مقاله پژوهشی **شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0**

بررسی تأثیر تردد تانکرهای حامل آب بر خصوصیات هیدرولیکی خاک در مراتع قشلاقی دشت آق‌قلا

هسل پوری[۱]، واحدبردی شیخ*[۲] و حسن یگانه [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۴/۳۱

چکیده

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک پارامتر نفوذ آب به خاک و هدایت هیدرولیکی است، که در مسائل مختلف آبخیزداری، مدیریت و حفاظت آب و خاک و مدلسازی هیدرولوژیکی نقش کلیدی دارد. عوامل متعددی هم‌چون ویژگی‌های ذاتی خاک، میزان پوشش گیاهی، نوع استفاده از اراضی و فشردگی خاک بر میزان نفوذ تاثیر گذارند. بهره‌برداران مراتع قشلاقی شهرستان آق‌قلا تقریباً در تمام طول دوره چرایی با مشکل تأمین آب شرب برای دام‌های خود مواجه هستند و برای حل این مشکل، به خرید و حمل آب شرب مورد نیاز دام‌ها از طریق تراکتور و تانکر اقدام می‌کنند. هدف از این تحقیق بررسی و کمّی‌سازی اثرات تردد مداوم تانکرهای حامل آب بر روی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک سطحی مراتع است. برای تحقق این هدف، میزان هدایت هیدرولیکی به وسیله دو روش صحرایی و یک روش آزمایشگاهی اندازه‌گیری و از طریق آزمون آماری t مستقل خصوصیات هیدرولیکی خاک بین دو گروه شاهد و تیمار مسیر عبور چرخ‌های تراکتور و تانکر مورد مقایسه قرار گرفت. تحلیل آماری نتایج به‌دست آمده نشان داد میزان میانگین هدایت هیدرولیکی در روش‌های نفوذسنج مکشی، استوانه دوگانه و روش آزمایشگاهی در منطقه شاهد به‌ترتیب ۲/۱۹، ۱۴/۹۳ و ۲/۷۶ و تیمار مسیر تردد تراکتور و تانکر به‌ترتیب ۱/۲۶، ۶/۹۳ و ۱/۸۴ است. به‌عبارتی اختلاف معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین مقادیر دو گروه شاهد و تیمار در روش‌های نفوذسنج مکشی و استوانه دوگانه در مسیر عبور چرخ‌های تراکتور و تانکر وجود دارد که با توجه به افزایش مساحت مسیرهای تردد، پیامدهای اکولوژیکی متعددی را در طولانی مدت ایجاد خواهد کرد. همچنین نتایج بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه نشان داد که به غیر از پارامتر pH در سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین عرصه مسیرهای تردد و شاهد وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: هدایت هیدرولیکی، نفوذپذیری خاک، جاده، مسیر عبور تراکتور و تانکر، تخریب مراتع.

[۱] – کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه آبخیزداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۲] – دانشیار گروه آبخیزداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

*: نویسنده مسئول: v.sheikh@yahoo.com

[۳] - استادیار گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

مقدمه

هدایت هیدرولیکی اشباع خاک یا ضریب آبگذری اشباع خاک به‌عنوان یک متغیر فیزیکی نشان‌دهنده وضعیت سرعت حرکت آب در خاک است که برای تعیین میزان نفوذپذیری خاک، عمق نفوذ، میزان خلل و فرج خاک و رواناب سطحی در نظر گرفته می‌شود. این پارامتر بیانگر آن است که آب تا چه حدی می‌تواند به راحتی در خاک حرکت کند، به عبارت دیگر، این پارامتر بیانگر مقاومت خاک در برابر جریان آب است (۲۱ و ۳۷). میزان هدایت هیدرولیکی در نقاط مختلف یک منطقه بسته به شرایط فیزیکی خاک منطقه می‌تواند متفاوت باشد.

نفوذ یکی از مولفه‌های اصلی چرخه‌ی هیدرولوژی است، به طوریکه دلور (۲۰۰۷) نرخ واقعی ورود آب در یک مقطع زمانی را نفوذ آب می‌نامد. حفظ پایداری، نفوذپذیری و به دنبال آن حاصلخیزی خاک یکی از کارکردهای مهم اکوسیستم‌های طبیعی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۳۵) و با افزایش نفوذپذیری و در نتیجه کاهش پتانسیل فرسایش‌پذیری، کیفیت و ویژگی‌های خاک یک منطقه بهبود می‌یابد (۱۳). هر چه سرعت نفوذ در خاک بیش‌تر باشد، میزان رواناب جاری و در نتیجه فرسایش خاک سطحی کمتر خواهد بود. بنابراین یکی از روش‌های جلوگیری از فرسایش خاک افزایش نفوذپذیری است. از جمله عوامل مؤثر بر نفوذ آب، بافت و ساختمان خاک، شیب سطح زمین و قابلیت پراکندگی ذرات سطح خاک و پوشش گیاهی است (۳). نفوذپذیری خاک، بافت و ساختمان خاک و خصوصیات شیمیایی در تغذیه و رشد گیاه و ایجاد شرایط مناسب و رطوبت مورد نیاز گیاهان نقش مهمی را ایفا می‌کند و پارامتر نفوذ به‌شدت تحت تاثیر تغییرات مکانی است (۲۰). هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع، پارامترهای ضروری برای مدلسازی حرکت آب و نمک‌ها (آلاینده‌ها) در خاک می‌باشند، زیرا که این پارامترها نشان دهنده توانایی ذاتی خاک برای انتقال آب هستند (۱۱).

تردد مداوم وسایل نقلیه و ایجاد جاده‌های فرعی مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیرگذار می‌باشد، به طوریکه بلینچون و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه اثر تردد بر روی خاک در منطقه اسپانیا به این نتیجه رسیده‌اند که تردد وسایط نقلیه باعث افزایش کوبیدگی خاک و کاهش نفوذپذیری و زادآوری بعضی از گونه‌ها شده است. حرکت وسایل نقلیه و انسان باعث آلودگی آب، خاک و هوا و در نتیجه نابودی پوشش گیاهی در اطراف جاده می‌شود و این تغییرات باعث تغییر در ترکیب و تنوع گونه‌ای می‌گردد (۸). رشتیان (۲۰۱۵) با مطالعه بر روی اثر جاده‌های شوسه و ایجاد جاده در مراتع و بین مراتع منطقه علی‌آباد پیشکوه استان یزد به این نتیجه رسید که تولید و درصد تاج پوشش بوته‌ها در اطراف جاده و حریم جاده کاهش می‌یابد. این کاهش درصد پوشش گیاهی باعث افزایش فرسایش و کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد. آنچه که چرای فشرده و لگدکوبی دام در مراتع به دنبال دارد، فشردگی خاک سطحی است و بیشترین تغییرات فیزیکی خاک، ناشی از فشردگی یا افزایش تراکم خاک می‌باشد.

در مطالعاتی که در رابطه با تاثیر تردد دام و فشار چرایی زیاد دام در سطح مرتع در حین عمل چرا و کوبیدگی خاک سطحی ناشی از تردد صورت گرفته مشخص گردید که در مسیرهای تردد دام، خاک سطحی فشرده شده و میزان نفوذپذیری خاک سطحی به شدت کاهش و میزان فرسایش افزایش یافته است (۴، ۲، ۱۰، ۲۷، ۳۴ و ۳۶). حسینی و همکاران (۲۰۱۰) میزان تغییرات نفوذپذیری خاک را در سه تیمار فشار چرایی سنگین، محدوده چرای ثابت و محدوده بدون چرا در مراتع شور و قلیایی اینچه‌برون اندازه‌گیری کردند و نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد شدت نفوذ در تیمارهای فرعی بین لکه‌های گیاهی و خاک لخت در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار دارد. نتایج مطالعات جلیل‌پور و همکاران (۲۰۲۰) در مراتع استپی استان چهارمحال و بختیاری نشان داد در مناطق تحت چرای شدید حیوانات، در بازگشت کیفیت خاک و پارامترهای هیدرولیکی و فیزیکی خاک تأخیر بسیار زیادی به وجود می‌آید به طوریکه در مناطق حفاظت شده مدت زمانی در حدود ۱۵ سال و در مناطق تحت چرای شدید در حدود ۴۰ سال و یا بیشتر زمان لازم است تا شرایط خاک بهبود یابد. مرور نتایج این مطالعات، بیانگر آن می‌باشد که تردد مداوم در سطح مرتع چه به وسیله دام و چه به وسیله وسایل نقلیه بر روی کوبیدگی و افزایش فشردگی و کاهش نفوذپذیری خاک سطحی مراتع تاثیرگذار می‌باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

مطالعات و روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی مختلفی برای اندازه‌گیری میزان نفوذ و هدایت هیدرولیکی وجود دارد (۷، ۲۸ و ۳۲). رئوف و همکاران (۲۰۱۰) نتایج آزمایش‌های نفوذ را با استفاده از دستگاه‌های نفوذسنج مکشی و استوانه دوگانه در دو حالت اشباع و غیراشباع مقایسه کردند و نشان دادند که دستگاه نفوذسنج مکشی مقدار نفوذ را کمتر از مقدار نفوذ دستگاه استوانه دوگانه برآورد می‌کند، اما به لحاظ آماری اختلاف این دو روش معنی‌دار نیست. قبادی‌نیا و رضایی‌پور (۲۰۱۲) برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک از دو روش صحرایی نفوذسنج مکشی و استوانه‌های دوگانه استفاده کردند و نتایج مطالعات آنان نشان داد در مقادیر هدایت هیدرولیکی دو روش در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. قانی و همکاران (۲۰۱۲) میزان هدایت هیدرولیکی اشباع را با استفاده از چهار روش استوانه دوگانه، تک استوانه، نفوذسنج گلف و نفوذسنج مکشی در مزرعه‌ای با خاک لوم متوسط در دانشگاه شهر کرد اندازه‌گیری کردند و نتایج نشان داد جز در روش نفوذسنج گلف، بین سه روش دیگر در سطح اطمینان ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. حسینی (۲۰۱۷) میزان هدایت هیدرولیکی را به وسیله نفوذسنج گلف و دیسک مکشی در دانشکده کشاورزی مغان اندازه‌گیری کرد و بررسی نتایج نشان داد از لحاظ آماری بین میانگین مقادیر هدایت آبی اشباع در دو روش مذکور در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج مطالعات مختلف اندازه‌گیری نفوذ نشان داد در همه روش‌ها، برتری یک روش اندازه‌گیری نسبت به دیگری نسبی است و بسته به امکانات موجود و شرایط خاک و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ارجحیت روش‌ها می‌تواند جابجا گردد.

