# بررسی تاثیر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک بر رفتار هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز (مطالعه‌ی موردی: حوزه آبخیز زوجی گنبد همدان)

سهیلا آقابیگی امین*[1] و بختیار فتاحی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۲/۱۸

**چکیده**

محدودیت منابع آبی و بهره‌برداری پایدار از آن، نشان‌دهنده اهمیت روزافزون مدیریت منابع آب در حوزه‌های آبخیز است. وجود یا عدم‌وجود پوشش گیاهی مناسب و همچنین ویژگی‌های متفاوت خاک بر روی میزان نفوذپذیری و تولید رواناب سطحی مؤثر است که نتیجه آن کاهش هدررفت آب و یا ایجاد سیلاب‌های مخرب خواهد بود. این مطالعه در راستای بررسی رابطه پوشش گیاهی و برخی پارامترهای خاک با میزان رواناب سطحی و نفوذپذیری در حوزه زوجی گنبد که با اعمال دو نوع مدیریت متفاوت در هر زیرحوزه اداره می‌شود انجام گرفت. بدین منظور برای تعیین مقدار پوشش سطحی خاک از پلات و برای اندازه‌گیری پارامترهای مختلف خاک نیز در مرکز پلات‌ها حفر پروفیل تا عمق ۳۰ سانتیمتری و نمونه‌برداری از آن انجام شد. همچنین نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه‌های دوتایی و رواناب سطحی در خروجی زیرحوزه‌ها با استفاده از فلوم خودکار اندازه‌گیری گردید. با استفاده از آزمون T مستقل معنی‌دار بودن تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری شده در زیرحوزه‌ها مورد آزمون قرار گرفت. همچنین برای تعیین روابط بین پارامترهای مورد بررسی از رابطه رگرسیونی استفاده گردید. نتایج به‌دست آمده حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تمامی پارامترهای مورد بررسی در هر دو زیر حوزه بوده و نشان داد که در زیرحوزه نمونه به‌دلیل وجود پوشش گیاهی بیشتر همچنین میزان مواد آلی بالا و وجود بقایای گیاهی و ریشه گیاهان در سطح خاک میزان و شدت نفوذپذیری بیشتر و در نتیجه تولید رواناب کمتر از زیرحوزه شاهد بوده است. همچنین پارامترهای درصد تاج پوشش، خاک لخت، لاشبرگ، کربن آلی و نفوذپذیری در رابطه رگرسیونی به‌دست آمده برای هر دو زیرحوزه نقش معنی‌داری داشتند. همچنین رابطه رگرسیونی در زیرحوزه شاهد بر اساس پارامترهای بیشتری به‌دست آمد. با توجه به معنی‌دار بودن تاثیر مدیریت‌های اعمال شده بر مقدار رواناب خروجی از حوزه، نتایج به‌دست آمده می‌تواند در زمینه اقدامات حفاظت آب و خاک برای مدیران عرصه منابع طبیعی کمک مؤثری باشد.

**واژه‌های کلیدی:** رواناب، نفوذپذیری، رژیم هیدرولوژیکی، حوزه زوجی گنبد.

۱- استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*: نویسنده مسئول: saghabeigi@yahoo.com
۲- استادیار، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، همدان، ایران

