنی‌داری از نظر توزیع اندازه ذرات و آهک خاک بین کاربری‌ها وجود نداشت. تفاوت مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک بین کاربری‌ها از یک سو به دلیل تفاوت در محتوای ماده آلی خاک آن‌ها بود. این نتیجه نشان می‌دهد که نوع بهره‌برداری از زمین در تغییر خصوصیات ساختمانی خاک و در نتیجه خصوصیات هیدرولیکی خاک می‌تواند مؤثر واقع گردد. در کاربری مرتع، در کنار آن که مقدار ماده آلی و در نتیجه پایداری خاکدانه کم‌تری نبود، به دلیل چرا و در نتیجه رفت و آمد زیاد دام‌هاروی سطح زمین، ساختمان طبیعی خاک سطحی تخریب شده و خاک دچار تراکم می‌گردد. یافته‌های وارن و همکاران (39)، لوچ و پوسکنی (25) و برایان (5) نیز نشان داد که چرای مفرط و عبور مداوم احشام باعث لگدکوب شدن و در نتیجه متراکم شدن خاک سطحی می‌شود. این مسئله منجر به کاهش نفوذ آب به خاک و کاهش تولید گیاهی و تشدید فرسایش خاک می‌شود. نتایج صالحی و همکاران (34) نشان داد که طی دو دوره متوالی چرا، خصوصیات فیزیکی خاک تغییر قابل توجهی نشان داد. به‌طوری‌که میزان تراکم خاک 50 درصد افزایش یافته و میزان نفوذ نیز کاهش یافت و در نتیجه موجب افزایش رواناب شد. خسروشاهی و قوامی (24) و اسکندری (11) در تحقیقی دریافتند که مدیریت‌های نادرست در مراتع سبب کوبیدگی خاک، کاهش تخلخل و در نتیجه کاهش نفوذپذیری

خاک و افزایش توان تولید رواناب می‌شود. متین (26) در بررسی میزان فرسایش در اراضی دیم، آیش و مرتع تخریب شده در استان اصفهان به این نتیجه رسید که با افزایش سطح پوشش گیاهی چه از طریق مدیریت چرا و چه از طریق احیای مراتع و تبدیل اراضی کم بازده دیم به مرتع می‌توان با بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری خاک موجب کاهش میزان تولید رواناب شد. نتایج دیون و همکاران (10) در مراتع کنیا نشان داد که چرا در فصل بهار به‌شدت موجب تخریب خاک و افزایش فشردگی خاک و در نتیجه کاهش نفوذ گردیده است. علاوه بر این موجب کاهش پوشش گیاهی در مراتع شده که نتیجه آن افزایش فرسایش خاک بود. ماده آلی نیز بصورت غیر مستقیم و با بهبود ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها بر سرعت نفوذ آب به خاک مؤثر است. کریمی و همکاران (22) با بررسی تأثیر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر ویژگی‌های کیفی خاک به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری اراضی از مرتع به کشاورزی سبب افزایش ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها شده است. بنابراین، نفوذپذیری بالا در کاربری زراعت آبی موجب کاهش احتمال تولید رواناب شده، در نتیجه میزان فرسایش خاک را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، تفاوتی معنی‌دار بین کاربری‌های زمین (مرتع، کشت دیم و کشت آبی) در حوزه آبخیز تهم‌چای از نظر توزیع اندازه ذرات (فراوانی شن، سیلت و رس) وجود نداشت. مقدار ماده آلی خاک در کاربری مرتع بسیار کم‌تر از کشت دیم و کشت آبی بود. مقدار کم بارندگی در منطقه از یک سو و وجود شیب زیاد در مراتع از سوی دیگر از عوامل تضعیف‌کننده رشد گونه‌های گیاهی و در نتیجه مقدار ماده آلی خاک می‌باشد. کشتزارهای آبی دارای بیش‌ترین میزان ماده آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه و نفوذپذیری خاک بودند. جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و نفوذپذیری خاک از متغیرهایی بودند که تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌ها نشان دادند ($p<0/01$). میانگین سرعت نفوذ نهایی آب به خاک در کاربری کشت آبی به ترتیب 59 و 86 درصد بیش‌تر از کاربری کشت دیم و مرتع بود. تغییرات نفوذپذیری خاک بین کاربری‌ها در کنار میانگین وزنی قطر خاکدانه عمدتاً تحت تأثیر جرم مخصوص ظاهری خاک قرار داشت. زیاد بودن نفوذپذیری خاک در کاربری کشت آبی به دلیل مناسب بودن ساختمان خاک و در نتیجه کم بودن جرم مخصوص ظاهری خاک بود. در کاربری مرتع در کنار آن که مقدار ماده آلی و در نتیجه میانگین وزنی قطر خاکدانه کم‌ترین بود، به دلیل چرا و در نتیجه رفت و آمد دام‌ها، ساختمان طبیعی خاک سطحی تخریب شده و خاک دچار تراکم شده بود. به‌طور کلی این نتایج نشان داد که مراتع با پوشش ضعیف در مناطق نیمه‌خشک که در دامنه‌های با شیب زیاد قرار گرفته‌اند، در صورت چرای بی‌رویه دچار نقصان در خصوصیات هیدرولیکی خاک می‌شوند و در نتیجه حساسیت آن‌ها به تولید رواناب و فرسایش خاک به‌شدت افزایش می‌یابد. بنابراین جلوگیری از چرای بی‌رویه گامی ضروری در بهبود وضعیت هیدرولیکی در چنین مراتع ضعیف برای حفظ منابع آب و خاک می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان برای در اختیار گذاشتن اطلاعات منطقه مطالعاتی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1- Bai J., Xiao R., Zhang K., Gao H., Cui B., and Liu X. 2013. Soil organic carbon as affected by land use in young and old reclaimed regions of a coastal estuary wetland, China. Soil Use and Management, 29(1): 57-64.
2- 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.
3- Bormann H., Breuer L., Gräff T., and Huisman J.A. 2007. Analysing the effects of soil properties changes associated with land use changes on the simulated water balance: A comparison of three hydrological catchment models for scenario analysis. Ecological Modelling, 209: 29–40.
4- Bormann H., and Klassen K. 2008. Seasonal and land use dependent variability of soil hydrological properties of tow northern German soils. Geoderma, 145: 295-302.
5- Bryan R.B. 2000. Soil erodibility and processes of water erosion on hilltop. Geomorphology, 32: 385-415.
6- 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, Edmonton, Canada. Pp: 186-225.
7- Celik M. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83:270–277.
8- DeFries R., and Eshleman K.N. 2004. Land-use change and hydrologic processes: a major focus for the future. Hydrological Processes, 18: 2183–2186.