در حال حاضر بهره‌برداران مراتع شمال دشت آق‌قلا برای تأمین آب شرب مصرفی دام‌های خود از تانکرهای حامل آب استفاده می‌کنند و دلایل بسیار زیادی برای تمایل دامداران نسبت به استفاده از این روش در منطقه وجود دارد، کارشناسان منابع طبیعی سه عامل سادگی تأمین آب به وسیله تانکر، عدم وجود قوانین محکم زیست محیطی در رابطه با تردد آزادانه تانکرها و عدم اطلاع دامداران از سایر روش‌های تأمین آب را از دلایل اصلی استقبال دامدارن از روش تأمین آب به وسیله تانکر مطرح کردند (۲۵). غافل از اینکه تردد روزانه تانکرها، خود باعث افزایش مسیرهای فرعی و تغییر نفوذپذیری خاک و پوشش گیاهی شده و این مراتع را مستعد تخریب و زوال کرده است. اگر وضعیت فرسایش این مراتع کنترل نشود تا چند سال آینده به کانون گردوغبار در قسمت شمال شرقی کشور تبدیل خواهند شد. کما اینکه هم اکنون نیز آثار و شواهد این پدیده شوم قابل ردیابی است. به‌طوریکه در مطالعات اخیر در منطقه مورد مطالعه ظهور اشکال ژئومورفولوژیکی به صورت نبکا گزارش شده است (۱). چرای دام در مرتع وابسته به وجود منابع آب و پراکنش مناسب آن می‌باشد و یکی از راه‌های کاهش تردد تانکرها در سطح مراتع تأمین آب در محل چرای دام از طریق استقرار سامانه‌های استحصال آب باران می‌باشد. تقریباً ۷۰ درصد از بهره‌برداران منطقه مورد مطالعه تمایل بسیار زیادی به احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران دارند (۲۴). قطعاً استقرار این سامانه‌ها تنها راهکار نجات این مراتع از تخریب گسترده نیست اما باتوجه به شرایط کنونی مراتع دشتی آق‌قلا، مشخص گردید سطح وسیعی از این مراتع پتانسیل مناسبی برای استقرار سامانه‌های استحصال آب باران را دارد که در صورت عملی شدن این سامانه‌ها با پراکنش مناسب، از روند تخریب گسترده‌ی مراتع که در اثر فشردگی خاک سطحی و از بین رفتن پوسته‌های بیولوژیکی به دلیل تردد تراکتورها و تانکرهای حمل آب شرب دام ایجاد می‌گردد جلوگیری نمود (۳۳).

به‌دلیل هموار بودن سطح مراتع قشلاقی شمال آق‌قلا، تردد تانکرهای حمل آب از مسیرهای دلخواه و بدون توجه به پیامدهای زیست محیطی صورت می‌گیرد و باعث فشردگی خاک سطحی، کاهش نفوذ باران و از بین رفتن پوشش‌گیاهی مراتع در سطوح قابل ملاحظه‌ای می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تردد تانکرهای حامل آب و جاده‌های ایجاد شده ناشی از آن (شکل ۱) بر روی میزان نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

شکل ۱: تصاویری از جاده‌های ایجاد شده در اثر تردد تانکرهای حامل آب در مسیرهای مختلف در سطح مراتع مورد مطالعه

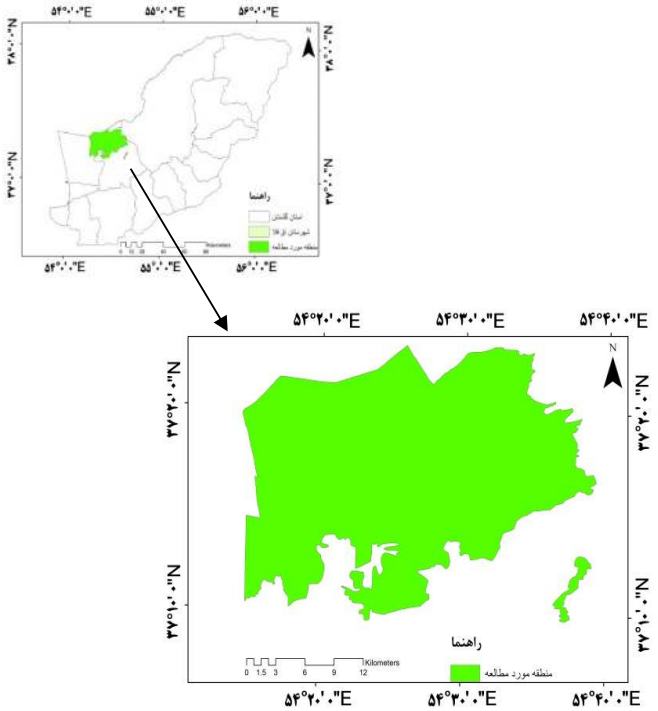
مواد و روش

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان آق‌قلا در ۱۶ کیلومتری شمال شهر گرگان بر جلگه‌ای هموار در کنار رودخانه گرگانرود قرار گرفته است. مراتع ملی این شهرستان با مساحت تقریبی ۵۳۸۱۰ هکتار شامل سامان‌های عرفی قره قر بزرگ و کوچک، اینچه شوره‌زار، صوفیکم، باریم، قوردیمنز، منگالی بالا و پایین و گوبگلجه در حوزه آبخیز گرگانرود محدوده "۳۷°۱۴'۲۵/۵۱ تا "۳۷°۲۰'۱۶/۷۶ عرض شمالی "۵۴°۱۴'۵۵/۶۲ تا "۳۷°۵۴'۲۶/۸۲ طول شرقی قرار دارد (شکل ۲ و جدول ۱). سازند منطقه مورد مطالعه از رسوبات کواترنر و از دو سازند نهشته‌های قهوه‌ای و سازند گرگان تشکیل شده که اکثراً، بافت خاک آن خیلی سنگین و با شوری خیلی زیاد و به اصطلاح جزء خاک‌های سولنچاک است. میزان متوسط بارندگی منطقه ۳۵۰ mm در سال و اقلیم منطقه براساس روش دومارتن نیمه‌خشک و براساس روش آمبرژه گرم و مرطوب است (۲۲ و ۲۶). در فصل چرایی مورد مطالعه ۱۵۰ بهره‌بردار با ۲۲۵۶۴ واحد دامی از ابتدای آذر (قشلاق) در مراتع مورد مطالعه حضور داشتند. کلیه آب مورد نیاز این بهره‌برداران از طریق تانکرهای حامل آب تامین می‌شود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]



شکل ۲: موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه نسبت به استان گلستان و شهرستان آق‌قلا

روش تحقیق

به منظور نشان دادن تأثیر تردد تانکرهای حامل آب و جاده‌های ایجاد شده ناشی از آن بر روی میزان نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در دو منطقه مسیر تردد تانکر و تراکتور و تیمار شاهد نسبت به اندازه‌گیری میزان نفوذ آب به خاک از دو روش صحرایی با توجه به مرور منابع موجود، شامل استوانه‌های دوگانه با برقراری هدثابت و نفوذسنج مکشی گلف و یک روش آزمایشگاهی اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی با اعمال بار ثابت بر روی نمونه خاک دست‌نخورده اقدام گردید (شکل های ۳ و ۴). میزان هدایت هیدرولیکی اشباع به عوامل متعددی از جمله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، پایداری خاکدانه‌ها، اقلیم، عملیات شخم و زرع، کاربری اراضی، دینامیک ریشه و فعالیت موجودات زنده خاک بستگی دارد (۱۲). در همین راستا همزمان با اندازه گیری نفوذ خاک نمونه‌های خاک دست خورده و دست نخورده‌ای از منطقه مطالعاتی جمع‌آوری و برای به‌دست آوردن میزان پارامترهای بافت خاک، پایداری خاکدانه در برابر فرسایش، Ec، pH و درصد ماده آلی به آزمایشگاه آبخیزداری انتقال داده شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