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

**مقدمه**

رواناب ناشی از بارش در حوزه‌های آبخیز از موضوعات مهم مدیریت منابع آب است. درصد زیادی از حجم بارندگی در مناطق مختلف کشور تحت تأثیر عوامل مختلف به رواناب سطحی تبدیل می‌شود. خصوصیات خاک سطحی مانند زبری، ساختمان و بافت خاک، پوشش گیاهی و سنگریزه‌ای اهمیت زیادی در کنترل نفوذ آب به خاک، شروع رواناب و فرسایش خاک دارند. وجود پوشش گیاهی در سطح حوزه به‌دلیل اثراتی که بر اجزاء سیکل هیدرولوژی حوزه دارد، از عوامل کاهش‌دهنده سیل‌خیزی و فرسایش در یک حوزه است. پوشش گیاهی فرسایش خاک را به‌وسیله اجزاء تاج پوشش، ریشه و برگ کنترل می‌کند (۱۳). از جنبه هیدرولوژیکی، تاج پوشش گیاهی فرسایش خاک را با گیرش[1]بارندگی و هدایت امن آن به خاک و کاهش انرژی قطرات باران و تاثیرات فرسایش بارانی و افزایش نفوذپذیری کنترل می‌کند (۶). تاثیر پوشش گیاهی بر آب خاک در نتیجه تاثیر آن بر سرعت نفوذپذیری، سرعت رواناب و تبخیر و تعرق است (۵). تاثیر چرای مفرط و بهره‌برداری غلط از مراتع، تردد مداوم دام و به‌دنبال آن فشرده شدن خاک و کاهش نفوذپذیری، سبب گردیده است که در سال‌های اخیر وقوع جریان‌های طغیانی شدت بیشتری پیدا کند. شناخت عوامل اصلی تاثیرگذار بر شدت رواناب می‌تواند در ارائه پیشنهادهای مدیریتی و کمی نمودن تغییرات رواناب و هدررفت خاک مفید واقع شود. با توجه به مطالعات صورت گرفته تخریب یا مدیریت نامناسب پوشش گیاهی می‌تواند تاثیرات منفی بر دینامیک چرخه رواناب سطحی و فرسایش و رسوب و تشدید این فرایندها گردد (۱، ۱۴ و ۱۵). بسیاری از مطالعات در زمینه بررسی تاثیر عوامل مختلف گیاهی و خاک بر میزان رواناب با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران (۳، ۴، ۱۹ و ۲) صورت گرفته است و این در حالی است که بررسی و تجزیه و تحلیل آن از طریق بارش‌های طبیعی کمتر صورت گرفته است. دووان[2] و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه تاثیر ۸ نوع پوشش گیاهی بر رژیم هیدرولوژیکی در شیب‌های بالا در مناطق لسی چین به این نتیجه رسیدند که تاثیر حفاظتی پوشش گیاهی خاک بسته به نوع گیاه مورد استفاده متفاوت است. بر این اساس، هدف این پژوهش بررسی تغییرات رواناب با تغییر میزان پوشش گیاهی و خصوصیات مختلف خاک سطحی در حوزه زوجی گنبد در استان همدان است. علاوه بر این مطالعات مختلفی در زمینه تاثیر چرا بر پوشش گیاهی و خصوصیات خاک که از عوامل مهم تاثیرگذار بر ایجاد رواناب هستند صورت گرفته است. از جمله مطالعات صورت گرفته شامل کهندل و همکاران (۲۰۱۱) است که در بررسی های خود به این نتیجه رسیدند که با کاهش شدت چرا درصد تاج پوشش گندمیان و میزان نفوذپذیری افزایش می‌یابد اما افزایش شدت چرا باعث فشردگی بیشتر و مقاومت خاک در مقابل نفوذپذیری می‌شود. سالاریان و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی ویژگی‌های خاک در منطقه تحت قرق و آزاد مشاهده کردند که درصد خاک لخت در منطقه آزاد افزایش یافته در حالی که درصد سنگ و سنگریزه و لاشبرگ مستقل از اثر قرق بوده است. بررسی‌های جعفری و همکاران (۲۰۱۳) نیز حاکی از بیشتر بودن میزان لاشبرگ، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد آهک و وزن مخصوص خاک در منطقه چرای آزاد نسبت به منطقه قرق بوده در حالی که درصد سنگ و سنگ ریزه در منطقه قرق افزایش نشان داده است. علاوه بر این بافت و درصد کربن آلی خاک تفاوت محسوسی در دو منطقه نشان نداده‌اند. مطالعه قربانی و همکاران (۲۰۱۵) در رابطه با تاثیر چرای دام بر خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که با افزایش شدت چرا از میزان تخلخل خاک که از عوامل مهم بر میزان نفوذپذیری است کاسته و همچنین مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرند. همچنین جنیدی و همکاران (۲۰۱۶) در رابطه با تاثیر چرای دام بر مقدار مواد آلی خاک و کاهش ۴۵ درصدی و ۷۵ درصدی کربن آلی به‌ترتیب در چرای متوسط و سنگین است. در مطالعه ای یانگ-ژانگ[3] و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که درصد پوشش گیاهی و کربن آلی خاک در منطقه چرا شده نسبت به منطقه چرا نشده کمتر و وزن مخصوص ظاهری و اسیدیته خاک بیشتر می‌باشد.

[1]- Interception
[2]- Duan
[3]- Yong-Zhong

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

تسما[1] و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مقایسه تاثیر چرای سبک و سنگین بر ویژگی‌های خاک دریافتند که مواد غذایی خاک و لاشبرگ سطح زمین در منطقه چرای سنگین به طورمعنی داری نسبت به چرای سبک کمتر و همچنین درصد خاک لخت بیشتر است.

هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی تاثیر میزان پوشش گیاهی و خصوصیات خاک بر تولید رواناب در دو زیر حوزه با مدیریت متفاوت (چرای آزاد و قرق) است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

حوزه زوجی گنبد با مساحت ۴/۴۷ کیلومترمربع در شهرستان همدان قرار گرفته است (شکل ۱). این حوزه جزء حوزه آبریز کویر مرکزی، حوزه آبخیز قره‌چای و زیر حوزه سد و فرقان می‌باشد. شیب متوسط حوزه ۲۸ درصد است. زیرحوزه‌های نمونه و شاهد در این حوزه به‌ترتیب دارای مساحتی برابر با ۱/۵ و ۱/۳۹ کیلومترمربع و شیب آنها نیز ۳۴/۸ و ۳۳ درصد می‌باشد. همچنین کمترین و بیشترین ارتفاع ۲۱۷۵ و ۲۴۲۵ متر در زیرحوزه نمونه و ۲۱۵۸ و ۲۴۱۰ متر در زیرحوزه شاهد می‌باشد (شکل ۱ و ۲). بارش متوسط سالانه در سطح حوزه بر اساس داده‌های آمار ۲۰ ساله ایستگاه باران‌سنجی که در روستای گنبد واقع شده است، ۳۹۶/۸ میلی‌متر است. طبق آمار بیشترین بارندگی مربوط به فروردین ماه، و کمترین بارندگی مربوط به تیر ماه است. بیشترین بارندگی فصلی حوزه مورد مطالعه مربوط به فصل بهار و پس از آن نیز مربوط به فصل پاییز می‌باشد. کمترین بارندگی نیز مربوط به فصل تابستان است. تمام سطح حوزه به طور یکسان برف‌گیر می‌باشد. اما تفاوتهایی در مدت زمان دوام برف در حوزه وجود دارد. برف دامنه‌های جنوبی زودتر شروع به ذوب شدن می‌کند. میانگین دمای سالانه حوزه معرف گنبد ۱۲/۱ درجه سانتیگراد می‌باشد.

بیشترین تعداد روزهای یخبندان در ماه دی بوده که با بوران شدید احتمالی همراه می باشد. این امر با توجه به میزان بارندگی و به‌طور کلی بارش، نشان دهنده زمستان سرد و تقریباً خشک بوده که بیشترین بارش را به صورت برف نشان خواهد داد.