9- Dorner J., Dec D., Peng X., and Horn R. 2010. Effect of land use change on the dynamic behavior of structural properties of an Andisol in southern Chile under saturated and unsaturated hydraulic conditions. Geoderma, 159:189-197.
10- Dunne T., Western D., and Dietrich W.E. 2011. Effects of cattle trampling on vegetation, infiltration, and erosion in a tropical rangeland. Journal of Arid Environments, 75:58-69.
11- Eskandari Z. 1995. The effect of overgrazing on soil properties and summer rangeland in Esfahan province. National Conference on Erosion and Sedimentation. Pp: 325-329. (In Persian).
12- Fallahzade J., and Hajabbasi M.A. 2011. Soil organic matter status changes with cultivation of overgrazed pastures in semi-dry west central Iran. Soil Science, 6:114-123.
13- Falahzadeh J., and Hajabasi M. 2014. Distribution of organic carbon, nitrogen and carbohydrates in soils of the central and Iranian desert land. Journal of Soil and Water, 25:518-529.
14- Fohrer N., Haverkamp S., and Frede H.G. 2005. Assessment of long-term effects of land use patterns on hydrologic landscape functions—sustainable land use concepts for low mountain range areas. Hydrological Processes, 19: 659–672.
15- 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.
16- Gol C. 2009. The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dagdami river catchment in Turkey. Journal of Environmental Biology, 30(5) 825-830.
17- Ghorbani Dashtaki Sh., and Homaee M. 2007. Paramours of some models of water infiltration using PTFs. Irrigation and Drainage, 1: 21-39.
18- Ghorbani Dashtaki1 Sh., Homaee M., and Mahdian M.H. 2010. Effect of land use change on spatial variability of infiltration parameters. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 4: 206-221. (In Persian).
19- Gregory J.H., Dukes M.D., Jones P.H., and Miller G.L. 2006. Effect of urban soil compaction on infiltration rate. Journal of Soil and Water Conservation, 61: 117-124.
20- Klute A., and Dirksen C. 1986. Hydraulic conductivity of saturated soils (constant head). p. 694. In: A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part1, 2 nd edition Agron. Monog.9. ASA and SSSA, Madison, WI.
21- Kamper 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.
22- Karimi R., Salehi M.H., and Mosleh Z. 2012. Effect of land use change of degraded rangeland on soil quality in clay soils in Fars Province. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Science, 69: 131-140. (In Persian).
23- Khormali F., and Nabiollahi K. 2009. Degradation of Mollisols in Western Iran as Affected by Land Use Change. Journal of Agricultural Science and Technology, 11(3): 363-374.
24- Khosroshahi M., and Ghavami Sh. 1994. Warning. Publication of the Education and Promotion Department of Forests and Rangelands, Pp: 45-51.
25- Loch R.J., and Pocknee C. 1995. Effect of aggregation on soil erodiblity Australian experience.Journal of Soil Water Conservation, 50:504-506.
26- Matin M. 2003. Study of erosion in dry lands, fallow and rangeland degraded soils in west and south west Esfahan. Eighth Congress of Soil Science. Rasht University, Rasht. Pp: 902-908.
27- Nazmi L., Asadi H., and Manukyan R. 2011. Changes in soil properties and productivity as affected by land use and slope position in the northwest of Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment, 9(4): 864-870.
28- Nelson D.W., and Sommers L.P. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Buxton, D.R., (Ed.), Method of Soil Analysis, Part 2. Chemical Methods, Agronomy Handbook No 9. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. Pp: 539–579.
29- Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. In: A. L. Page and R. H. Miller (Eds). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. The American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin, Pp: 181-197.
30- Neris J., Jimenz C., Fuentes J., Morillas G., and Tejedor M. 2012. Vegetation and land use effects on soil properties and water infiltration of Andisols in Tenerife (Canary Islands, Spain). Catena, 98: 55-62.
31- Ott B., and Uhlenbrook S., 2004. Quantifying the impact of land-use changes at the event and seasonal time scale using a process-oriented catchment model. Hydrol. Earth System Science, 8: 62–78.
32- Raiesi F. 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, 121:309–318.
33- Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow R., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M., and Wall D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science, 287: 1770-1774.
34- Salehi M.H., Hosseinifard J., and Rafieiolhossaini M. 2005. The effect of different land uses on some soil quality indicates in Zagros region, Iran, Proceedings of International Conference of Human Impacts on Soil Quality

