



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

عوامل فیزیکی تعیین کننده ضریب رواناب در حوزه آبخیز تهم استان زنجان

علی رضا واعظی^۱ و حدیثه صفی لو^{۲*}

^۱ استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه زنجان

^{۲*} دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hadissafiloo143@gmail.com

چکیده

رواناب بخشی از بارندگی است که به دلیل عدم نفوذ در خاک، در اثر شیب جریان می یابد. همچنین مقدار رواناب بر اثر بارندگی های رخ داده، نشان دهنده ی ضریب رواناب حوضه است که تحت تاثیر شرایط بارندگی و شرایط زمین می باشد. این پژوهش در حوزه آبخیز تهم در استان زنجان مورد مطالعه قرار گرفته است. بر اساس مقدار متوسط بارندگی ماهانه و مقدار دبی رواناب، ضریب رواناب مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که بیشترین مقدار بارندگی طی دوره مطالعاتی در ماه اردیبهشت با میانگین (۱/۶۱۲۹۰۳ میلیمتر) و کمترین آن در ماه شهریور است. بررسی مقادیر ماهانه رواناب در دوره مطالعاتی نشان می دهد که بیشترین رواناب در ماه فروردین (۰/۲۸۵۹۱۴ میلیمتر) و کمترین آن در ماه شهریور بود. با وجود آن که بیشترین مقادیر بارندگی در ماه اردیبهشت است اما بیشترین ضریب رواناب در ماه فروردین (۰/۲۷۳۰۱۴) رخ می دهد. زیرا تولید رواناب تنها تحت تأثیر مقادیر بارندگی نیست بلکه عوامل دیگر که در سطح حوزه آبخیز طی سال تغییر می یابند بر مقدار تولید رواناب اثر می گذارند. این نتیجه بدان دلیل است که شرایط حوزه آبخیز از نظر پوشش گیاهی و رطوبت خاک طی ماه های سال تغییر کرده است.

کلمات کلیدی: بارندگی، شیب، دبی، پوشش گیاهی، رطوبت خاک

مقدمه

رواناب بخشی از بارش های آسمانی است که در خاک نفوذ نکرده، بلکه به دلیل وجود شیب روی دامنه جریان می یابد. رواناب های سطحی در مسیر به هم پیوسته و از طریق آبراهه های فرعی به رودخانه اصلی حوضه راه می یابند. مقدار تولید رواناب به ازای بارندگی را می توان از روی مقدار دبی جریان در رودخانه به دست آورد. مقدار رواناب به ازای بارندگی در حوزه آبخیز نشان دهنده ضریب رواناب حوضه است. این ویژگی از یک سو تحت تأثیر شرایط بارندگی (شدت و مدت و نوع بارش) است و از سوی دیگر به عواملی مانند مساحت، شکل، پستی و بلندی (شیب)، پوشش گیاهی، خاک و وضعیت آبراهه ها بستگی دارد. چنین عواملی را می توان در قالب عوامل فیزیکی توصیف کرد. رواناب یکی از مؤلفه های بیلان آب حوضه است که اهمیت زیادی در



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

آبخیزداری و مدیریت منابع آب دارد. برآورد مناسب میزان رواناب مستلزم تعیین ضریب رواناب می‌باشد (داوری زاده، ۱۴۰۱). تغییرات کاربری و پوشش اراضی تأثیر مستقیمی بر تغییر رژیم هیدرولوژیکی حوضه دارد. به عبارتی می‌تواند با افزایش سطوح زمینهای بایر و کاربریهای مشابه آن باعث سیل خیزی حوضه شده، با افزایش سطوح کاربری باغ و کاربریهای مشابه آن باعث مصرف و نفوذ بیشتر آب شود و بر کاهش دبی، نقش موثری داشته باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۳). تعیین زمان شروع رواناب و حجم رواناب در مدیریت پاسخ حوضه های آبخیز در برابر بارندگی از متغیرهای کلیدی در مدیریت سامانه آبخیز هستند. از میان عوامل مختلف مؤثر بر زمان شروع و حجم رواناب شدت بارندگی یکی از مهمترین عوامل است (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج مطالعات کاظمی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که عوامل مختلفی چون بهره برداری غیر اصولی انسان از طبیعت، ویژگی های فیزیکی و هیدرولوژیکی حوضه بر مؤلفه هایی نظیر روند تولید و تجمیع رواناب تأثیر گذار می باشند. علیجان پور و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که با افزایش شدت بارندگی، نفوذپذیری خاک در زمان کوتاهی افت کرده و در نتیجه رواناب سریعتر رخ میدهد و از این رو تولید رواناب نیز بیشتر میباشد. رضایی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر تغییرات به وجود آمده در کاربری و پوشش اراضی حوضه آبریز سد علویان نشان دادند که تولید رواناب یا به عبارتی سیل خیزی حوضه بر اثر تغییر کاربری و پوشش اراضی افزایش می یابد همچنین پوشش گیاهی یکی از عوامل جلوگیری از تولید رواناب است. کاسمریو (۲۰۰۴) بیان کرد که پوشش گیاهی از یک سو از تخریب ساختمان خاک جلوگیری کرده و از سوی دیگر سرعت رواناب های سطحی را کاهش می دهد. این دو عامل در افزایش نفوذ آب به خاک و کاهش رواناب بسیار مؤثرند. حاجی زاده و همکاران (۱۴۰۳) نشان دادند که تعیین مناسبترین درصد پوشش گیاهی سطح برای مهار رواناب و سیل خیزی حوضه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. هدف از مطالعه حاضر بررسی عوامل فیزیکی تعیین کننده ضریب رواناب در حوضه آبخیز تهم استان زنجان می باشد.