منطقه مورد مطالعه بر اساس ضریب دومارتن دارای اقلیم نیمه خشک و در طبقه‌بندی آمبرژه دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد. بر اساس منحنی آمبروترمیک ماه‌های خشک منطقه شامل ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر است.

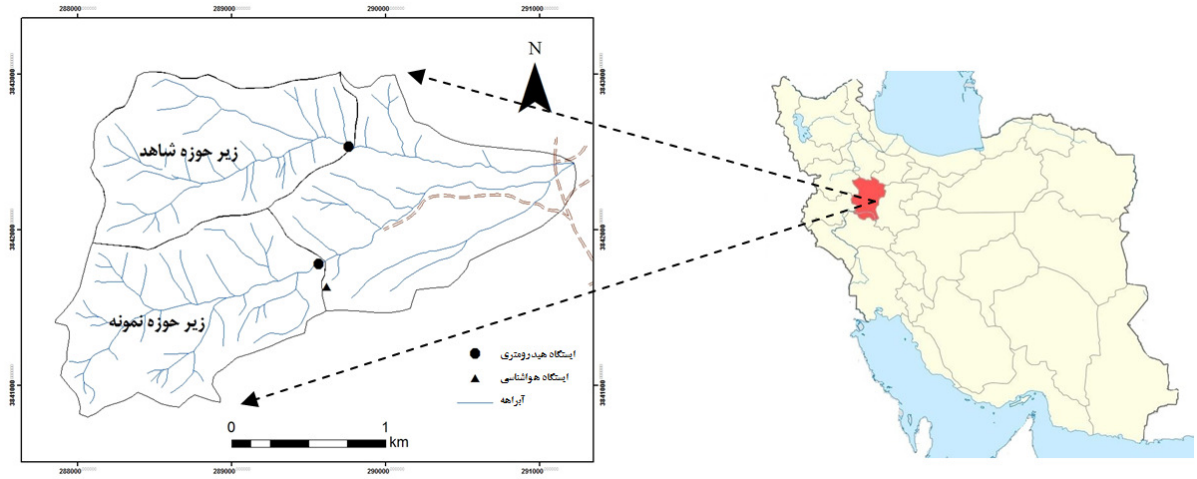
بر اساس تقسیم‌بندی بیوکلیمایی ایران، حوزه گنبد در فلور ایران- توران و زیرفلور نیمه استپی سرد قرار دارد که در کنار تقسیم‌بندی مراتع ایران از لحاظ زمان بهره‌برداری جزو مراتع ییلاقی محسوب می‌شود، شروع فصل رشد در این مراتع اواخر اسفند و اوایل بهار می‌باشد.

توپوگرافی منطقه و جهات اصلی آن یعنی شمالی و جنوبی نیز بر روی زمان شروع رشد تاثیر می‌گذارد در دامنه‌های جنوبی که پوشش گیاهی کمتری نیز دارند و عمق خاک کمتر است، فصل رشد زودتر شروع می شود زیرا انرژی و طول مدت تابش بیشتری از خورشید دریافت می‌کند؛ به نحوی که در بسیاری از سالها در دامنه‌های جنوبی از اواسط اسفندماه بسیاری از گونه های زودرس از خانواده‌های Caryophyllacea، ramineaceae و Labiateaceae شروع به رشد می‌کنند و در دامنه‌های شمالی با حدود ۱۵ - ۱۰ روز تاخیر رشد آغاز خواهد شد. به طور کلی برای بخش زیادی از حوزه در صورتی که برف یا یخبندان وجود نداشته باشد، دهه سوم اسفند ماه شروع فصل رشد خواهد بود و فصل رشد تا اواسط مرداد ماه و حتی دیرتر برای برخی گندمیان (مانند *Stipa Parviflora*) ادامه خواهد داشت.

[1]- Tessema

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]




**شکل ۱- موقعیت زیرحوزه ها، ایستگاه‌های هیدرومتری و هواشناسی حوزه زوجی گنبد**

## روش کار

مطالعه حاضر در چند مرحله شامل اندازه‌گیری‌های صحرایی، کارهای آزمایشگاهی و آنالیز آماری انجام پذیرفت که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود:

### اندازه‌گیری صحرایی

فاکتورهای مورد اندازه‌گیری در پنج گروه طبقه‌بندی شدند:

۱. خصوصیات پوشش گیاهی موثر بر رواناب و نفوذ شامل: درصد تاج پوشش و تراکم گونه‌های گیاهی

۲. خصوصیات خاک سطحی شامل: درصد پوشش لاشبرگ، سنگ و سنگریزه، خاک لخت

۳. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

۴. نفوذپذیری خاک

۵. دبی و رواناب در خروجی حوزه

برای اندازه‌گیری فاکتورهای پوشش گیاهی، درصد پوشش خاک لخت، سنگ و سنگریزه و لاشبرگ از پلات‌های دو متر مربعی استفاده شد. در هریک از زیر حوزهحوزه تعداد ۵۳ پلات به روش سیستماتیک-تصادفی در امتداد ترانسکت‌های ۵۰ متری مستقر گردید (شکل ۲). خصوصیات مختلف خاک نیز به روش نمونه‌برداری ترکیبی با حفر ۲۶ پروفیل در هر زیرحوزه تا عمق ۳۰ سانتیمتری (۶) به‌دست آمدند.

اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه‌های دوتایی[1] انجام شد. مقدار رواناب نیز از داده‌های اندازه‌گیری شده از فلومهای خودکار مستقر در ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در خروجی این زیرحوزه‌ها به‌دست آمد. داده‌های دبی مورد استفاده در این تحقیق دبی‌های لحظه‌ای برای سال‌های آماری ۹۰-۱۳۸۵ است که با جداسازی دبی پایه از روش لگاریتمی، رواناب مستقیم آن به‌دست آمد.