جدول ۱: معرفی سامان‌های عرفی مورد مطالعه

سامان‌های عرفی	مساحت (ha)	نام تیپ گیاهی	نام گونه‌های همراه	وضعیت و گرایش مرتع	درصد پوشش تاجی	درصد لاشبرگ	درصد خاک لخت	درصد سنگ و سنگریزه	متوسط بارندگی سالانه (mm)	متوسط دمای سالانه (°c)	نوع خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	شیب غالب
قره قر کوچک	۳۸۰	Poa bolbosa	Halecnemum strabilaceum- Peganum harmala	فقیر و منفی	۴۸	۱۰	۴۸	-	۳۵۰	۱۶/۲	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
قره قر بزرگ	۸۲۷۲	تیپ I، Poa bolbosa- Artemisia herba alba تیپ II، Halecnemum strabilaceum- Aloropus littoralis	تیپ I، Aeleropus littoralis Peganum harmala تیپ II، Aegilops tauchi , Puccinellia distans	فقیر و منفی فقیر و منفی	۵۵ ۵۰	۵ ۳	۴۰ ۴۵	- -	۳۵۰/۱	۱۶/۸	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
اینچه شوره‌زار	۱۳۴۷۰	تیپ I، Poa bolbosa- Artemisia herba alba تیپ II، Halecnemum Strabilaceum- Aloropus littoralis	تیپ I، Aeleropus Littoralis, Salsola Sp. تیپ II، Aegilops tauchi , Puccinellia distans	فقیر و منفی فقیر و منفی	۵۰/۲ ۵۲	۵/۵ ۳/۷	۴۴/۳ ۴۴/۳	- -	۳۵۱	۱۶/۸	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
صوفیکم	۱۲۴۲۵	Halocnemum strobilaseum- Aeluropus litoralis	Salsola Sp - Plantago ovena- Poa bulbosa	فقیر و ثابت	۶۰	۱۰	۳۰	-	۳۶۷	۱۶/۹	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
گوبگلجه	۳۱۷۵	تیپ I، Artemisia siberi- Poa bulbosa تیپ II، Halocnemum strobilaseum- Aeluropus litoralis	تیپI، Salsola Sp - Plantago ovena- Poa bulbosa تیپII، Salsola Sp - Plantago ovena- Hordoum marina	فقیر و منفی فقیر و منفی	۵۶ ۴۱	۵/۷ ۳/۶	۴۴ ۴۲	- -	۳۵۰	۱۸/۱۷	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
منگالی بالا	۳۱۸۸	Halecnemum strabilaceum- Aloropus littoralis	Salsola Sp - Plantago ovena- Hordoum marina	فقیر و ثابت	۵۵	۱۰	۴۴	-	۳۴۷	۱۶/۸	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
منگالی پایین	۱۹۷۵	Halecnemum strabilaceum- Aloropus littoralis	Salsola Sp - Plantago ovena - Poa bulbosa – Hordoum marina	فقیر و منفی	۵۶	۱۰	۴۱	-	۳۵۰	۱۶/۸	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
باریم	۷۵۰۰	Halecnemum strabilaceum- Aloropus littoralis	Plantago ovena - Poa bulbosa – Hordoum marina	فقیر و منفی	۵۶	۱۰	۳۱	-	۳۵۸/۲	۱۸/۳	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی
قوردیمنز	۳۴۲۵	Halecnemum strabilaceum- Aloropus littoralis	Salsola Sp - Plantago ovena- Poa bulbosa	فقیر و ثابت	۵۰	۱۰	۴۲	-	۳۲۰/۲	۱۶/۹	سیلتی لوم	۹۵- ۳۵	۸- ۷/۴	غربی

الف- روش‌های صحرایی

۱- دستگاه نفوذسنج مکشی

این دستگاه با دارا بودن سیستم ماریوت قابل تنظیم توانایی اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در پتانسیل‌های منفی، مثبت و نزدیک به صفر را دارد. نفوذسنج دیسک مکشی به‌علت سهولت در کاربرد و سادگی محاسبات، امروزه یکی از وسایل بسیار مفید برای بررسی خصوصیات هیدرولیکی اشباع و غیراشباع خاک در مزرعه است (۲۳). نفوذسنج مکشی از یک مخزن آب، بخش تنظیم کننده مکش و صفحه غشایی جهت نفوذ دادن آب به درون خاک تشکیل شده است. در زمان اندازه‌گیری هنگامی که طی سه الی چهار مقطع زمانی متوالی تغییرات ارتفاع آب ثابت باشد، سرعت ثبت شده به عنوان سرعت نفوذ ثابت (شبه پایدار) در نظر گرفته می‌شود (۱۴). در نهایت با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ هدایت هیدرولیکی و عکس طول درشت موئینگی[1] خاک تعیین می‌گردد. در هر نه سامان عرفی (طرح مرتعداری) در دو تیمار جاده مسیر عبور چرخ‌های تراکتور و تانکر و منطقه شاهد (جدول ۲) با سه تکرار (جمعاً ۵۴ نقطه) تغییرات نفوذ در سه بار مکشی (۲- ، ۴- و ۶-) سانتی‌متر و فواصل زمانی ۵ دقیقه (با توجه به بافت نسبتا ریز خاک) تا ثابت شدن تغییرات، اندازه‌گیری

[1]- Inverse of macroscopic capillary length parameter

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

شد (که در این مناطق تقریباً بعد از ۲۰ دقیقه از شروع اندازه گیری نفوذ، تغییراتی در نرخ نفوذ مشاهده نگردید).

رابطه (۱)

$$\alpha_{(x,y)} = \frac{Ln(q_x / q_y)}{(\psi_x - \psi_y)}, \begin{Bmatrix} x = 1,2,3,.. \\ y = x+1 \end{Bmatrix}$$

رابطه (۲)

$$k_s = \frac{G_d \times \alpha_{(x,y)} \times q_s}{r \times (1 + G_d \times \alpha_{(x,y)} \times \pi r)(q_x / q_y)^P}$$

در این روابط α فراسنج عکس طول درشت موئینگی است و به ساختمان خاک بستگی دارد (L^{-1})، q سرعت نفوذ نهایی به ازاء مکش (ψ) اعمال شده (LT^{-1})، k_s هدایت هیدرولیک اشباع خاک (LT^{-1})، G_d عامل شکل که ثابت است و حدود ۰/۲۵ محاسبه شده است، $P = \psi_x / \psi_x - \psi_y$ نمایه‌های x و y توان های اعمال شده می‌باشند (۱۴ و۱۶).

۲- استوانه دوگانه با برقراری بار هیدرولیکی ثابت

یکی از پرکاربردترین روش‌های اندازه‌گیری نفوذ استفاده از استوانه‌های دوگانه می‌باشد. که در این تحقیق استوانه‌های دوگانه در محل‌های نمونه‌برداری با حداقل به‌هم‌خوردگی و تخریب خاک در سطح زمین کوبیده شدند. برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع با استوانه دوگانه کافیست سرعت نفوذ نهایی را اندازه‌گیری نموده و به عنوان هدایت هیدرولیکی اشباع در نظر گرفت (۶). ابعاد استوانه‌های مورد استفاده بدین شرح می‌باشد که قطر تقریبی رینگ بیرونی ۵۱/۵ سانتی‌متر و قطر رینگ داخلی ۲۶/۵ و ارتفاع آنها ۳۰ سانتی‌متر به همراه مخزن استوانه‌ای مدرج (سیستم لوله ماریوت) که با شیلنگی با فضای داخل رینگ‌ها در ارتباط می‌باشد و در طول آزمایش ارتفاع آب را در داخل رینگ داخلی ثابت نگه داشته و قرائت اعداد (میزان افت ارتفاع آب برابر با میزان نفوذ آن در خاک) از طریق خط کش متصل به مخزن استوانه‌ای مدرج (لوله ماریوت) صورت می‌گیرد. همچنین علاوه بر پر کردن حلقه درونی از آب، در حدفاصل دو حلقه نیز آب ریخته می‌شود، تا نفوذ آب در حلقه داخلی به طور عمودی صورت گیرد.

این آزمایش بصورت تصادفی در سه طرح از نه طرح مرتعداری (سامان عرفی) منطقه مورد مطالعه با سه تکرار (جمعاً ۱۸ نقطه) اندازه‌گیری شده و قرائت اعداد تا یک ساعت اول در مقاطع زمانی ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰ دقیقه و سپس با فواصل ۱۰ دقیقه‌ای تا ثابت شدن نرخ نفوذ ادامه داشت.

ب- روش آزمایشگاهی

اندازه‌گیری نفوذ با اعمال بار هیدرولیکی ثابت روی نمونه‌های خاک دست نخورده

این ابزار آزمایشگاهی سعی دارد هدایت هیدرولیکی اشباع نمونه‌های برداشت شده خاک را در حالتی که بیشترین تطابق را با محیط دارا می‌باشد، اندازه‌گیری کند. این دستگاه با ایجاد بارهای هیدرولیکی ثابت و قابل تنظیم روی نمونه‌های خاک اشباع شده و سنجش میزان آب جریان یافته در طول یک بازه زمانی، میزان نفوذپذیری خاک را در حالت اشباع تعیین می‌کند (۱۶). اندازه و ابعاد مختلفی برای حلقه‌های نمونه‌برداری از خاک برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع تحت بارهای ثابت وجود دارد. نتایج مطالعات جعفری و همکاران (۲۰۱۷) در رابطه با دستیابی به بهترین اندازه حلقه برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع نشان داد حلقه‌هایی با قطر داخلی ۵ و ۶ اینچ مناسب‌ترین عملکرد را در اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع دارند. بنابراین برای اندازه‌گیری هدایت هیدورلیکی از طریق این دستگاه حدود یک ماه قبل از آزمایش، رینگ‌هایی (حلقه‌هایی) به ارتفاع ۲۰ سانتی متر و قطر ۵ اینچ تهیه و در زمان پیمایش‌های میدانی در نقاط مختلف مراتع در عرصه های تیمار و شاهد مورد مطالعه کوبیده شدند. فرصت یک ماهه‌ای به این رینگ‌ها داده شد تا بهم‌خوردگی که در اثر کوبش استوانه‌ها در خاک داخل استوانه‌ها ایجاد شده از بین رفته و ساختمان خاک به حالت اولیه خود برگردد و به بدنه داخلی استوانه بچسبد تا میزان اریبی در نتایج اندازه گیری کاهش یابد. پس از جمع‌آوری استوانه‌ها، قبل از انجام آزمایش، بمدت ۲۴ ساعت در داخل سینی حاوی آب به عمق ۵ سانتیمتر قرار داده شدند تا محتوی خاک داخل رینگ ها بتدریج از انتهای پائین رینگ، آب جذب نماید و به حالت اشباع درآید. سپس این نمونه های خاک اشباع، زیر بار هیدرولیکی ۱۵ سانتی‌متر قرار گرفتند تا میزان آب‌گذری اشباع خاک اندازه‌گیری و یا به‌عبارتی میزان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

هدایت هیدرولیکی اشباع از طریق رابطه ۳ محاسبه گردد (۱۶).