مواد و روش

حوضه آبخیز تهم با گستره ۲۲۸/۲ کیلومتر مربع در استان زنجان، قرار گرفته است. با توجه به متوسط بارندگی سالانه (۲۴/۰۹۳۰۶ میلیمتر) و متوسط دمای هوا (۱۰ درجه سانتی گراد) منطقه دارای اقلیم نیمه خشک است (واعظی و همکاران، ۱۳۹۴). اقلیم و موقعیت طبیعی، ویژگیهای منحصر به فردی به منطقه تهم بخشیده است. این منطقه از بارندگی های مناسب و رطوبت بالا برخوردار است. بیشترین ارتفاع حوضه ۲۹۴۴ متر و کمترین ارتفاع در خروجی حوضه برابر ۱۴۹۰ متر از سطح دریاست. از نظر هیدرولوژیکی حوضه مطالعاتی تهم یکی از سر شاخه های رودخانه زنجانرود بوده که این نیز از زیرحوضه های آبخیز قزل اوزن می باشد. سد خاکی تهم در فاصله ۱۶ کیلومتری شمال شهر زنجان قرار دارد. اهمیت سد در تأمین آب آشامیدنی شهر زنجان و اراضی کشاورزی پایین دست سد می باشد (واعظی و همکاران، ۱۳۹۴). داده های بارندگی و رواناب مربوط به دوره آماری ۱۲ ساله از (۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲) ایستگاه باران سنجی تهم متعلق به شرکت منابع آب تهیه گردید. بارندگی متوسط ماهانه و رواناب متوسط ماهانه حوضه آبخیز به دست آمد. رابطه بین مقدار رواناب و بارندگی متوسط ماهانه به دست آمد و از نسبت ارتفاع رواناب و ارتفاع بارندگی مقدار ضریب رواناب به دست آمد.

نتایج و بحث



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

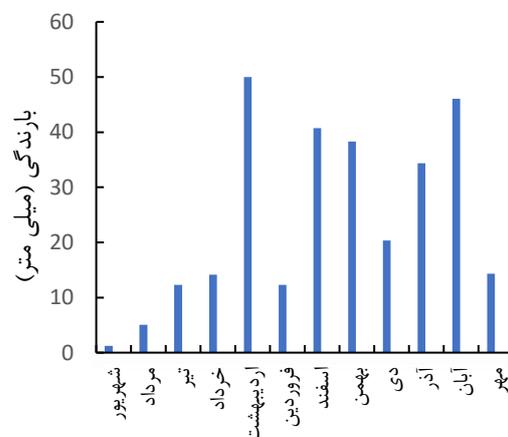
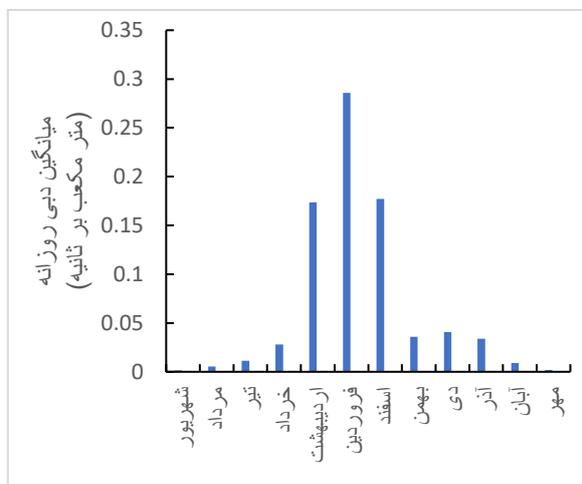
۲۷ تا ۲۹ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



