نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
"مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب"
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴
توجه به گسترش پدیده‌های حدی،
هوش مصنوعی و جامع نگری در برنامه‌های ملی و محلی خاک

بررسی علل تغییرات زمانی تولید رواناب در حوزه آبخیز صوفی چای در استان آذربایجان شرقی

فرشته آذری فام مراغه [*۱]، علیرضا واعظی [۲]

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان: fazarifam71@gmail.com
۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی. دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

چکیده

رواناب سطحی یکی از عوامل مهم در فرسایش خاک و کاهش بهره‌وری منابع آب و خاک است که تحت تأثیر عواملی مانند شدت بارندگی، پوشش گیاهی، بافت خاک، شیب زمین و رطوبت اولیه خاک قرار دارد. این پژوهش به بررسی روند ده‌ساله تولید رواناب و ضریب رواناب در حوزه آبخیز صوفی‌چای استان آذربایجان شرقی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد بیشترین مقدار بارندگی در فصل پاییز (آبان) بوده، در حالی که بیشترین مقدار رواناب و ضریب رواناب (۵۶ درصد) در فصل بهار (اردیبهشت) رخ داد که دلیل آن از یک سو وقوع بارش‌های شدید، ذوب برف‌ها و بالا بودن رطوبت اولیه خاک و از سوی دیگر عدم استقرار پوشش گیاهی کافی برای حفظ بارندگی است. در مقابل، در فصل گرم سال (تابستان) و به ویژه پاییز به‌علت رشد پوشش گیاهی، نفوذ آب در خاک افزایش یافته و میزان رواناب و در نتیجه ضریب رواناب (۵ درصد) به شدت کاهش یافته است. این یافته‌ها بر لزوم اقدامات حفاظت خاک در اوایل بهار برای جلوگیری از وقوع سیلاب و هدررفت آب و خاک در حوزه آبخیز تأکید دارد.

کلمات کلیدی: جریان سطحی، ضریب رواناب، پوشش گیاهی، حوزه آبخیز صوفی چای

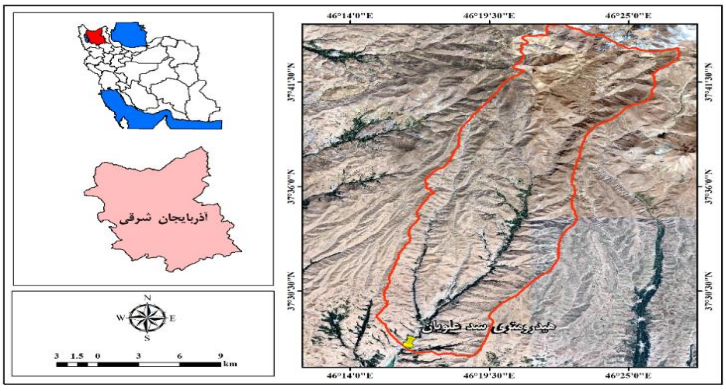
مقدمه

شناخت عوامل مؤثر بر رواناب و بررسی تغییرات زمانی آن نقش مهمی در مدیریت پایدار منابع آب و خاک ایفا می‌کند. رواناب می‌تواند با فرسایش خاک سطحی موجب از بین رفتن خاک حاصلخیز و انتقال مواد مغذی، رس و فلزات سنگین به منابع آبی شود که پیامدهایی همچون آلودگی آب و کاهش کیفیت زیست‌محیطی در پی دارد (غلامی و همکاران، ۱۴۰۳). این پدیده همچنین باعث کاهش ظرفیت ذخیره سدها و بروز مشکلات در بهره‌برداری از تأسیسات آبی می‌شود (Shayan et al, 2013). رواناب سطحی زمانی ایجاد می‌شود که آب باران فرصت نفوذ در خاک را نیافته و به‌صورت جریان سطحی حرکت می‌کند (Sitterson et al., 2018). عواملی چون شدت بارش، بافت و نفوذپذیری خاک، رطوبت اولیه، شیب زمین، میزان پوشش گیاهی و تبخیر و تعرق در تولید رواناب نقش دارند. شدت بارندگی، به‌ویژه در اراضی شیب‌دار، مهم‌ترین عامل در افزایش رواناب و فرسایش خاک است (کرد و همکاران، ۱۳۹۹).پوشش گیاهی می‌تواند با افزایش نفوذپذیری خاک و کاهش سرعت جریان سطحی، رواناب را مهار کند (Keesstra et al., 2016). همچنین خاک‌های رسی به‌دلیل ظرفیت پایین نفوذپذیری و ویژگی‌های فیزیکی خاص، رواناب بیشتری تولید می‌کنند (Jourgholami and Labelle, 2020). علاوه بر آن، شیب زمین و تغییر نوع کاربری اراضی نیز می‌توانند تأثیر مستقیمی بر میزان رواناب و فرسایش داشته باشند (Onsamrarn et al., 2020؛