رابطه (۳)

$$k_s = \frac{v \times l}{h \times A \times t}$$

k_s: هدایت هیدرولیک اشباع (LT^{-1}) v: حجم آب خارج شده از نمونه (L^3) (همان مقدار آب خارج شده برحسب میلی‌لیتر)، l: ارتفاع ستون خاک (L)، h: بار هیدرولیکی ثابت ایجاد شده (L) در این پژوهش با بار ثابت ۱۵ سانتی‌متر محاسبه گردید، سطح مقطع نمونه‌ی خاک (L^2) و t: زمان (T) می‌باشد.

دستگاه نفوذسنج مکشی — مرتع گوبگلجه مورخه ۱۳۹۷/۰۱/۰۲

دبل‌رینگ با هد ثابت — مرتع قره قربزرگ مورخه ۱۳۹۷/۰۱/۲۴

اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی با هد ثابت در آزمایشگاه- مورخه ۱۳۹۷/۰۲/۱۱

شکل ۳: دستگاه‌های اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک

جدول ۲: مختصات جغرافیایی (بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه) و تاریخ مکان‌های اندازه‌گیری نفوذ

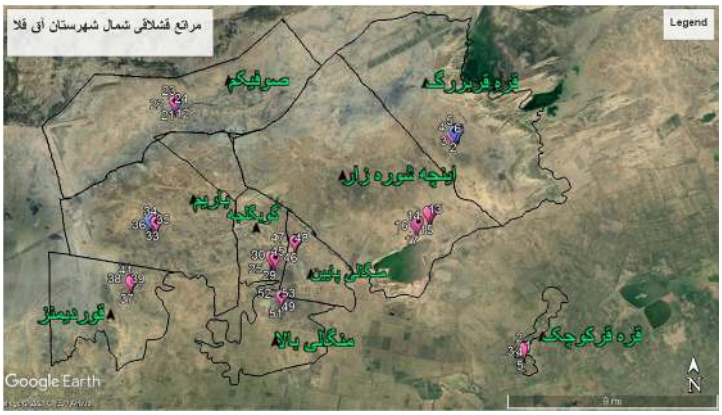
نام سامان عرفی و تیمار	روش استوانه دوگانه		روش نفوذسنج مکشی	
	تاریخ	مختصات جغرافیایی	تاریخ	مختصات جغرافیایی
قره قربزرگ تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۱/۲۴	۱۸°۳۷'۲۱/۲۷" N -۳۴°۵۴'۱/۶۰" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۸°۳۷'۹/۲۷" N -۳۳°۵۴'۵۰/۹۴" E
قره قربزرگ تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۱/۲۴	۱۸°۳۷'۱۹/۸۷" N -۳۳°۵۴'۵۹/۹۸" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۸°۳۷'۶/۸۰" N -۳۳°۵۴'۴۸/۸۳" E
قره قربزرگ تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۱/۲۴	۱۸°۳۷'۱۷/۷۸" N -۳۳°۵۴'۵۷/۴۹" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۸°۳۷'۴/۰۶" N -۳۳°۵۴'۴۶/۵۲" E
قره قربزرگ شاهد	۱۳۹۷/۰۱/۲۴	۱۸°۳۷'۲۱/۱۸" N -۳۳°۵۴'۵۲/۷۹" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۸°۳۷'۱۳/۳۳" N -۳۳°۵۴'۴۴/۸۸" E
قره قربزرگ شاهد	۱۳۹۷/۰۱/۲۴	۱۸°۳۷'۱۹/۰۰" N -۳۳°۵۴'۵۰/۸۷" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۸°۳۷'۱۱/۳۹" N -۳۳°۵۴'۴۶/۴۰" E
قره قربزرگ شاهد	۱۳۹۷/۰۱/۲۴	۱۸°۳۷'۱۸/۰۵" N -۳۳°۵۴'۴۸/۶۷" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۸°۳۷'۱۰/۴۱" N -۳۳°۵۴'۴۲/۹۴" E
صوفیکم تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۱۹°۳۷'۳۴/۲۳" N -۲۱°۵۴'۷/۱۱" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۹°۳۷'۴۰/۰۰" N -۲۰°۵۴'۴۹/۵۲" E
صوفیکم تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۱۹°۳۷'۳۵/۰۶" N -۲۱°۵۴'۳/۲۲" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۹°۳۷'۴۰/۷۶" N -۲۰°۵۴'۴۷/۱۳" E
صوفیکم تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۱۹°۳۷'۳۵/۵۶" N -۲۰°۵۴'۵۹/۸۳" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۹°۳۷'۴۱/۵۸" N -۲۰°۵۴'۴۴/۵۵" E
صوفیکم شاهد	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۱۹°۳۷'۳۱/۷۷" N -۲۰°۵۴'۵۱/۱۵" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۹°۳۷'۳۵/۲۹" N -۲۰°۵۴'۴۷/۴۹" E
صوفیکم شاهد	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۱۹°۳۷'۳۰/۷۴" N -۲۰°۵۴'۵۳/۱۳" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۹°۳۷'۳۴/۵۲" N -۲۰°۵۴'۴۶/۵۰" E
صوفیکم شاهد	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۱۹°۳۷'۲۸/۵۳" N -۲۰°۵۴'۵۱/۲۲" E	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۹°۳۷'۳۴/۱۰" N -۲۰°۵۴'۴۸/۰۲" E
باریم تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۲/۰۷	۱۵°۳۷'۲۰/۴۷" N -۱۹°۵۴'۴۴/۳۲" E	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۵°۳۷'۸/۰۷" N -۱۹°۵۴'۵۵/۶۸" E
باریم تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۲/۰۷	۱۵°۳۷'۱۵/۵۲" N -۱۹°۵۴'۳۹/۱۴" E	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۵°۳۷'۱۰/۳۲" N -۱۹°۵۴'۵۵/۸۸" E
باریم تیمار جاده	۱۳۹۷/۰۲/۰۷	۱۵°۳۷'۱۰/۷۴" N -۱۹°۵۴'۳۴/۱۹" E	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۵°۳۷'۱۲/۸۸" N -۱۹°۵۴'۵۶/۰۳" E
باریم شاهد	۱۳۹۷/۰۲/۰۷	۱۵°۳۷'۱۵/۸۲" N -۱۹°۵۴'۵۰/۹۸" E	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۵°۳۷'۷/۴۳" N -۱۹°۵۴'۵۰/۳۸" E
باریم شاهد	۱۳۹۷/۰۲/۰۷	۱۵°۳۷'۱۳/۲۴" N -۱۹°۵۴'۴۸/۷۶" E	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۵°۳۷'۵/۸۶" N -۱۹°۵۴'۵۲/۵۵" E
باریم شاهد	۱۳۹۷/۰۲/۰۷	۱۵°۳۷'۱۲/۹۵" N -۱۹°۵۴'۴۴/۷۱" E	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۵°۳۷'۷/۸۰" N -۱۹°۵۴'۵۲/۲۴" E

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

ادامه جدول ۲

نام سامان عرفی و تیمار	روش استوانه دوگانه		روش نفوذسنج مکشی	
	تاریخ	مختصات جغرافیایی	تاریخ	مختصات جغرافیایی
قره قرکوچک تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۰°۳۷'۱۳/۱۴" N -۳۶°۵۴'۵۳/۹۷" E
قره قرکوچک تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۰°۳۷'۱۳/۹۵" N -۳۶°۵۴'۵۴/۰۳" E
قره قرکوچک تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۰°۳۷'۱۵/۴۱" N -۳۶°۵۴'۵۳/۹۸" E
قره قرکوچک شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۰°۳۷'۱۳/۷۲" N -۳۶°۵۴'۵۵/۵۸" E
قره قرکوچک شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۰°۳۷'۱۴/۲۲" N -۳۶°۵۴'۵۶/۲۱" E
قره قرکوچک شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۰°۳۷'۱۴/۸۶" N -۳۶°۵۴'۵۵/۸۶" E
اینچه شوره‌زار تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۵°۳۷'۱۹/۱۷" N -۳۲°۵۴'۳۲/۳۳" E
اینچه شوره‌زار تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۵°۳۷'۱۹/۰۲" N -۳۲°۵۴'۳۸/۸۷" E
اینچه شوره‌زار تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۵°۳۷'۱۸/۳۳" N -۳۲°۵۴'۴۱/۵۷" E
اینچه شوره‌زار شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۴°۳۷'۵۷/۷۳" N -۳۲°۵۴'۴/۳۳" E
اینچه شوره‌زار شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۴°۳۷'۵۵/۲۶" N -۳۱°۵۴'۵۹/۳۴" E
اینچه شوره‌زار شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۳	۱۴°۳۷'۵۲/۶۸" N -۳۱°۵۴'۵۵/۶۵" E
گوبگلجه تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۳°۳۷'۴۰/۳۹" N -۲۵°۵۴'۱۶/۶۴" E
گوبگلجه تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۳°۳۷'۴۳/۳۴" N -۲۵°۵۴'۱۳/۵۷" E
گوبگلجه تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۳°۳۷'۴۵/۸۹" N -۲۵°۵۴'۱۱/۳۸" E
گوبگلجه شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۳°۳۷'۴۴/۰۶" N -۲۵°۵۴'۲۱/۲۲" E
گوبگلجه شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۳°۳۷'۴۲/۳۵" N -۲۵°۵۴'۲۱/۶۸" E
گوبگلجه شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۰۲	۱۳°۳۷'۴۳/۰۶" N -۲۵°۵۴'۲۴/۴۲" E
قوردیمنز تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۵۴/۷۴" N -۱۸°۵۴'۴۲/۳۳" E
قوردیمنز تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۵۴/۶۱" N -۱۸°۵۴'۴۰/۹۲" E
قوردیمنز تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۵۴/۵۱" N -۱۸°۵۴'۳۹/۷۵" E
قوردیمنز شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۵۵/۹۹" N -۱۸°۵۴'۴۱/۴۴" E
قوردیمنز شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۵۷/۱۵" N -۱۸°۵۴'۴۰/۲۶" E
قوردیمنز شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۵۶/۳۹" N -۱۸°۵۴'۳۹/۶۰" E
منگالی پایین تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۳۱	۱۴°۳۷'۱۸/۷۳" N -۲۶°۵۴'۲۳/۳۸" E
منگالی پایین تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۳۱	۱۴°۳۷'۱۸/۶۸" N -۲۶°۵۴'۲۱/۱۵" E
منگالی پایین تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۳۱	۱۴°۳۷'۱۸/۵۸" N -۲۶°۵۴'۱۹/۲۴" E
منگالی پایین شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۳۱	۱۴°۳۷'۲۰/۸۶" N -۲۶°۵۴'۲۱/۱۵" E
منگالی پایین شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۳۱	۱۴°۳۷'۲۱/۲۰" N -۲۶°۵۴'۱۹/۳۲" E
منگالی پایین شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۳۱	۱۴°۳۷'۲۰/۱۶" N -۲۶°۵۴'۱۹/۰۶" E
منگالی بالا تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۱۵/۹۶" N -۲۵°۵۴'۳۹/۳۹" E
منگالی بالا تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۱۶/۶۶" N -۲۵°۵۴'۳۸/۹۶" E
منگالی بالا تیمار جاده	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۱۷/۱۱" N -۲۵°۵۴'۳۸/۵۳" E
منگالی بالا شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۱۷/۶۹" N -۲۵°۵۴'۴۰/۱۴" E
منگالی بالا شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۱۸/۲۰" N -۲۵°۵۴'۳۹/۵۹" E
منگالی بالا شاهد	-------	----------	۱۳۹۷/۰۱/۱۷	۱۲°۳۷'۱۷/۵۵" N -۲۵°۵۴'۳۹/۴۵" E