Attributes. 12-16 Sep, Isfahan, Iran. (In Persian).
35- SCS (Soil Conservaetion Service). 1972. SCS Natibal engineering Handbook. Sction 4, Hydrology. US Department of Agriculture, Washington, DC.
36- Vaezi A.R., and Abbasi M. 2012. The efficiency of runoff curve number method to estimate runoff in the Taham Chay watershed in North West of Zanjan. Journal of Science and Technology and Natural Resource, Water and Soil Science, 61:16.209-219. (In Persian).
37- Vaezi A.R. 2014. Modeling runoff from semi-arid agricultural lands in northwest Iran. Pedosphere, 24(5): 595–604.
38- Van G., Toit L., Snyman H.A., and Malan P.J. 2009. Physical impact of grazing by sheep on soil parameters in the Nama Karoo subshrub grass rangeland of South Africa. Journal of Arid Environments, 73:804–810.
39- Warren S.D., Thurow T.L., Blackborn W.H., and Garza N.E. 1986. The influence of livestock trampling under intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. Journal of Range Management, 39: 491-495.
40- Wegehenkel M. 2004. Estimating of the impact of land use changes using the conceptual hydrological model THESEUS—a case study. Physica and Chemistry of Earth, 27: 631–640.
41- Yimer F., Messing I., Ledin S., and Abdelkadir A. 2008. Effects of different land use types on infiltration capacity in a catchment in the highlands Ethiopia. Soil Use and Management, 24: 344-349.
42- Yousefifard M., Jalalian A., and Khademi H. 2007. Estimating nutrient and soil loss from pasture land use change using rainfall simulator. Journal of water and Soil Science,11(40): 93-107. (In Persian).
43- Hou 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.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 6, Jan.-Feb. 2017, p. 2019-2031