Shen et al, 2016). ضریب روان‌آب، شاخصی برای سنجش نسبت حجم روان‌آب به بارندگی است و تحت تأثیر عواملی چون شدت بارش، شیب، نفوذپذیری خاک و پوشش گیاهی قرار دارد (Miao et al., 2020). در بارش‌های شدید، این ضریب افزایش می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهند که کاربری جنگل دارای کمترین ضریب روان‌آب و اراضی بدون پوشش بیشترین مقدار را دارند (کرد و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین، رطوبت اولیه خاک عامل مهمی در زمان شروع روان‌آب است؛ خاک مرطوب روان‌آب بیشتری تولید می‌کند (بهتری و واعظی، ۱۳۹۶).نوع بارش نیز اهمیت دارد؛ تگرگ با انرژی زیاد روان‌آب بیشتری تولید می‌کند، در حالی‌که برف باعث ذخیره‌سازی آب در خاک و کاهش روان‌آب می‌شود (Wu et al., 2024). نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که عوامل متعددی مانند شدت و نوع بارش، ویژگی‌های فیزیکی خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان رواناب و پیامدهای ناشی از آن دارند؛ درک این عوامل می‌تواند گامی مؤثر در کاهش فرسایش خاک و بهبود کیفیت منابع آبی باشد. لذا این پژوهش با هدف شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر تولید روان‌آب و بررسی تغییرات زمانی آن، به‌منظور ارائه راهکارهای مؤثر در مدیریت پایدار منابع آب و خاک انجام شده است.

مواد و روش

این پژوهش در حوزه آبخیز رود صوفی‌چای واقع در شهرستان مراغه، استان آذربایجان‌شرقی و در دامنه کوه سهند با اقلیم نیمه‌خشک و سرد انجام شده است. مرز و مساحت حوزه با استفاده از نرم‌افزار Google Earth تعیین شد و نقشه منطقه با کمک Universal Map Downloader و ArcMap تهیه شد. داده‌های هواشناسی و هیدرومتری شامل بارندگی، دبی و دمای روزانه طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ از شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان‌شرقی دریافت شد. میزان رواناب از دبی روزانه محاسبه شد و ضریب رواناب نیز از نسبت رواناب به بارندگی به‌دست آمد. در نهایت نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند تا روند تغییرات ضریب رواناب طی این دوره ده‌ساله تحلیل شود.