### کارهای آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک و سنگریزه‌ها و خار و خاشاک گیاهی تفکیک و خارج شد و سپس به‌وسیله آون چینی کوبیده شده و با الک شماره ۱۰ الک شدند. بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری بایکوس (۱۱)، انجام و برای تعیین درصد شن ریز و درشت از الک تر استفاده شد. درصد آهک از روش تیتراسیون (۲۱)، درصد ماده آلی به روش والکلی بلک و درصد نیتروژن با استفاده از روش کجلدال (۱۴) به دست آمدند.

### آنالیز آماری داده‌ها

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنف تایید شد. سپس معنی‌داری اختلاف پارامترهای مورد بررسی در دو زیر حوزه با استفاده از آزمون t استیودنت مورد ارزیابی قرار گرفت. رابطه موجود بین رواناب با سایر متغیرها در هر کدام از زیرحوزه‌ها با استفاده از رابطه رگرسیونی چندگانه توأم مورد بررسی قرار گرفت. رواناب ویژه به‌عنوان متغیر وابسته و میزان

[1]- Double rings

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

پوشش گیاهی، نفوذپذیری و خصوصیات مختلف خاک به عنوان متغیرهای مستقل بررسی شد.

## واسنجی و بررسی صحت مدل

در این تحقیق برای ارزیابی و سنجش میزان کارایی دقت مدل رگرسیونی و مقایسه نتایج مدل به‌دست آمده با مقادیر اندازه‌گیری شده از معیارهای آماری ضریب تبیین[1] ریشه میانگین مربعات خطا[2] و میانگین اریبی اشتباه[3] استفاده شد.

ضریب تبیین نشان می‌دهد چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل تبیین می شود. همچنین هر چه مقدار RMSE به صفر نزدیک‌تر میزان تخمین و پیش‌بینی بهتر خواهد بود و پارامتر ارزیابی میانگین اریبی اشتباه نشان می‌دهد که مدل مقدار متغیر مورد نظر را کم یا زیاد برآورد می‌کند.

## نتایج

ویژگی‌های پوشش سطح خاک بر اساس اندازه‌گیری ۵۳ پلات در سطح زیرحوزه شاهد و نمونه به دست آمد. شاخص‌های آماری تمامی پارامترها نیز برای بررسی بهتر آنها محاسبه گردید که نتایج آنها در جدول (۱) برای زیرحوزه‌های مورد مطالعه آمده است.

**شکل ۲- پلات مورد استفاده در اندازه‌گیری پوشش گیاهی در حوزه زوجی گنبد**

نتایج حاصل از آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های خاک در زیرحوزه‌های نمونه و شاهد و مقدار رواناب سطحی اندازه‌گیری شده در خروجی زیرحوزه‌ها توسط فلوم‌های خودکار در جدول (۲) آورده شده است.

[1] -R-Square (R2)
[2]- Root mean square error (RMSE)
[3]- Mean bias error (MBE)

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

**جدول ۱- ویژگی‌های پوشش در پلات‌های اندازه‌گیری شده در زیر حوزه‌های مورد مطالعه**

| زیر حوزه | نوع پوشش سطحی خاک (درصد) | میانگین | انحراف معیار | ضریب تغییرات |
|---|---|---|---|---|
| شاهد | تاج پوشش | ۵۴/۶۶ | ۱۲/۶۷ | ۰/۲۳ |
| | لاشبرگ | ۷/۶۶ | ۲/۵۳ | ۰/۳۳ |
| | سنگ و سنگریزه | ۲۳/۶۶ | ۱۵/۶۵ | ۰/۶۶ |
| | خاک لخت | ۱۳/۷۹ | ۱۰/۲۰ | ۰/۷۴ |
| نمونه | تاج پوشش | ۶۷/۴۵ | ۱۴/۳۱ | ۰/۲۱ |
| | لاشبرگ | ۸/۷۳ | ۳/۲۴ | ۰/۳۷ |
| | سنگ و سنگریزه | ۱۶/۸۶ | ۱۱/۹۳ | ۰/۷۱ |
| | خاک لخت | ۵/۸۶ | ۴/۶۵ | ۰/۷۹ |

**جدول ۲- خصوصیات مختلف خاک و مواد غذایی و رواناب در زیرحوزه‌های مورد مطالعه**

| زیر حوزه | هدایت الکتریکی عصاره اشباع (mmoh/cm) | اسیدیته | کربنات کلسیم (٪) | فسفر قابل جذب(ppm) | پتاسیم قابل جذب (ppm) | کربن آلی (٪) | نیتروژن (٪) | کلسیم (meq/L) | منیزیم (meq/L) | نفوذپذیری (mm/min) | حجم روان آب ( متر مکعب در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نمونه | ۰/۴۸ | ۷/۴۴ | ۴/۱۴ | ۲۲/۴۶ | ۲۷۳/۲۱ | ۱/۰۷ | ۰/۱۷ | ۱/۷۳ | ۱/۰۵ | ۰/۹۳ | ۱۲۶/۶۷ |
| شاهد | ۰/۵۱ | ۷/۳۸ | ۳/۴۷ | ۱۸/۰۶ | ۲۵۱/۹۳ | ۰/۶۹ | ۰/۱۱ | ۱/۵۰ | ۰/۸۱ | ۰/۵۳ | ۲۱۵/۸۳ |

همانطور که ملاحظه می‌شود دو زیر حوزه از نظر ویژگی‌های خاک نیز متفاوت می‌باشند. بر اساس ازمون t مستقل این اختلاف از نظر آماری در سطح ۵ درصد برای تمامی پارامترها غیر از هدایت الکتریکی، pH و پتاسیم معنی‌دار است (جدول ۳).