شکل ۴: موقعیت سامان‌های عرفی مورد مطالعه و مکان‌های اندازه‌گیری نفوذ بر روی تصویر گوگل ارث

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

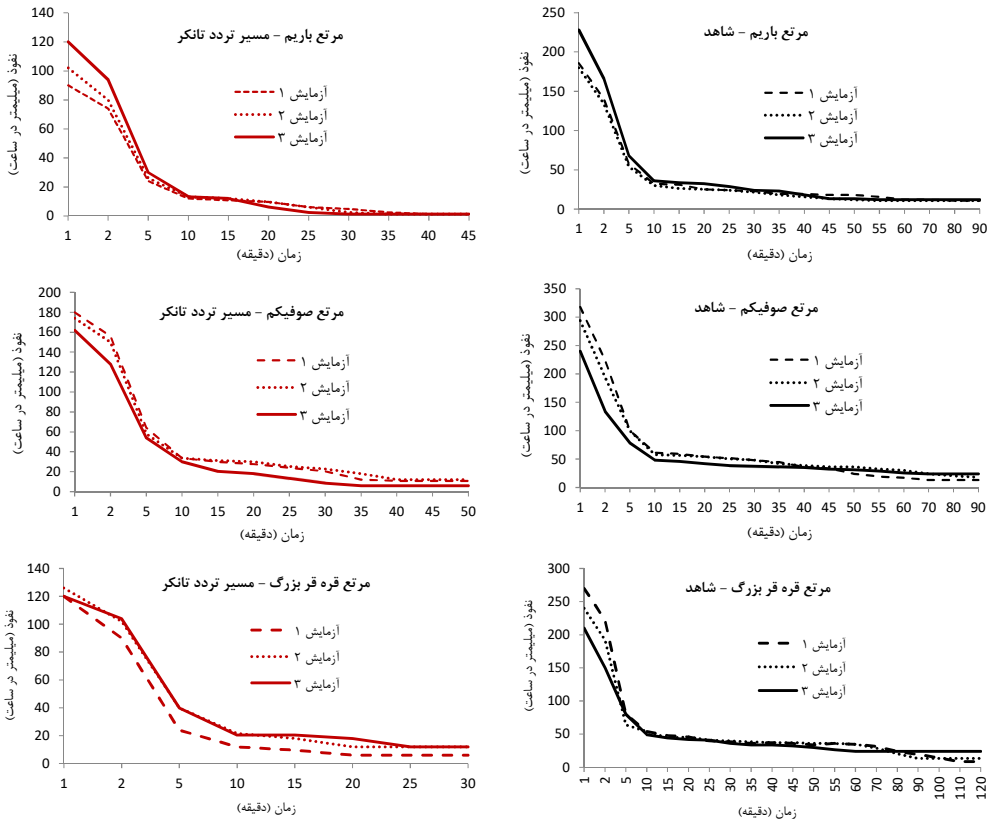
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نسبت به جمع‌آوری نمونه خاک‌های دست خورده از مرتع اقدام و به جهت انجام آزمایش‌های بافت خاک، پایداری خاکدانه در برابر فرسایش، EC، pH، درصد ماده آلی به محیط آزمایشگاه آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شد. سپس برای آنالیز نتایج و پیداکردن سطح معناداری، نسبت به بررسی نرمالیته داده‌ها از روش کولموگروف- اسمیرنوف در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. به منظور مقایسه آماری بین دو منطقه از نظر ویژگی‌های خاک از آزمون t مستقل استفاده شد. در نهایت برای مقایسه معنی‌داری نتایج سه روش هدایت الکتریکی در دو تیمار شاهد و مسیر تردد تانکر در سامان‌های عرفی مختلف از تجزیه واریانس دو طرفه و مقایسه میانگین دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شده است.

نتایج

مقایسه معناداری هدایت هیدرولیکی اشباع در دو منطقه شاهد و تیمار مسیر تردد تانکر

نتایج اندازه‌گیری نفوذ به روش استوانه‌های دوگانه در سه مرتع باریم، صوفیکم و قره قر بزرگ در شکل (۵) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود هم مقادیر نفوذ اولیه و هم مقادیر نفوذ نهایی در تیمار مسیر تردد تانکرها در هر سه مرتع کمتر از مناطق شاهد می‌باشد.



شکل ۵: نتایج آزمایش نفوذ با استوانه های دوگانه در سه مرتع باریم، صوفیکم و قره قر بزرگ

نتایج بدست آمده از هدایت هیدرولیکی هر سه روش به محیط نرم‌افزار SPSS وارد شد و بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها، از طریق آزمون t مستقل مقایسه داده‌های هدایت هیدرلیکی اشباع دو گروه شاهد و تیمار مسیر تردد تانکر صورت گرفت و اختلاف معناداری در سطح ۹۵ درصد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

در داده‌های دو گروه در روش‌های نفوذسنج مکشی و استوانه دوگانه مشاهده گردید (جداول ۳، ۴ و ۵).

جدول ۳: معناداری هدایت هیدرولیکی از طریق آزمون t مستقل در روش نفوذسنج مکشی (میلی‌متر بر ساعت)

هدایت هیدرولیکی نفوذسنج مکشی	میانگین	انحراف معیار	آماره t	آزمون آماره F	درجه آزادی	سطح معناداری
تیمار شاهد	۲/۱۹ [a]	۰/۵۶۳	۴/۸۳۸	۱/۸۰۶	۲۴	۰/۰۰۰
تیمار مسیر تردد تانکر	۱/۲۶ [b]	۰/۳۸۵	۴/۹۸۰			

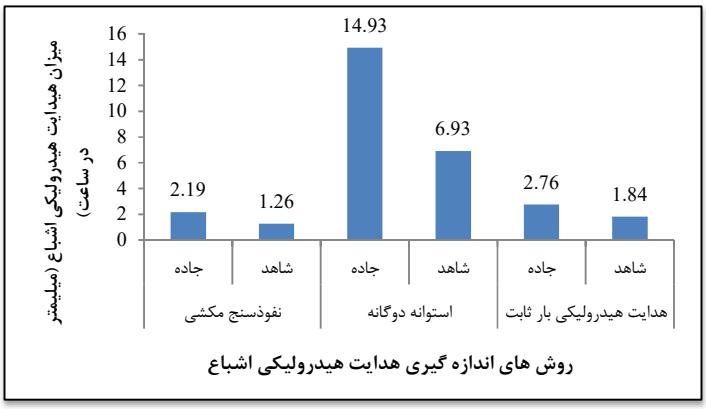
جدول ۴: معناداری هدایت هیدرولیکی از طریق آزمون t مستقل در روش استوانه دوگانه (میلی‌متر بر ساعت)

هدایت هیدرولیکی استوانه دوگانه	میانگین	انحراف معیار	آماره t	آزمون آماره F	درجه آزادی	سطح معناداری
تیمار شاهد	۱۴/۹۳ [a]	۵/۷۵۸	۳/۱۷۳	۰/۱۶۸	۱۶	۰/۰۰۶
تیمار مسیر تردد تانکر	۶/۹۳ [b]	۴/۹۰۳	۳/۱۷۳			

جدول ۵: معناداری هدایت هیدرولیکی از طریق آزمون t مستقل در روش آزمایشگاهی با بار ثابت (میلی‌متر بر ساعت)

هدایت هیدرولیکی با بار ثابت	میانگین	انحراف معیار	آماره t	آزمون آماره F	درجه آزادی	سطح معناداری
تیمار شاهد	۲/۷۶ [a]	۲/۳۸۳	۰/۹۶۹	۴/۳۷۶	۱۲	۰/۳۵۲
تیمار مسیر تردد تانکر	۱/۸۴ [a]	۰/۸۰۷	۰/۹۶۹			

این نتایج نشان داد در مسیرهای تردد تراکتور و تانکر، کوبیدگی خاک سطحی، باعث شده است که نرخ نفوذپذیری خاک به‌صورت معناداری کاهش یابد. نفوذپذیری خاک، بافت و ساختمان خاک در تغذیه و رشد گیاهان نقش مهمی را ایفا می‌کند. به‌طوریکه نتایج اندازه‌گیری پوشش تاجی در دو منطقه مسیر تردد تراکتور و تانکرها و شاهد به ترتیب ۱۰ درصد و ۷۰ درصد بدست آمد، این کاهش پوشش تاجی نشان‌دهنده تاثیر مستقیم میزان نفوذ بر میزان پوشش گیاهی است. در شکل (۶) تغییرات میانگین هدایت هیدرولیکی سه روش اندازه‌گیری شده در دو تیمار جاده و شاهد آورده شده است.