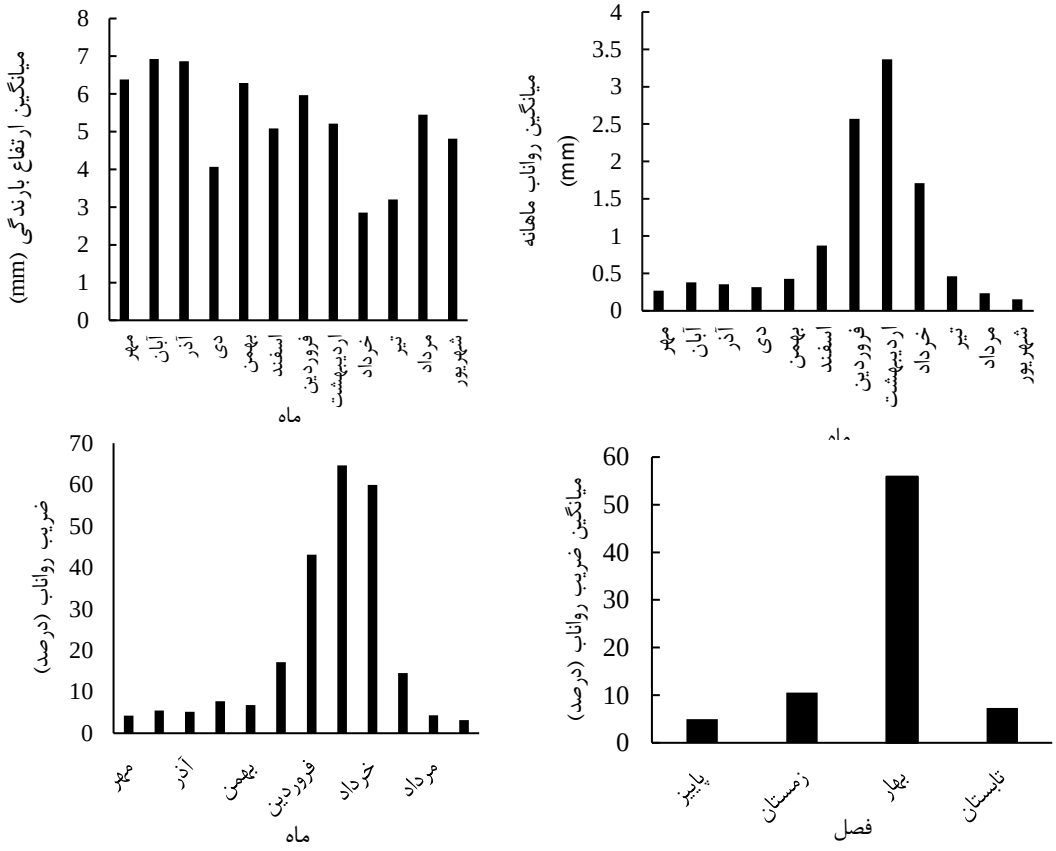


شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

در این پژوهش، به بررسی و تحلیل میانگین داده‌های ده‌ساله مربوط به بارندگی، رواناب و ضریب رواناب در حوزه آبخیز صوفی‌چای پرداخته شده است. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که میانگین بارندگی ماهانه در این منطقه از حداقل ۲/۸۵ میلی‌متر در ماه خرداد تا حداکثر ۶/۹ میلی‌متر در آبان‌ماه در نوسان بوده است. این تغییرات نشان‌دهنده تنوع قابل‌توجه در الگوی بارندگی سالانه منطقه هستند. بررسی میانگین ارتفاع روان‌آب در طول سال نیز بیانگر آن است که بیشترین مقدار آن با ۳/۳۶ میلی‌متر در ماه اردیبهشت به ثبت رسیده است. در نیمه دوم سال، به‌ویژه در ماه شهریور، در منطقه مورد مطالعه، بر اساس الگوی طبیعی رشد گیاهان، پوشش گیاهی در اواخر فصل بهار و به ویژه تابستان به اوج خود می‌رسد؛ وضعیتی که موجب کاهش سرعت رواناب و افزایش نفوذ آب به درون خاک می‌شود.. در مقابل، در نیمه نخست سال، که پوشش گیاهی به حداقل می‌رسد و دمای هوا پایین است، افزایش روان‌آب مشاهده می‌شود که دلیل آن کاهش نفوذپذیری خاک و افزایش رواناب سطحی است. بارش‌های فصل بهار در این منطقه عمدتاً به‌صورت رگباری، شدید و فرساینده هستند و در بسیاری موارد با ذوب ناگهانی برف در مناطق مرتفع همراه‌اند که موجب تشدید روان‌آب سطحی می‌شود. بر این اساس، و با استفاده از داده‌های هیدرولوژیکی مربوط به همان فصل، ضریب رواناب به‌ترتیب ۴۳ درصد در فروردین، ۶۴ درصد در اردیبهشت و ۵۹ درصد در خرداد برآورد شده است. لازم به ذکر است این ضرایب صرفاً شرایط فصل بهار را نشان می‌دهند و تحت‌تأثیر برداشت‌های آب تابستانی، به‌ویژه برای آبیاری باغات، قرار ندارند. از سوی دیگر، در این تحقیق مشخص شد که با افزایش دما در اواخر اسفندماه و آغاز فرایند ذوب برف، رطوبت خاک افزایش یافته و در نتیجه میزان نفوذ کاهش می‌یابد. این وضعیت موجب تشدید روان‌آب و در مواردی وقوع سیلاب می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر هم‌راستا با نتایج مطالعه Barnett و همکاران (2005) است که نشان دادند ذوب برف، وقوع بارندگی پس از برف، و نیز اشباع‌شدگی خاک از عوامل مؤثر در افزایش روان‌آب و احتمال بروز سیلاب هستند.