با توجه به شرایط توپوگرافی، پوشش گیاهی و خاک سعی گردید که اندازه‌گیری نفوذپذیری در بخش‌های مختلف هر دو حوزه انجام شود تا داده‌های به‌دست آمده به واقعیت جامعه آماری مورد نظر نزدیکتر باشد.

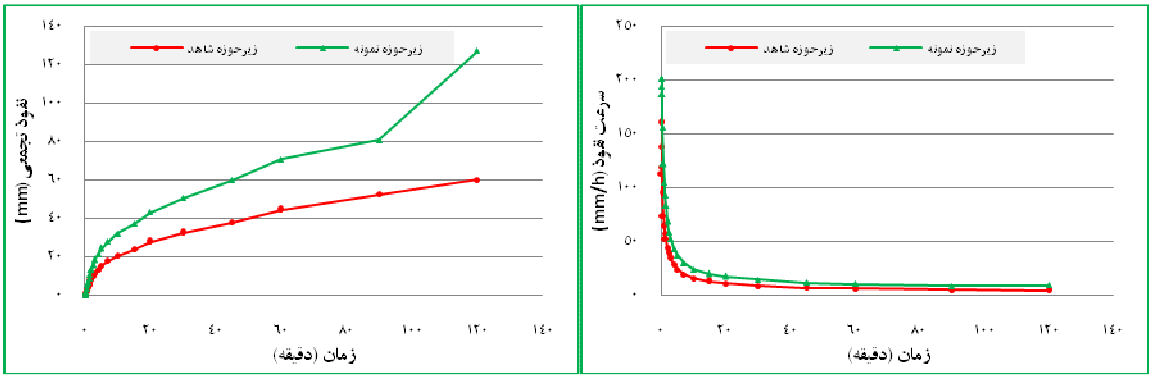
نفوذ آب به درون خاک معمولاً از چند جهت مورد بررسی قرار می‌گیرد که شدت نفوذ و مقدار تجمعی نفوذ مهمترین آن‌ها هستند. با توجه به اینکه سیلاب‌های حاصله از بارندگی‌ها علاوه بر شدت بارندگی، به‌سرعت نفوذ آب در خاک نیز بستگی دارد؛ بنابراین برآورد سرعت نفوذ آب در خاک در حوزه‌های آبخیز از اهمیت فراوانی برخوردار است. منحنی سرعت نفوذپذیری و منحنی تجمعی در دو زیرحوزه مورد مطالعه در شکل ۳ آمده است.

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

**جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی و فاکتورهای سطحی دو زیرحوزه با استفاده از آزمون t مستقل**

| پارامتر | نمونه | شاهد | t | درجه آزادی | معنی داری |
|---|---|---|---|---|---|
| پوشش گیاهی | ۱/۷± ۶۸/۶۸ | ۱/۷۴±۵۴/۶۶ | -۵/۲ | ۱۰۴ | ۰/۰۰ |
| لاشبرگ | ۰/۴۴±۸/۷۳ | ۰/۳۴±۷/۶۶ | -۲/۵۵ | ۱۰۴ | ۰/۰۴ |
| سنگ و سنگریزه | ۱/۶±۱۶/۸۳ | ۲/۱۵±۲۳/۶۶ | ۱/۹۱ | ۱۰۴ | ۰/۰۱ |
| خاک لخت | ۰/۶۴±۵/۸ | ۱/۴±۱۳/۸ | ۵/۷۶ | ۱۰۴ | ۰/۰۰ |
| هدایت الکتریکی | ۰/۴۸±۰/۰۲ | ۰/۰۳±۰/۵۱ | ۰/۷۹ | ۴۷ | ۰/۴۳ |
| pH | ۰/۰۵±۷/۴۳ | ۰/۰۴±۷/۳۸ | ۰/۹۵ | ۴۷ | ۰/۳۴ |
| کلسیم | ۰/۰۹±۱/۷۳ | ۰/۰۵±۱/۵۰ | ۲/۲۷ | ۴۷ | ۰/۰۲ |
| فسفر | ۰/۸۳±۲۲/۴۶ | ۰/۸۶±۱۸/۰۶ | ۳/۶۵ | ۴۷ | ۰/۰۰ |
| پتاسیم | ۱۸/۳۶±۲۵۱/۹۳ | ۲۷۳/۲۲±۲۴/۳۷ | -۰/۶۸ | ۴۷ | ۰/۴۹ |
| کربن آلی | ۰/۰۶±۱/۰۷ | ۰/۰۵±۰/۶۹ | ۵/۰۶ | ۴۷ | ۰/۰۰ |
| نیتروژن | ۰۰±۰/۱۷ | ۰/۰۶±۰/۸۱ | ۵/۰۷ | ۴۷ | ۰/۰۰ |
| نفوذتجمعی | ۱۳/۱۶±۴/۱۶ | ۱۷/۵۶±۱/۹۱ | ۲/۰۲ | ۲۱ | ۰/۰۴ |
| سرعت نفوذپذیری | ۷۳/۴۵±۱۳/۰۹ | ۴۹/۸۳±۷/۹۰ | ۱/۵۵ | ۲۱ | ۰/۰۵ |




**شکل ۳- منحنی سرعت نفوذپذیری و منحنی تجمعی نفوذپذیری در زیرحوزه‌های مورد مطالعه**

همچنین میانگین سرعت نفوذپذیری و تجمعی نفوذ در هر دو زیرحوزه برای نقاط اندازه‌گیری شده در جدول ۴ آمده است. مقدار آبی که در زمین نفوذ می‌کند صرف نظر از وضعیت سطح خاک، به صورت تجمعی نسبت به زمان افزایش پیدا می‌کند که منحنی حاصل از آن منحنی تجمعی نفوذ نامیده می‌شود. آزمون t مستقل (جدول ۳) نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار بین میانگین شدت نفوذپذیری و همچنین نفوذ تجمعی در دو زیر حوزه می‌باشد.