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 6، بهمن – اسفند 1395، ص. 2031-2019

Soil Infiltration Rate and its Controlling Factors of Different Land Uses in the TahamChai Catchment, Zanjan

A.R. Vaezi[1*]- M. Abbasi[2]- J. Heidari[3]
Received: 16-08-2015
Accepted: 19-06-2016

Introduction Soil infiltration rate is the major soil hydraulic property which can be affected by the soil physical characteristics and management practices. The use of land can affect various soil properties such as physical and hydraulic properties. Differences of the hydraulic soil characteristics such as infiltration rate in various land uses can affect their potential to runoff production as well as soil loss in the catchment. The knowledge of the physical and hydraulic characteristics of various land uses can help to better management of soil and water in the catchment. It is very essential in the semi-arid catchments where vegetation cover is generally poor, the soils are often instable against erosive factors especially when the rainfalls are consecutive and intensive. Therefore, this study was conducted to investigate the soil physical and hydraulic characteristics in the TahamChai catchment, in a semi-arid region, NW Zanjan. Various land uses consist of pastures, rainfed and irrigated lands can be observed in the catchment, which cover about 62%, 33%, and 5% of the catchment area, respectively. The pastures have been covered with poor vegetation and are intensively exhausted by over-grazing. Rainfed lands are mostly under winter wheat cultivation. Soil erosion and sedimentation were the major environmental problem in this catchment.

Materials and Methods The maps of land use and slope gradient were provided for study area. A total of 20 sites were selected based on the surface area of each land use in the catchment located between 34° 46′-36° 53′ N latitudes and 48° 17′-48° 37′ E longitudes. The study area consisted of ten sites in the pasture, seven sites in the rainfed and three sites in the irrigated lands. The geographical positions of study sites were determined by a global positing system (GPS). Soil infiltration rates were measured by double rings method at three replications in each site. Variation of soil infiltration rate was determined for each land use. Soil samples were collected at three replications from each site to determine other physicochemical soil properties. Particle size distribution, bulk density, saturation percentage, aggregate mean weight diameter, organic matter, and equivalent calcium carbonate were determined using standard methods in the lab. Mean comparisons of infiltration rate along with other physicochemical soil properties among the land uses were done using the Duncan's parametric method. The Pearson's correlation coefficients were used to determine the relationships between soil properties and soil infiltration rate.

Results and Discussion Based on the results, no significant difference was observed between the land uses in particle size distribution. Soil infiltration rate showed different patterns among the land uses, so that significant difference was observed among them ($p< 0.01$). Pastures showed the lowest infiltration rate among the land uses (about 86 and 66 times lower than that of the rainfed and the irrigated lands, respectively). This result was associated with increasing soil compaction through the over-grazing in the pastures. Positive correlation was found between soil infiltration rate and aggregate mean weight diameter($r= 0.54$, $p< 0.05$) while its correlation with bulk density was negative ($r= -0.74$, $p< 0.01$). Pastures showed the lowest organic matter content (1.35%) as well as aggregate mean weight diameter (1.12 mm) as compared with other land uses. Since the pastures are located on the steeper slopes, they have the highest intrinsic potential to runoff production and soil erosion as compared to other land uses. As a consequence, the over-grazing is the major factor of soil structure breakdown, soil compaction, and in consequence declining soil infiltration rate in the pasture lands.

Conclusion: Pastures with poor vegetation cover appeared the lowest soil infiltration capacity as compared to other land uses in the catchment. Decreasing soil infiltration rate was associated with increasing bulk density in the area. It seems that overgrazing in the pastures increases soil bulk density and leads to decline the soil organic matter content as well as soil aggregation and aggregate stability. According to the results, pastures have the highest potential to runoff production and soil erosion rather than the other land uses (rainfed lands and irrigated lands). Therefore, maintaining vegetation cover and preventing over-grazing in the catchment is recommended to increase soil organic matter content and decrease soil compaction. These practices improve the

1, 2 and 3- Associate Professor and Ph.D. Students, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Zanjan, Respectively
(*- Corresponding Author Email: vaezi.alireza@znu.ac.ir)

hydraulic soil characteristics especially infiltration rate and in consequence decrease the catchment potential to runoff production and soil erosion.

Keywords: Irrigated land, Pasture, Rainfed land, Soil hydraulic characteristics, Vegetation cover