همچنین، مطالعات Jahanshahi و Booij (2024) نشان می‌دهند که ضریب رواناب در فصول زمستان و بهار بیش‌تر از سایر فصول سال است و در این میان، رطوبت اولیه خاک نقش بسیار مهمی در شدت رواناب دارد. نتایج تحقیق Bagheri و Hosseini (2023) نیز این روند را تأیید کرده‌اند؛ طبق گزارش آن‌ها، بیشترین فراوانی وقوع سیلاب‌ها در فصل زمستان با ۳۲ درصد و در فصل بهار با ۴۱ درصد گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز همین الگو مشاهده شده و بیشترین مقدار روان‌آب و بالاترین ضرایب رواناب در ماه‌های آذر تا خرداد ثبت شده است.



شکل ۲- نمودارهای میانگین ارتفاع بارندگی، روان‌آب و ضریب رواناب ماهانه و فصلی در حوزه آبخیز صوفی چای

نتیجه‌گیری

بررسی داده‌های ۱۰ ساله رواناب و ضریب رواناب در حوزه آبخیز صوفی‌چای، همراه با مشاهدات میدانی و شواهد مطالعات پیشین، نشان می‌دهد که عوامل اقلیمی، رطوبت اولیه خاک، شدت بارندگی و پوشش گیاهی می‌توانند نقش مهمی در تولید رواناب سطحی داشته باشند. الگوهای زمانی داده‌ها حاکی از آن است که بیشترین رواناب و ضریب رواناب معمولاً در فصل‌های سرد و اوایل بهار رخ می‌دهد؛ دوره‌ای که غالباً ذوب برف‌ها و بارندگی‌های شدید با افزایش رطوبت خاک همراه هستند. در مقابل، در فصل‌های گرم سال، به‌ویژه تابستان، به‌طور معمول به دلیل گسترش پوشش گیاهی و کاهش شدت بارندگی، میزان رواناب کاهش چشم‌گیری پیدا می‌کند. این یافته‌ها ضرورت برنامه‌ریزی و مدیریت جامع منابع آب و خاک را یادآور می‌شود؛ به‌ویژه در زمینه کنترل سیلاب‌ها، حفظ پوشش گیاهی طبیعی، اصلاح کاربری اراضی و پایش تغییرات اقلیمی. همچنین

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از مدل‌سازی‌های دقیق‌تر هیدرولوژیکی و سناریوهای تغییر اقلیم استفاده شود تا راهکارهای مؤثرتری برای کاهش خسارات ناشی از رواناب و حفاظت از منابع طبیعی ارائه شود.

منابع

بهتری، م.، و واعظی، ع.ر. (۱۳۹۶). تاثیر مقدار رطوبت اولیه خاک بر تولید رواناب و هدررفت خاک در بافت های مختلف, تحت باران شبیه سازی شده. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۱(۳۹) :۱۱-۲۱.

کرد، م.، واعظی، ع.ر.، مهدیان، م.ح. (۱۳۹۶). تغییرپذیری زمانی تولید رواناب تحت تأثیر شیب در خاک‌های با بافت مختلف. تحقیقات آب و خاک ایران۴۸(۱):۷۷-۸۵ .