**جدول ۴ مقادیر اندازه‌گیری شده سرعت نفوذپذیری و نفوذ تجمعی در زیر حوزه‌های مطالعاتی**

| زیرحوزه | نقاط اندازه گیری / متغیر | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نمونه | سرعت نفوذپذیری | ۸۳/۱۸ | ۷۵/۶۶ | ۷۴/۹۱ | ۱۴۱/۲۸ | ۴۲/۴۰ | ۲۵/۰۱ | ۱۵۰/۶۲ | ۷۸/۶۱ | ۳۷/۸۵ | ۸۰/۶۹ | - | - | - |
| | نفوذ تجمعی | ۴۴/۱۹ | ۳۲/۷۹ | ۳۴/۸۹ | ۳۵/۷۲ | ۱۴/۵۵ | ۷/۵۴ | ۳۹/۹۲ | ۱۶/۹۴ | ۹/۸۵ | ۲۵/۱۶ | - | - | - |
| شاهد | سرعت نفوذپذیری | ۴۴/۲۰ | ۲۳/۷۸ | ۶۸/۱۰ | ۲۸/۹۴ | ۳۳/۰۳ | ۶۲/۱۶ | ۳۱/۲۶ | ۴۰/۴۶ | ۶۵/۸۲ | ۳۸/۳۲ | ۱۳۱/۳۸ | ۲۹/۶۵ | ۵۰/۷۵ |
| | نفوذ تجمعی | ۱۹/۷۲ | ۱۰/۰۵ | ۲۵/۸۲ | ۱۱/۷۱ | ۱۰/۲۷ | ۱۸/۵۳ | ۱۵/۴۴ | ۱۰/۰۱ | ۲۲/۸۱ | ۱۴/۷۵ | ۳۲/۱۲ | ۱۳/۷۹ | ۲۳/۳۰ |

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

**رابطه بین پارامترهای مختلف حوزه با رواناب ویژه**

نتایج به‌دست آمده از بررسی رابطه بین پارامترهای پوشش سطحی خاک، سرعت نفوذپذیری، نفوذ تجمعی و ویژگی‌های مختلف خاک با رواناب ویژه به تفکیک برای دو زیرحوزه نمونه و شاهد با استفاده از رابطه رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۵).

**جدول ۵- رابطه رگرسیونی بین دبی ویژه با پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و پوشش سطحی خاک در زیر حوزه‌های مطالعاتی**

| زیرحوزه | رابطه رگرسیونی به دست آمده |
|---|---|
| نمونه | $Q = -0.088 - .00007V + 0.016I_s + 0.288C - 0.002R + 0.006L - 0.003B$ |
| شاهد | $1.21 + 0.011V + 0.01R + 0.17L + 0.01B + 0.933Ec + 0.456pH - 0.359Ca + 0.001P - 0.709C + 0.316Mg - 0.021I_s + 0.004I$ |

Q: رواناب ویژه، V: درصد پوشش گیاهی، R: درصد سنگ و سنگریزه، L: لاشبرگ، B: خاک لخت، Ec: هدایت الکتریکی، pH: اسیدیته خاک، Ca: کلسیم، P: فسفر، C: کربن آلی، Mg: منیزیم، $I_s$: نفوذ تجمعی، I: سرعت نفوذپذیری

جدول ۶ معیارهای ارزیابی مدل های به‌دست آمده را برای دو زیر حوزه نشان می‌دهد.

**جدول ۶- معیارهای آماری ارزیابی مدل های رگرسیونی به دست آمدهدر زیر حوزه‌های مطالعاتی**

| زیرحوزه | ضریب تبیین | ضریب تبیین تعدیل شده | ریشه میانگین مربعات خطا | میانگین اریبی اشتباه |
|---|---|---|---|---|
| نمونه | ۰/۵۱ | ۰/۴۷ | ۰/۷۵ | -۰/۰۴ |
| شاهد | ۰/۶۵ | ۰/۵۶ | ۱/۴ | ۱/۱۳ |