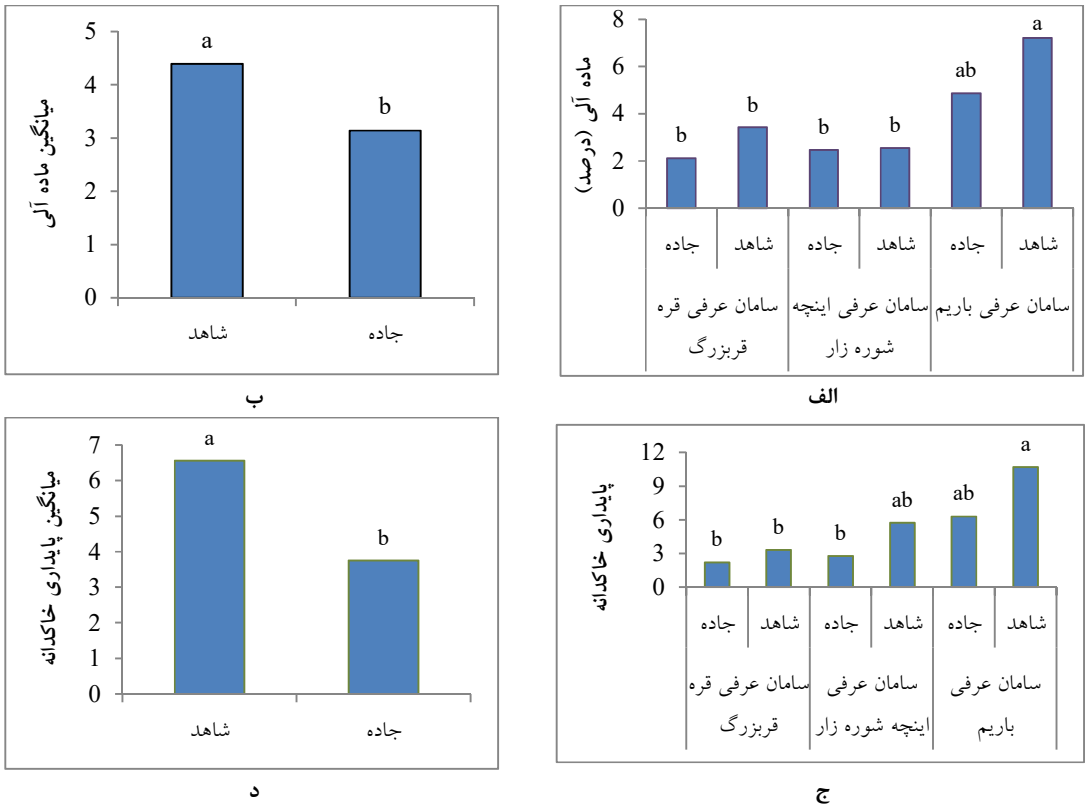
شکل ۶: تغییرات میانگین هدایت هیدرولیکی در تیمار جاده و شاهد در منطقه مورد مطالعه

میزان هدایت هیدرولیکی به ویژگی‌های فیزیکی (۲۱) و شیمیایی خاک بستگی دارد. لذا از بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نسبت به اندازه‌گیری پارامترهای بافت خاک، پایداری خاکدانه در برابر فرسایش، Ec، pH،

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

درصد ماده آلی اقدام گردید. نتایج آزمون آماری نشان داد به غیر از پارامتر pH سایر پارامترها اختلاف معناداری بین تیمار و شاهد دارند.

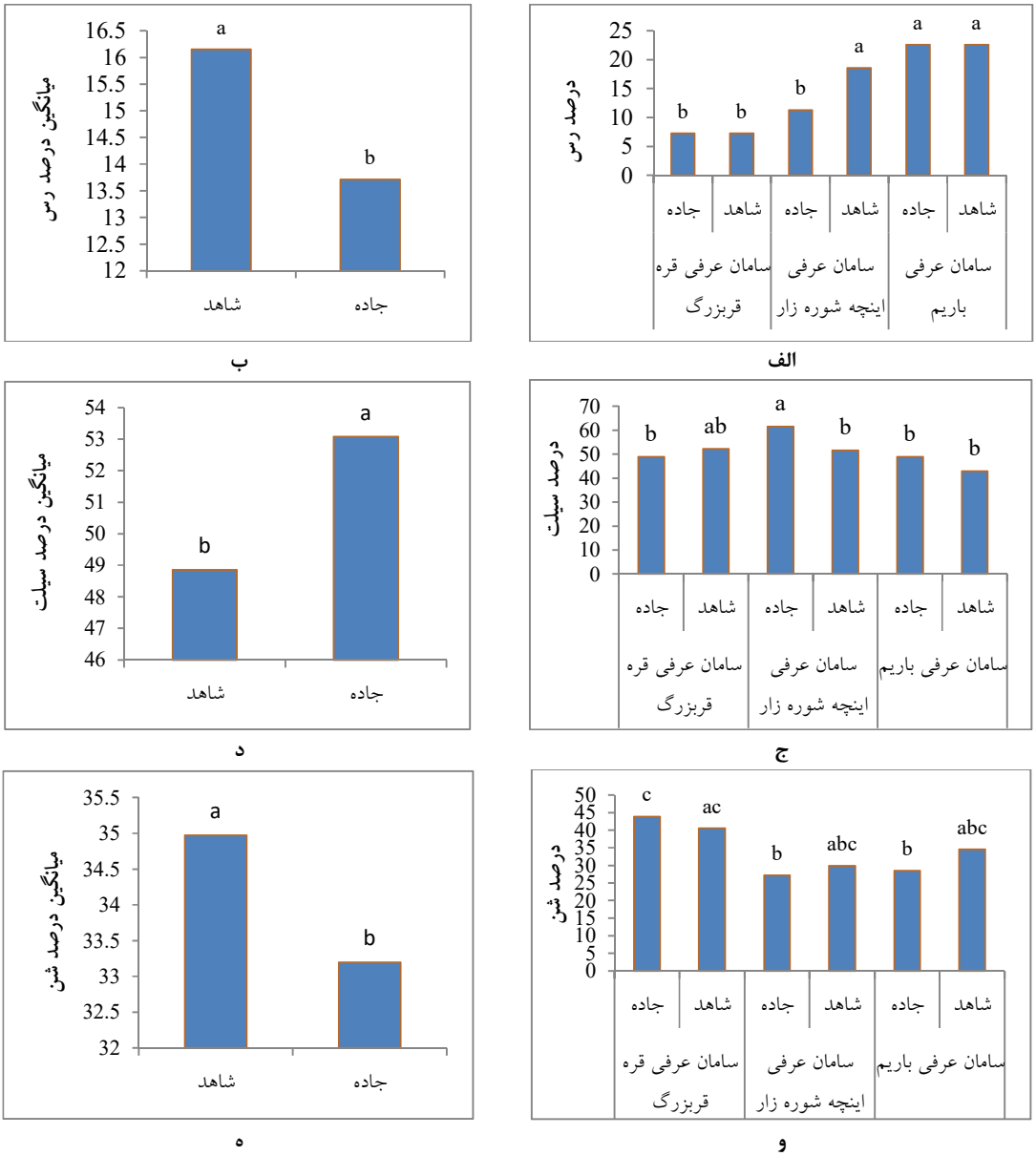
شکل‌های (۷، ۸ و ۹) نتایج مقایسه میانگین دانکن اثرات اصلی و متقابل را در صفات مختلف اندازه‌گیری شده در سطح معنی‌دار ۵ درصد را نشان می دهد.



