University of Tehran Press

Journal of Forest and Wood Product

Online ISSN: 2383-0530

Home Page: https://jfwp.ut.ac.ir

Effect of traditional deforestation and exploitation in different slopes on runoff and sediment in Zagros forests (Case study: Surgeh area in Manesht and Qalarang protected areas of Ilam province)

Mohammad Rezaeipour[1] | Meghdad Jourgholami[2*] | Shahram Khalighi-Sigaroodi[3] | Pedram Attarod[4] | Mahmood Rostaminia[5]

1. Ph.D. Student of forest engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran. Email: m.reziapour@ut.ac.ir
2. Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran. Email: mjgholami@ut.ac.ir
3. Assoc., Prof., Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran. Email: khalighi@ut.ac.ir
4. Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran. Email: attarod@ut.ac.ir
5. Assoc., Prof., Soil and Water Department, Agriculture Faculty, Ilam University, Ilam, I.R. Iran. Email: m.rostaminya@ilam.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 31 May 2022
Revised 27 June 2022
Accepted 01 July 2022
Published 01 March 2023

Keywords:
Traditional forest exploitation,
Runoff, Sediment,
Slope gradient,
Manesht and Galarang.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of degradation due to traditional forest exploitation on runoff and sediment following the change of some soil characteristics in the Zagros vegetation area in Manesht and Qalarang protected areas in the north of Ilam. Based on the objectives of the study, the treatments of degraded forest, intact forest (control) and agricultural lands in the region were considered in three slopes (15, 25 and 35%) and each in three replications. In this study, runoff and sediment due to rainfall were considered. Analysis of variance test was used to investigate the effect of vegetation cover on runoff and sediment, Duncan's test was used to compare means, and Pearson's correlation method was used to determine the significance and extent of each variable measured in the soil on runoff and sediment. The results showed that with increasing the slope, the amount of water infiltration in the soil decreases and as a result, more runoff and sediment is produced. The results showed that the amount of runoff, sediment and runoff coefficient in degraded forest lands is higher than the treatment of intact forest (control) and agricultural lands. In degraded forest lands, the amount of runoff is 5.43 mm and sediment is 0.3671 tons per hectare and in untouched forest lands (control), the amount of runoff is 0.33 mm and sediment is 0.0019 tons per hectare, respectively, and in agricultural lands, the amount of runoff, and sediment were calculated as 22. 0.00 mm and 0.004 t / ha, respectively. The results of correlation coefficient showed that the parameters of acidity, clay percentage, silt percentage had a positive correlation and sand percentage had a negative correlation with runoff and acidity parameters, silt percentage had a positive correlation and sand percentage had a negative correlation with sediment content. According to the results of this study, it can be concluded that eliminating or changing the use of vegetation, especially forest cover reduces the amount of soil permeability and thus increases the amount of soil runoff and sediment. Therefore, by preserving, rehabilitating and developing forest trees and shrubs, as well as preventing the change of use of these lands to agriculture, especially in sloping forest lands, runoff and sediment production can be prevented.

Cite this article: Rezaeipour, M., Jourgholami, M., Khalighi-Sigaroodi, Sh., Attarod, P., Rostaminia, M. (2023). Effect of traditional deforestation and exploitation in different slopes on runoff and sediment in Zagros forests (Case study: Surgeh area in Manesht and Qalarang protected areas of Ilam province). *Journal of Forest and Wood Product*, 75 (4), 321-330. DOI: http//doi.org/ 10.22059/jfwp.2022.343889.1213

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/ 10.22059/jfwp.2022.343889.1213

انتشارات دانشگاه تهران

نشریهٔ جنگل و فراورده‌های چوب

سایت نشریه: https://jfwp.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۰۵۳۰-۲۳۸۳

اثر تخریب و بهره‌برداری سنتی جنگل در شیب‌های مختلف بر رواناب و رسوب در جنگل‌های زاگرس (مطالعهٔ موردی: محدودهٔ سورگه در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ استان ایلام)

محمد رضایی‌پور[۱] | مقداد جورغلامی[۲*] | شهرام خلیقی سیگارودی[۳] | پدرام عطارد[۴] | محمود رستمی‌نیا[۵]

۱. دانشجوی دکتری مهندسی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: m.reziapour@ut.ac.ir

۲. استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: mjgholami@ut.ac.ir

۳. دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: khalighi@ut.ac.ir

۴. استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: attarod@ut.ac.ir

۵. دانشیار گروه آب و خاک، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: m.rostaminya@ilam.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰

کلیدواژه‌ها:
بهره‌برداری سنتی جنگل،
رسوب،
رواناب،
شیب،
مانشت و قلارنگ.