**بحث و نتیجه‌گیری**

همانطور که نتایج نشان داد میزان تاج پوشش گیاهی و لاشبرگ در زیرحوزه نمونه بیشتر از زیرحوزه شاهد است و در مقابل مقدار سنگ و سنگریزه و خاک لخت در زیرحوزه شاهد بیشتر است. دلیل این امر وجود و تاثیر چرا در زیرحوزه شاهد است، این در حالی است که زیرحوزه نمونه از سال ۱۳۸۲ قرق بوده و این امر باعث افزایش پوشش گیاهی آن نسبت به زیرحوزه شاهد شده است. این نتایج با یافته های سالاریان و همکاران (۲۰۱۳) در رابطه با بیشتر بودن درصد خاک لخت در منطقه چرا شده همراستا می باشد. اما با نتایج آنها در زمینه عدم تاثیر چرا بر مقدار سنگ و سنگریزه و مطالعات جعفری و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر بیشتر بودن درصد سنگ و سنگریزه در منطقه قرق مغایر است. علاوه بر این نوسانات و ضریب تغییرات تاج پوشش و لاشبرگ در زیرحوزه نمونه کمتر است که حاکی از یکنواخت تر بودن وجود پوشش گیاهی در این زیرحوزه می‌باشد. همچنین ملاحظه می‌شود که در زیرحوزه نمونه میزان پوشش تا ۷۴ درصد نیز مشاهده می‌شود اما در زیرحوزه شاهد از ۵۵ درصد فراتر نرفته است. تاثیر مثبت قرق بر بالا بودن درصد تاج پوشش با مطالعات یانگ-ژانگ و همکاران (۲۰۰۵) و تسما و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. آنالیز بافت خاک در دو حوزه نیز نشان می‌دهد که زیرحوزه نمونه با ۱۹/۳ درصد رس، ۳۴/۳ درصد سیلت و ۴۶/۸ درصد شن دارای بافت لومی و زیرحوزه شاهد با ۳۰/۶۸ درصد رس، ۱۳/۴۸درصد سیلت و ۵۵/۸۳ درصد شن دارای بافت شنی-رسی هستند. این یافعه با نتایج جعفری و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر عدم تفاوت بافت خاک در واحدهای کاری متفاوت است. بافت خاک از خصوصیات مهم و فیزیکی خاک است که حرکت آب در خاک، زهکشی، سله بستن و خیلی از خصوصیات دیگر تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد. با توجه به این عوامل و وجود ماکر و میکرو ارگانیسم‌های خاک (فعالیت‌های بیولوژیکی)، پوشش گیاهی، تراکم و وضعیت ریشه گیاهان و ... میزان نفوذپذیری خاک متغیر است. منحنی سرعت و تجمعی نفوذپذیری در دو زیر حوزه حاکی از تفاوت زیاد نفوذ اولیه در این دو زیرحوزه است که نقطه شروع رواناب است. به طور کلی منحنی زیر حوزه نمونه بالاتر از زیرحوزه شاهد قرار گرفته است و در زمان‌های یکسان شدت نفوذ در این زیرحوزه بیشتر بوده

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

است. تشکیل یا عدم تشکیل رواناب در حین بارندگی بستگی به شدت بارش دارد. با توجه به میزان و شدت نفوذپذیری در زیرحوزه‌های مورد مطالعه، با بارش یکسان، تشکیل رواناب در زیرحوزه شاهد بیشتر از نمونه خواهد بود. نفوذ تجمعی آب به داخل خاک همواره سیر صعودی دارد به‌ویژه در خاک‌هایی که پوشش گیاهی دارند میزان صعود بیشتر نیز خواهد بود. متغیرهای مختلف نفوذ تحت تاثیر پارامترهای زیادی هستند. علاوه بر میزان پوشش گیاهی نوع استفاده از اراضی که باعث فشردگی خاک می‌شود میزان نفوذ را کاهش می‌دهد. استفاده از زیرحوزه شاهد برای چرای دام از طرفی منجر به کاهش پوشش گیاهی و در نتیجه کاهش ماده آلی خاک شده است که این مسئله باعث کاهش نفوذپذیری شده است (۱۶) و از سوی دیگر باعث فشردگی خاک شده است که باز هم بر میزان نفوذپذیری و در نتیجه تولید رواناب تاثیرگذار است. این نتایج مطابق با یافته‌های قربانی و همکاران مبنی بر کاهش تخلخل و نفوذپذیری خاک با افزایش شدت چرا و مطالعه جنیدی و همکاران (۲۰۱۶)، قربانی و همکاران (۲۰۱۵) و یانگ ژانگ و همکاران (۲۰۰۵) و مخالف با یافته‌های جعفری و همکاران (۲۰۱۳) در رابطه با کاهش درصد کربن آلی با افزایش شدت چرا است. افزایش مقدار اسیدیته و کاهش مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در زیرحوزه چرا شده نسبت به حوزه قرق با نتایج به‌دست آمده توسط قربانی و همکاران (۲۰۱۵)، جعفری و همکاران (۲۰۱۳) و تسما و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. با با برقراری ارتباط بین رواناب و ویژگی‌های خاک سطحی، نفوذپذیری و خصوصیات خاک روابط رگرسیونی در زیرحوزه شاهد بر اساس پارامترهای بیشتری نسبت به زیرحوزه نمونه به‌دست آمد. در زیرحوزه شاهد تنها پارامترهای پتاسیم و نیتروژن به معادله وارد نشده‌اند اما در زیرحوزه نمونه پارامترهای حذفی بیشتر است و بسیاری از پارامترهای شیمیایی خاک حذف شده‌اند، زیرا در زیر حوزه نمونه پارامترهای اکولوژیکی به‌دلیل نبود اثرات مخرب مدیریتی با هم در ارتباط متقابل بوده و اثر همه عوامل محیطی به شکل فاکتورهای پوشش خود را نشان داده اند. در نتیجه معادله بر اساس پارامترهای درصد پوشش زنده، درصد سنگ و سنگریزه، درصد لاشبرگ، درصد خاک لخت، کربن آلی و نفوذ تجمعی به‌دست آمده است.