هیستوگرام مقادیر متوسط ماهانه بارندگی، رواناب و ضریب رواناب در حوزه آبخیز تهم در شکل ۱ آورده شده است. بیشترین مقدار بارندگی طی دوره مطالعاتی در ماه اردیبهشت با میانگین $1/612903$ میلی‌متر و کمترین آن در ماه شهریور با میانگین $0/040323$ میلی‌متر است. بررسی مقادیر ماهانه بارندگی در دوره مطالعاتی نشان می‌دهد که بیشترین رواناب در ماه فروردین ($0/285914$ میلی‌متر) و کمترین آن در ماه شهریور ($0/01417$ میلی‌متر) بود. این نتایج نشان می‌دهد با وجود آن که بیشترین مقادیر بارندگی در ماه اردیبهشت و نیز آبان (رتبه دوم) است اما بیشترین رواناب در ماه فروردین رخ می‌دهد. در واقع مقدار تولید رواناب تنها تحت تأثیر مقادیر بارندگی نیست بلکه عوامل دیگر که در سطح حوزه آبخیز طی سال تغییر می‌یابند بر مقدار تولید رواناب اثر می‌گذارند. این نتیجه بدان دلیل است که شرایط حوزه آبخیز از نظر پوشش گیاهی و رطوبت خاک طی ماه‌های سال تغییر می‌یابد. بررسی‌های ایزدی فر و همکاران (۱۴۰۲) نیز نشان می‌دهد که تغییرات در پوشش گیاهی طی سال یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده تولید رواناب در حوزه آبخیز است. اسمعیلی و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که کاهش پوشش گیاهی در اثر چرای بیش از حد و جنگل‌زدایی باعث جدا شدن پایداری خاکدانه‌های خاک می‌شود که خطر رواناب و هدررفت خاک را افزایش می‌دهد. همچنین یافته‌های رهبر و همکاران (۱۳۸۸) نشان می‌دهد که وقوع بارندگی‌های پیاپی در فروردین ماه که موجب افزایش ذخیره رطوبتی خاک و حوزه آبخیز می‌شود شرایط حوضه را به تولید رواناب حساس‌تر می‌کند. ضریب رواناب به عنوان شاخصی دقیق‌تر برای بیان احتمال خطر سیل مورد بررسی قرار گرفت (علیچان پور و همکاران، ۱۳۹۶). ضریب رواناب یک عامل بدون بعد است که برای تبدیل میزان بارندگی به رواناب استفاده می‌شود. این ضریب، اثر یکپارچه تلفات حوزه آبخیز را نشان می‌دهد و از این رو به ماهیت سطح زمین، شیب، درجه اشباع و شدت بارندگی بستگی دارد. همچنین تحت تأثیر نزدیکی به سطح ایستایی، درجه فشردگی خاک، تخلخل خاک، پوشش گیاهی و ذخیره فرورفتگی قرار می‌گیرد (Goel, ۲۰۱۱). نتایج نشان داد که مقدار ضریب رواناب در ماه‌های سال به شدت تغییر می‌کند و کمترین مقدار آن در ماه مهر ($0/01321$) و بیشترین آن در ماه فروردین ($0/273014$) است و میانگین آن در حوزه آبخیز $0/04$ است. به عبارت دیگر، خطر افزایش رواناب‌های سطحی و وقوع سیلاب در فروردین ماه قابل پیش‌بینی است.





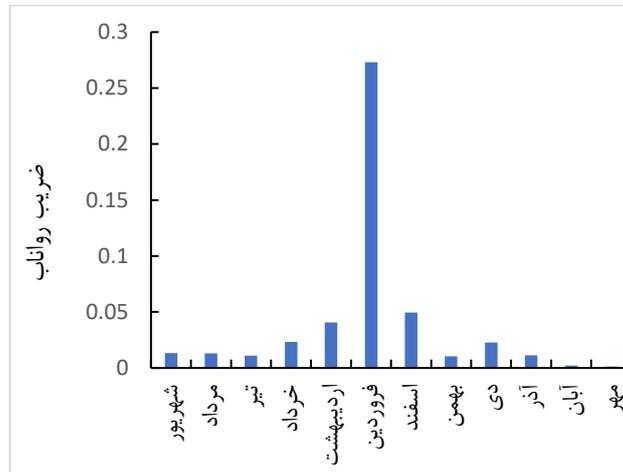
نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



شکل ۱- تغییرات ماهانه بارندگی، رواناب و ضریب رواناب در حوزه آبخیز تهم، استان زنجان