کرد، م.، واعظی، ع.ر .، مهدیان، م.ح. (۱۳۹۹). تغییرات غلظت رسوب و هدررفت خاک‌های مختلف و تغییرات زمانی آن‌ها تحت شرایط متفاوت شیب سطح و شدت بارندگی. نشریه دانش آب و خاک. ۳۰ (۲) : ۵۳-۷۹

غلامی، ل.، خالدی درویشان، ع.، درختی، س.، کیانی هرچکانی، م. (۱۴۰۳). ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی بر فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE در حوزه آبخیز چرداول ایلام. مجله علوم ومهندسی آبخیزداری ایران.; ۱۸ (۶۵) :۱۴-۱

Bagheri-Gavkosh, M. and Hosseini, S.M., 2023. Flood seasonality analysis in Iran: a circular statistics approach. Journal of Hydrologic Engineering, 28 (2), 04022039. American Society of Civil Engineers (ASCE)

Barnett, T.P., Adam, J.C., & Lettenmaier, D.P. (2005). Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*, 438(7066), 303-309.

Jahanshahi, A. and Booij, M.J., 2024. Flood process types and runoff coefficient variability in climatic regions of Iran. *Hydrological Sciences Journal*, *69*(2), pp.241-258.

Jourgholami, M. and Labelle, E.R., 2020. Effects of plot length and soil texture on runoff and sediment yield occurring on machine-trafficked soils in a mixed deciduous forest. *Annals of Forest Science*, *77*, pp.1-11.

Keesstra S, Pereira P, Novara A, Brevik E C, Azorin-Molina C, Parras-Alcántara L, Jordán A and Cerdà A, 2016. Effects of soil management techniques on soil water erosion in apricot orchards. Science of the Total Environment 551–552: 357–366.

Onsamrarn, W., Chittamart, N. and Tawornpruek, S., 2020. Performances of the WEPP and WaNuLCAS models on soil erosion simulation in a tropical hillslope, Thailand. *PLoS One*, *15*(11), p.e0241689.

Miao, C., Zheng, H., Jiao, J., Feng, X., Duan, Q. and Mpofu, E., 2020. The changing relationship between rainfall and surface runoff on the Loess Plateau, China. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *125*(8), p.e2019JD032053.

Shayan, S., Sharifikia, M.R. and Zare, G., 2013. Neotectonic, morphoclimatic and anthropogenic agents in Appearance and Genesis of alluvial fans (Case study: Garmsar alluvial fan). *Geography and Environmental Planning*, *24*(2), pp.75-88.

Shen H, Zheng F, Wen L, Han Y and Hu W, 2016. Impacts of rainfall intensity and slope gradient on rill erosion processes at loessial hillslope. Soil and Tillage Research 155: 429–436.

Sitterson, J., Knightes, C., Parmar, R., Wolfe, K., Avant, B. and Muche, M., 2018. An overview of rainfall-runoff model types.

Wu, N., Zhang, K., Naghibi, A., Hashemi, H., Ning, Z., Zhang, Q., ... & Jarsjö, J. 2024 .Comparative Hydrological Modeling of Snow-Cover and Frozen Ground Impacts Under Topographically Complex Conditions. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 1-48.

Investigation of the causes of temporal changes in runoff production in the Sufi Chai watershed in East Azerbaijan province.

1- PhD Student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zanjan: fazarifam71@gmail.com

2- Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture. University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Abstract

Surface runoff is a major factor in soil erosion and the declining efficiency of water and soil resources. It is influenced by several variables, including rainfall intensity, vegetation cover, soil texture, land slope, and initial soil moisture. This study investigates the ten-year trend (2011–2021) of runoff generation and runoff coefficient in the Soufichay watershed, located in East Azerbaijan Province, Iran. The results indicate that the highest runoff and runoff coefficient values occur during spring and the cold months, due to heavy precipitation, snowmelt, and soil saturation. In contrast, during the warmer months, increased vegetation enhances water infiltration into the soil, leading to reduced runoff. Additionally, rising temperatures in late winter followed by frequent rainfall events intensify surface runoff. These findings highlight the importance of vegetation management and climate change monitoring to reduce flood risks and protect natural resources.

Keywords: Surface runoff, runoff coefficient, vegetation cover, Soufichay watershed.