این مطالعه تاییدی بر تاثیرپذیری رژیم هیدرولوژیکی از پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاکی در منطقه مورد مطالعه است. بیشتر بودن درصد پوشش گیاهی در زیر حوزه نمونه نسبت به زیرحوزه دیگر و همچنین وجود خاکی با بافت متوسط در این زیرحوزه که دارای مواد غذایی مناسب، مواد آلی متعادل، زهکشی و نفوذپذیری خوب و تخلخل مناسب می‌باشد در مقایسه با زیرحوزه شاهد که به‌دلیل خاک با بافت سنگین، زهکشی و نفوذپذیری ضعیف و تخلخل کم است باعث اختلاف در میزان تولید رواناب سطحی در این زیرحوزه‌ها شده است. از طرف دیگر وجود پوشش گیاهی زیاد به‌دلیل فرایند گیرش گیاهی سبب تبخیر و تعرق بیشتر می‌شود (۲۱ و ۶)، که این امر در بارش‌های کم تاثیر چشمگیری بر رواناب سطحی می‌گذارد. البته ذکر این نکته ضروری است که رواناب سطحی تنها توسط پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک سطحی کنترل نمی‌شود بلکه خصوصیات بارش از جمله مقدار، شدت و مدت رگبار نیز تاثیر چشمگیری بر میزان رواناب دارد. اما از آنجایی که این مطالعه به مقایسه دو زیر حوزه در شرایط یکسان بارشی می‌پردازد تاثیر این مسئله منتفی است.

## قدردانی

داده‌های مورد استفاده در این مقاله مستخرج از طرح مطالعه جامع حوزه آبخیز زوجی گنبد است. بدین وسیله از مسئولین و کارشناسان محترم اداره کل منابع طبیعی استان همدان سپاسگزاری می‌گردد.

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]

**References**


1. Adekalu, K., D. Okunade & J. Osunbitan, 2006. Compaction and mulching effects on soil loss and runoff from two southwestern Nigeria agricultural soils. Geoderma, 137: 226–230.
2. Aghabeigi Amin, S.H., R. Moradi, & B. Fattahi, 2014. Sediment and Runoff Measurement in Different Rangeland Vegetation Types using Rainfall Simulator. Ecopersia, 2 (2):525-538
3. Assouline, S., & M. Ben-Hur., 2006. Effects of rainfall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil surface sealing. Catena, 66: 211-220
4. Cheng, Q., W. Ma & Q. Cai, 2008. The relative importance of soil crust and slope angle in runoff and soil loss: A case study in the hilly areas of the Loess Plateau, North China. Geo. J. 71:117-125
5. Cubera, E., & G. Moreno., 2007. Effect of land-use on soil water dynamic in Dehesas of Central-Western Spain. Catena, 71:298–308.
6. Duan, L., M. Huang & L. Zhang, 2016. Differences in hydrological responses for different vegetation types on a steep slope on the Loess Plateau, China, Journal of Hydrology, 537:356–366.
7. Fu, W., M. Huang., J. Gallichand & M. Shao, 2012. Optimization of plant coverage in relation to water balance in the Loess Plateau of China. Geoderma, 173:134–144
8. Ghorbani, Zh., K. Sefidi., B.F. Keyvan., M. Moameri & A.A. Soltani Toolarood, 2015. Impact of several grazing intensities on soil physical and chemical characteristics in east southern rangeland Sabalan, Iranian Journal of Rangeland, 9:(4): 353-366. (In Persian)
9. Hossein Jaafari, S., M.R. Tatian., R. Tamartash & A.A. Karimian, 2014. The effect of animals type grazing on vegetation and soil using multivariate analysis method, Iranian Journal of Rangeland, 8(2):190-200. (In Persian)
10. Jonaidi, H., S. Amani & P. Karami, 2016. Effect of grazing intensity on sedimentation and storage of carbon in conserved rangelands of Bijar, Iranian Journal of Rangeland, 10:(1): 53-67. (In Persian)
11. Jordan, A., & L. Martinez-Zavala., 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. Forest Ecology and Management, 255: 913-919. (In Persian)
12. Kohandel, A., H, Arzani & M. Tavasoli, 2011. Determining the effect of grazing intensities on soil properties and vegetation using multi-variable parameters. Iranian Journal of Range and Desert Research, 17(4): 518- 526. (In Persian)
13. Mohammad, A.G., & M.A. Adam., 2010. The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. Catena, 81:97–103.
14. Pan, C., & Z. Shangguan., 2006. Runoff hydraulic characteristics and sediment generation in sloped grassplots under simulated rainfall conditions. Journal of Hydrology, 331:178–185.
15. Rulli, M.C., & R. Rosso., 2007. Hydrologic response of upland catchments to wildfires. Advanced Water Resources, 30:2072–2086.
16. Salarian, F., J. Ghorbani & N.A. Safaeian, 2013. Vegetation changes under exclosure and livestock grazing in Chahar Bagh rangelands in Golestan province, Iranian Journal of Range and Desert Research, 1(20): 115-129. (In Persian)
17. Six, J., K. Paustian., E.T. Elliott & C. Combrin, 2000. Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. Soil Science Society of America Journal, 64:681-689.
18. Tessema, Z.K., W.F. Boer, R.M.T. Baars & H.H.T. Prins, 2011. Changes in soil nutrients, vegetation structure and herbaceous biomass in response to grazing in a semi-arid savanna of Ethiopia. Journal of Arid Environments, 75: 662-670.
19. Vahabi, J., & M. H. Mahdian., 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. Current Sci. 95: 1439-1445.
20. Yong-Zhong, S., L. Yu-Lin., C. Jian-Yuan & Zh. Wen-Zhi, 2005. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. Catena, 59: 267-278.
21. Zare Khormizi, M., A. Najafinezhad., N. Noora & A. Kavyan, 2012. Effects of slope and soil properties on runoff and soil loss using rainfall simulator, Chehel-chai watershed, Golestan province, Journal of Water and Soil Conservation, Vol. 19(2). (In Persian)
22. Zimmermann, A., W. Wilcke & H. Elsenbeer, 2007. Spatial and temporal patterns of through fall quantity and quality in a tropical montane forest in Ecuador. Journal of Hydrology, 343:80–96.


[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.1.5.2 ]