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که تولید رواناب در ماه‌های مختلف سال همانند بارندگی دارای تغییرات زمانی است. این تغییرات از یک سو به ویژگی‌های بارندگی و از سوی دیگر به خصوصیات حوزه آبخیز مرتبط است. برای بررسی دقیق‌تر حساسیت زمانی حوزه و تولید رواناب می‌توان از ضریب رواناب ماهانه استفاده کرد. بررسی این موضوع نشان می‌دهد که تغییرات این شاخص با تغییرات بارندگی هم‌سو نیست. چرا که حساسیت به تولید رواناب می‌تواند به شرایط حوزه از نظر پوشش گیاهی و رطوبت خاک مربوط باشد. در حوزه آبخیز تهم فروردین ماه حساس‌ترین به تولید رواناب بود و احتمال سیل خیزی حوزه در این ماه از سال به دلیل پوشش گیاهی ضعیف و ذخیره رطوبتی بالای حوزه بیشترین است.

منابع

- ۱- اسمعیلی، اباذر، فرهودی، جعفریان، کاویان پور. (۲۰۱۵). اثر پوشش گیاهی بر کاهش رواناب و هدر رفت خاک با استفاده از شبیه سازی باران در مراتع نشو استان مازندران. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. 26(2), 179-190.
- ۲- ایزدی فرد، هادی، راثی نظامی، مصطفی‌زاده، رئوف خاوریان. (۲۰۲۳). ارتباط تغییر ضریب رواناب سطحی با تغییر کاربری/پوشش اراضی حوزه سامیان استان اردبیل. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. 14(51), 41-24.
- ۳- بنی نعیمه، لشکری، آقای دکتر حسن، قربانیان، جبرئیل مرشدی. (۲۰۲۴). شناسایی رابطه شدت-مدت بارش‌ها با دبی جریان در رودخانه دز تحت تاثیر بارش‌های فوق سنگین (سیلاب سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹). پژوهش‌های اقلیم شناسی. 1402(56), 113-135.



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۷ تا ۲۹ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- ۴- حاجی زاده، امیدوار قاسمیه. (۲۰۲۴). تأثیر پوشش گیاه یونجه بر رواناب تولیدی در مقیاس کرت‌های فرسایشی با استفاده از شبیه ساز باران. مدل سازی و مدیریت آب و خاک. 99-110, 4(4),
- ۵- داوری زاده، وفاخواه نجفی. (۲۰۲۲). ارزیابی کارایی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به منظور تخمین ضریب رواناب در حوزه آبخیز امامه. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. 163-178, 13(2)
- ۶- رضایی مقدم، اندریانی، الماس پور، ولی زاده کامران مختاری اصل. (۲۰۱۵). بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر روی سیل خیزی و دبی رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبریز سد علویان). هیدروژئومورفولوژی. 41-57, 1(1),
- ۷- رهبر اسماعیل، مسعودی مسعود. (۲۰۰۹). روند تغییرات رواناب در آبخیز رودخانه کردان.
- ۸- واعظی، قره داغلی، مرزوان. (۲۰۱۶). بررسی نقش شیب و ویژگی‌های خاک در ایجاد فرسایش شیاری در دامنه‌ها (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تهم‌چای، شمال غرب زنجان). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک 83-100, 23(4)
- ۹- واعظی علیرضا، عباسی محمد، حیدری جلال. (۲۰۱۷). نفوذپذیری خاک و عوامل مؤثر بر آن در کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز تهم‌چای، زنجان.
- ۱۰- علیچانپور شلمانی، عادل، واعظی. (۲۰۱۷). عوامل فیزیکی تعیین کننده ضریب رواناب در حوزه‌های آبخیز استان اردبیل. مجله دانش آب و خاک. 1-14, 27(3).
- ۱۱- غلامی لیلا، کاویان عطاله، خالدی درویشان عبدالواحد، علیپور اعظم، بسارند زهرا. (۲۰۱۹). اثر الگوی بارش بر تغییرات زمان شروع و ضریب رواناب در مقیاس کرت.
- ۱۲- نصرتی، حسین زاده، ایمنی. (۲۰۱۷). کاربرد تجزیه مؤلفه‌های اصلی در تعیین عوامل مؤثر بر تولید رواناب. مجله آمایش جغرافیایی فضا. 61-71, 7(24).

11- Casermeiro MA, Molina JA, Delacruz Caravaca MT, Hernando Massanet, MI, Moreno PS, 2004. Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. *Catena* 57: 97-107

12- Goel, M. K. (2011). Runoff coefficient. In *Encyclopedia of snow, ice and glaciers* (pp. 952-953). Springer, Dordrecht.