شکل ۷: نتایج مقایسه میانگین دانکن آزمایش ماده آلی در سه سامان عرفی (الف) و دو تیمار شاهد و جاده (ب) و پایداری خاکدانه در سه سامان عرفی (ج) و دو تیمار شاهد و جاده (د)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

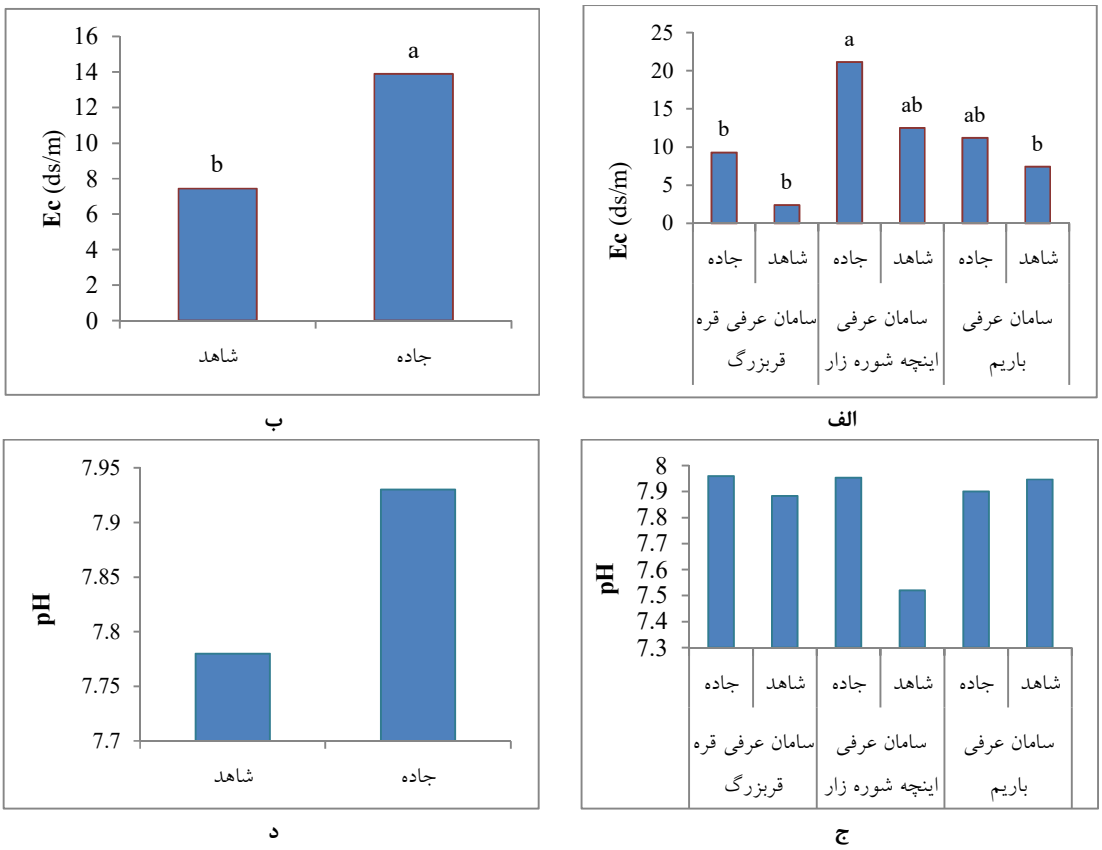
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]



شکل ۸: نتایج مقایسه میانگین دانکن فاکتورهای بافت خاک: درصد رس در سه سامان عرفی (الف) و دو تیمار شاهد وجاده (ب)؛ درصد سیلت در سه سامان عرفی (ج) و دو تیمار شاهد و جاده (د) و درصد شن در سه سامان عرفی (و) و دو تیمار شاهد و جاده (ه)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]



شکل ۹- نتایج مقایسه میانگین دانکن آزمایش Ec در سه سامان عرفی (الف) و دو تیمار شاهد و جاده (ب) و pH در سه سامان عرفی (ج) و دو تیمار شاهد و جاده (د)

نتایج آزمون دانکن نشان داد (شکل‌های ۷ تا ۹) در آزمایش‌های ماده آلی، پایداری خاکدانه، درصد رس بافت خاک، درصد سیلت بافت خاک، درصد شن بافت خاک و Ec اختلاف معنی‌داری در میزان میانگین تیمار شاهد و جاده (مسیر تردد تانکر) در سه سامان عرفی قره قربزرگ، اینچه شوره‌زار و باریم وجود دارد. اما در آزمایش اندازه‌گیری میزان pH اختلاف معنی‌داری در دو تیمار شاهد و جاده در سامان‌های عرفی اندازه‌گیری شده، مشاهده نشده است. همچنین میزان میانگین صفات ماده آلی، پایداری خاکدانه، درصد رس و درصد شن در مناطق شاهد بیشتر از مناطق جاده است.

بحث و نتیجه‌گیری

پارامتر نفوذ آب به خاک و هدایت هیدرولیکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک است که در مسائل مختلف آبخیزداری، کنترل و حفاظت آب و خاک و مدلسازی نقش کلیدی دارد. عوامل متعددی از جمله پوشش گیاهی و فشردگی خاک بر میزان نفوذ آب به خاک تأثیر گذارند. در مراتع قشلاقی شهرستان آق‌قلا منبع آب سطحی و زیرزمینی دائمی برای شرب دام وجود ندارد و در فصل حضور دام در مرتع با وجود بارندگی‌های مناسب پاییزه و زمستانه، بهره‌برداران نسبت به خرید و حمل آب به وسیله تراکتور و تانکر اقدام می‌کنند. به دلیل سادگی و ارزان بودن خرید و حمل آب به مرتع، این روش تا به امروز رواج دارد.

تردد روزانه و بدون محدودیت تانکرها در فصل چرا باعث کوبیدگی خاک سطحی، کاهش نفوذ آب باران، افزایش رواناب و فرسایش آبی و از بین رفتن پوشش گیاهی مرتع می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی و کمی سازی تردد تراکتور و تانکرهای حامل آب بر روی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک بود. با اندازه‌گیری صحرایی نفوذ و بررسی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

میزان هدایت هیدرولیکی اشباع در تیمار مسیرهای تردد تراکتور و تانکرهای حامل آب و تیمار شاهد، اختلاف معناداری در سطح ۹۵ درصد در داده‌های دو گروه در روش‌های نفوذسنج مکشی و استوانه دوگانه مشاهده شد. این کاهش میزان نفوذپذیری و تخریب و فشردگی خاک سطحی در مسیر تردد تراکتور و تانکرها با نتایج مطالعات صادقی‌پور و همکاران (۲۰۱۴)؛ ونائی و همکاران (۲۰۱۷)؛ اسکندری (۱۹۹۵)؛ پیتولا و همکاران (۲۰۰۵)؛ عطائیان (۲۰۰۲) و افرا و همکاران (۲۰۱۰) در رابطه با تاثیر تردد دام در مرتع بر روی فشردگی خاک سطحی و کاهش میزان نفوذ مطابقت دارد.

رشد و گسترش پوشش گیاهی به نفوذ آب به داخل خاک وابسته است به‌طوریکه کاهش میزان نفوذ، باعث کندی رشد ریشه می‌گردد. نتایج اندازه‌گیری تاج پوشش گیاهی در این تحقیق نشان داد در مسیرهای تردد تراکتور و تانکرها میزان پوشش تاجی ۱۰ درصد و در منطقه شاهد ۷۰ درصد می‌باشد. از آنجایی که رشد و گسترش پوشش گیاهی مستلزم نفوذ آب به داخل خاک است کوبیدگی خاک سطحی و کاهش میزان نفوذ در مسیر تردد تراکتور و تانکرها باعث کاهش بسیار چمشگیر میزان پوشش گیاهی شده است که این نتایج با مطالعات بلینچون و همکاران (۲۰۰۷) ؛ کوفین (۲۰۰۷) و همچنین رشتیان (۲۰۱۵) در رابطه با تاثیر جاده‌های شوسته خاکی بر میزان ترکیب، تولید و درصد پوشش گیاهی مرتع مطابقت دارد و بیانگر آسیب‌پذیری بیشتر پوشش گیاهی در این مراتع است. کوبیدگی و فشردگی خاک سطحی ناشی از تردد تراکتور و تانکرهای حامل آب بر روی کیفیت خاک و پارامترهای فیزیکی خاک تأثیر گذاشته به طوریکه نتایج بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک اختلاف معناداری را بین اثر متقابل منطقه نمونه‌برداری و تیمار مسیر تردد تراکتور و تانکر و شاهد نشان داد که با نتایج جلیل‌پور و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای بافت خاک، پایداری خاکدانه در برابر فرسایش، Ec، pH، درصد ماده آلی در دو تیمار شاهد و جاده در سه سامان عرفی قره‌قربزرگ، اینچه شوره‌زار و باریم نشان داد جاده‌های ایجاد شده در سطح مراتع باعث کاهش کیفیت خاک این پارامترها به غیر از pH شده است.

به‌طور کلی نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد تردد روزانه تانکرها در سال‌های متمادی باعث افزایش تراکم راه‌های فرعی، فشردگی خاک سطحی و کاهش نفوذپذیری، نابودی پوشش گیاهی و در نهایت باعث گسترش پدیده بیابان و کانون ریزگردهای محلی در سطح مراتع شده است. یافته‌های فوق نشان داد تردد مداوم دام، انسان و وسایل نقلیه صدمات جبران ناپذیری را بر اکوسیستم مرتع وارد ساخته است از طرفی عمل چرای دام در سطح مراتع وابسته به وجود منابع آب و پراکنش مناسب آن است و دلیل اصلی تردد تراکتور و تانکرهای حامل آب در سطح این مراتع تأمین آب شرب برای دام است. یکی از راه‌های کنترل و کاهش تردد تانکرها تأمین آب در سطح مراتع، استحصال و استفاده از آب باران است. همانطور که مطالعات شیخ و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد مراتع قشلاقی شهرستان آق‌قلا پتانسیل مطلوبی برای استحصال آب باران را دارد همچنین بهره‌برداران منطقه با در نظر گرفتن پیشینه تاریخی استفاده از آب باران در این مناطق تمایل بسیار بالایی به استفاده از آب باران را دارند (پوری و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین با آموزش و ترویج استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران در فصول پرباران می‌توان تا حد زیادی از تردد تراکتورها و تانکرهای حامل آب پیشگیری نمود. با در نظر گرفتن مساحت بالای منطقه مورد مطالعه و پراکندگی بهره‌برداران در سامان‌های عرفی مختلف، اجتناب از تردد وسایل نقلیه غیرممکن می‌باشد. راهکار دیگری که می‌توان در این مراتع در نظر گرفت ایجاد مسیرها و جاده‌های خاکی با تراکم مناسب با در نظر گرفتن پیامدهای اکولوژیکی به منظور تردد دام و انسان است تا کمترین آسیب ممکن بر مرتع وارد شود.

باتوجه به شرایط اقلیمی و ادافیکی حاکم بر منطقه در سال‌های اخیر و نمود پدیده بیابان در قسمت‌هایی از این مراتع، اجرای هرگونه طرح و پروژه‌ای از جمله سازه‌های آبی برای استحصال آب باران و یا جاده برای تردد دام و انسان در این مراتع نیاز به تحقیقات گسترده و در نظر گرفتن همه جوانب و مکان‌یابی مناسب دارد تا از تخریب بیشتر جلوگیری گردد. مجموعه اقداماتی که به منظور مدیریت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

پایدار مراتع با هدف حفظ، احیاء، اصلاح، توسعه و بهره‌برداری مستمر از مراتع نیاز است در قالب طرح‌های مرتعداری ۳۰-۱۰ ساله برای بهره‌برداران هر سامان عرفی تهیه و ابلاغ می‌گردد. در همین راستا به غیر از سامان عرفی قره قرکوچک برای مابقی سامان‌های عرفی در گذشته طرح مرتعداری تهیه و ابلاغ شده که درحال حاضر مدت زمان اجرایی آن‌ها به پایان رسیده است و نیاز به بازنگری و تهیه طرح جدید دارد. لذا پیشنهاد می‌گردد برای کاهش تخریب مرتع، در زمان بازنگری طرح‌ها نسبت به کنترل تردد آزادانه وسایل نقلیه از طریق تعریف و تعیین جاده‌ها و مسیرهای مناسب برای تردد در مراتع اقدام گردد.

References

1. Alinezhad, M., M. Hossein Alizade, M. ownegh & A. Mohammadian Behbahani, 2017. Geomorpho-Pedological analysis of Nebka landscape in Sufikam Plain, Golestan Province. Desert Ecosystem Engineering Research Journal, 6(16): 59-70. (In Persian)
2. Afrah, H., H. Barani, A. Bahremand & V.B. Sheikh, 2010. Comparison of soil physical properties in micro terraces and inters micro terraces on rangelands (Case study: Baba Shamlak Ranch). Journal of Water and Soil Conservation, 17(2): 141-153. (In Persian)
3. Alizadeh, H.A., B. Nazari & A. Liaghat, 2009. Evaluation of Simplified Falling Head (SFH) method for measuring saturated hydraulic conductivity. Journal of Water and Soil, 23(2): 55-62. (In Persian)
4. Attaeian, B., 2002. Establishment of Index Range plants under different soil compactions. M.Sc in Rangeland Management, Natural Resources faculty, University of Tehran, 132p. (In Persian)
5. Belinchon, R., I. Martinez, A. Escudero, G. Aragon & F. Valladares, 2007. Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean Quercus pyrenaica forest. Journal of Vegetation Science, 18(1): 81-90.
6. Bagarello, V & A. Sgroi, 2007. Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydraulic conductivity at the surface of a sandy loam soil. Soil and Tillage Research, 94(2): 283-294.
7. Bouwer, H., 1986. Intake rate, Cylinder infiltrometer: 825-843, In: Klute, A., (Eds) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Properties. 2nd Ed. American Society of Agronomy, Madison, 1188p.
8. Coffin, A.W., 2007. From road kill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. Journal of Transport Geography, 15: 396–406.
9. Delleur, J.W., 2007. The Handbook of Groundwater Engineering. 2nd Edition, CRC Press. New York, 1320p.
10. Eskandari, Z., 1995. Effect of grazing trespass in particular soil physical and summer rangeland in Zagross Esfahan, First National Seminar of Erosion and Sediment in Nour of Mazandaran Province, 241-256. (In Persian)
11. Foley, J.L., P.E. Tolmie & D.M. Silburn, 2006. Improved measurement of conductivity on swelling clay soils using a modified disc permeameter method. Aust. Journal of Soil Research, 44: 701–710.
12. Fuentes, J.P., M. Flury & D.F. Bezdicek, 2004. Hydraulic properties in a silt loam soil under natural prairie, Conventional Tillage and No-Till. Soil Scince Society of America Journal, 68(5): 1679–1688.
13. Ghaiumi Mohamadi, A.M., Sh. Ghorbani Dashtaki, F. Raiesi & P. Tahmasbi, 2013. Effect of land abandonment on variation of soil water infiltration parameters. Journal of Soil and Water Resources Protection, 2(4): 51-54. (In Persian)
14. Ghani, F., S.H. Tabatabayi, M. Shayannejad & S. Ghorbani Dashtaki, 2012. Comparison of four field measurement methods of saturated hydraulics conductivity. Journal Water Resour Engineering, 5(15): 55-66. (In Persian)
15. Hoseini, Y., 2017. Comparison of Guelph permeameter and Tension Disc Infiltrometer MethodS for Measurement of Saturated Soil Hydraulic Conductivity. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 18(69): 1-16. (In Persian)
16. Hatami Golmakani, P., V.B. Sheikh & M. Hossein Alizadeh, 2017. The effect of measurement methods on saturated hydraulic conductivity in eastern loess lands of Golestan province. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 6(4):87-102. (In Persian)
17. Hoseini, S.Y., A. Sepehri, H. Barani & A. Bahremand, 2010. Investigation of the effect of grazing intensity on the permeability of saline and alkaline rangelands outside Golestan province. Rangeland, 4(1): 150-159. (In Persian)
18. Jalil Pour, M., E. Chavoshi & A. Jalaliyan, 2020. Interaction of animal grazing and release of agricultural lands on infiltration parameter and biological properties of soil in semi-steppe rangelands. Rangeland, 14(2): 184-196. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]

19. Jafari, R., V.B. Sheikh, M. Hossein Alizadeh & H .Rezaii Moghadam, 2017. Effect of soil sample size on saturated soil hydraulic conductivity. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 1-12.
20. Kohandel, A., H. Arzani & M. Hosseini Tavassol, 2011. Effect of grazing intensity on soil and vegetation characteristics using Principal Components Analysis. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 17(4): 518-526. (In Persian)
21. Lee, C.S., H.Y. Young & G.R. Robinson, 2002. Secondary succession and natural habitat restoration in abandoned rice fields of central Korea. Restoration Ecology, 10(2): 306–314.
22. Mostafazadeh, R & V.B. Sheikh, 2012. Rain-gauge density assessment in Golestan province using spatial correlation technique. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 93: 79-87. (In Persian)
23. Mohanty, B.P., R.S. Kanwar & R. Horton, 1991. A robust-resistant approach to interpret the spatial behavior of saturated hydraulic conductivity of a glacial till soil under no-tillage system. Water Resources Research, 27: 2979-2992.
24. Pouri. H., V.B. Sheikh & H. Yeganeh, 2019. Investigating the reasons for welcoming / not welcoming farmers to rainwater harvesting (Case study: Winter rangelands north of Aq Qala plains). 7th National Conference on Rainwater Reservoir Systems, Tehran, 110- 117. (In Persian)
25. Pouri. H., V.B. Sheikh & H. Yeganeh, 2019. Investigating the reasons for accepting / not welcoming farmers to use rainwater to supply drinking water to livestock from the perspective of natural resource experts (Case study: Winter rangelands of Aq Qala plains). 7th National Conference on Rainwater Reservoir Systems, Tehran, 128- 135. (In Persian)
26. Pouri, H., 2019. Rainwater harvesting potential to improve management and utilization of rangelands in AqQala plain. M.Sc Thesis in Engineering of Natural Resources-Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Watershed Management, 176p. (In Persian).
27. Pietola, L., R. Horn & M. Ali-Halla, 2005. Effects of trampling by cattle on the hydraulic and mechanical properties of soil. Soil and Tillage Research, 82: 99-108.
28. Perroux, K.M & I. White, 1988. Design for disc permeameters. Soil Science Society of America Journal, 52: 1205-1215.
29. Rashtiyan, A., 2015. Investigating the effect of rural dirt road on vegetation cover and vegetation diversity of central steppe rangelands of Iran (Case study: Aliabad Pishgooh, Yazd province). Journal of Plant Ecology, 3(6): 57-68. (In Persian)
30. Rezaie Pour, S & M. Ghobadinia, 2012. Investigating infiltration phenomenon process using a disk permeameter check and double ring. The 3rd Conference on Agriculture and Food Science. Islamic Azad University of Fasa, 6-11. (In Persian)
31. Rauf, M., A.H. Nazemi, S.A.A. Sadraddini & S. Maroofi, 2010. Estimating saturated and unsaturated hydraulic conductivities of sloping lands under steady and transient states. Journal of Water and Soil, 20(4): 33-46. (In Persian)
32. Reynolds, W.D & D.E. Elrick, 1992. Methods for analyzing constant head well permeameter data. Soil Science Society of America Journal, 56: 320–323.
33. Sheikh, V.B., H. Pouri & H. Yeganeh, 2020. Assessing rainwater harvesting potential to supply water for livestokes using fuzzy techniques within GIS (Case study: northern winter rangelands of Aq Qala plains). Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 73(2): 273-291. (In Persian)
34. Sadeghipuor, A., M. Jafari, N. Kamali, A. Heidari & H. Madah Arefi, 2014. Study the dynamics of organic carbon in soil size fractions of different land uses. Rangeland, 8: 285-292. (In Persian)
35. Tavili, A., 2004. Investigation of the effect of some moss and lichen species on soil and rangeland species characteristics (Case study: Qaraqar rangelands of Golestan province). Thesis for the degree of PhD in Rangeland Management, Natural Resources Faculty, University of Tehran. 189 p. (In Persian).
36. Vanaee, F., P. Karami, H. Joneydi Jafari & K. Nabialahi, 2017. Simulation of soil organic carbon dynamic in meadow ecosystems under different management practices using CENTURY model. Rangeland, 10 (4): 439-449. (In Persian)
37. Ventrella, D., N. Losavio, A.V. Vonella & F.J. Leij, 2005. Estimating hydraulic conductivity of a fine textured soil using tension infiltrometry. Geoderma, 124: 267–277.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-02-09]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.11.0]