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر تخریب ناشی از بهره‌برداری سنتی جنگل بر رواناب و رسوب در پی تغییر برخی ویژگی‌های خاک در ناحیهٔ رویشی زاگرس در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ در شمال شهر ایلام انجام گرفت. براساس اهداف تحقیق، تیمارهای جنگل تخریب‌شده، جنگل دست‌نخورده (شاهد) و اراضی کشاورزی در منطقه در سه شیب (۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد) و هر کدام در سه تکرار در نظر گرفته شد. در این تحقیق رواناب و رسوب ناشی از بارش‌های طبیعی بررسی شد. برای بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر مقدار رواناب و رسوب از آزمون تجزیهٔ واریانس، برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون دانکن و برای تعیین معنی‌داری و حد تأثیر هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در خاک بر مقدار رواناب و رسوب از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش شیب، نفوذ آب در خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه رواناب و رسوب بیشتری تولید می‌شود. مقدار رواناب، رسوب و ضریب رواناب در اراضی تخریب‌یافتهٔ جنگلی بیشتر از تیمار جنگل دست‌نخورده (شاهد) و اراضی کشاورزی است. در اراضی تخریب‌یافتهٔ جنگلی مقدار رواناب ۵/۴۳ میلی‌متر و مقدار رسوب ۰/۳۶۷۱ تن در هکتار، در اراضی جنگل دست‌نخورده (شاهد) مقدار رواناب ۰/۳۳ میلی‌متر و مقدار رسوب ۰/۰۰۱۹ تن در هکتار و در اراضی کشاورزی مقدار رواناب ۰/۲۲ میلی‌متر و مقدار رسوب ۰/۰۰۴ تن در هکتار محاسبه شد. نتایج ضریب همبستگی نشان داد که به‌ترتیب پارامترهای اسیدیته، درصد رس و درصد سیلت با مقدار رواناب همبستگی مثبت و درصد ماسه همبستگی منفی دارند. پارامترهای اسیدیته و درصد سیلت همبستگی مثبت و درصد ماسه همبستگی منفی با مقدار رسوب دارند. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که از بین بردن یا تغییر کاربری پوشش گیاهی به‌ویژه پوشش جنگلی، نفوذپذیری خاک را کاهش و در نتیجه مقدار رواناب و رسوب خاک را افزایش می‌دهد. بنابراین با حفظ، احیا و توسعهٔ درختان و درختچه‌های جنگلی و نیز جلوگیری از تغییر کاربری این اراضی به کشاورزی به‌ویژه در اراضی شیبدار جنگلی می‌توان از تولید رواناب و رسوب جلوگیری کرد.

استناد: رضایی‌پور، محمد؛ جورغلامی، مقداد؛ خلیقی سیگارودی، شهرام؛ عطارد، پدرام؛ رستمی‌نیا، محمود (۱۴۰۱). اثر تخریب و بهره‌برداری سنتی جنگل در شیب‌های مختلف بر رواناب و رسوب در جنگل‌های زاگرس (مطالعهٔ موردی: محدودهٔ سورگه در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ استان ایلام). *نشریهٔ جنگل و فراورده‌های چوب*، ۷۵ (۴)، ۳۲۱-۳۳۰.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2022.343889.1213

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2022.343889.1213

۱. مقدمه

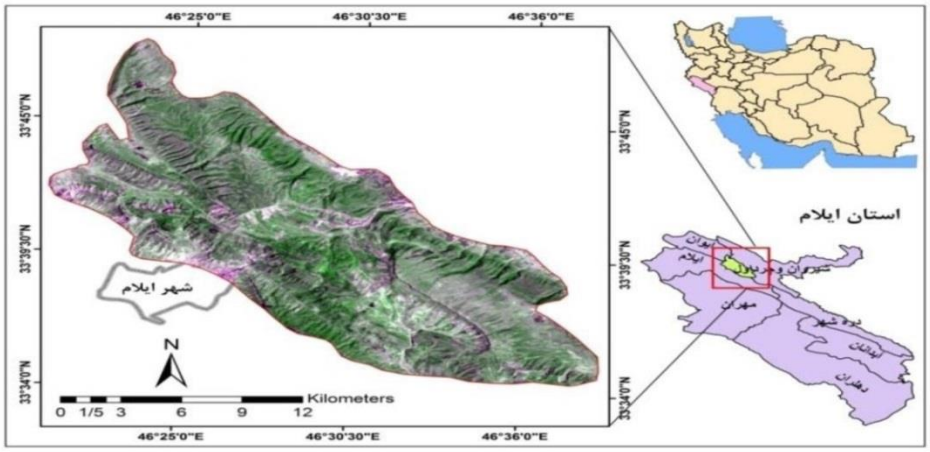
پوشش جنگلی در بخشی از چرخهٔ هیدرولوژیک، از طریق جذب هوایی بارش‌ها، کاهش سرعت و انرژی برخورد قطره‌های باران بر سطح زمین، تبخیر و تعرق، تثبیت و نگهداری خاک توسط ریشه‌ها، کاهش رواناب و افزایش نفوذپذیری تأثیر مهمی دارد [۱]. بنابراین تخریب حوضه‌های آبخیز جنگلی، سبب ایجاد رواناب، رسوب و هدررفت عناصر خاک و کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود [۲]. در ایران بیشتر اراضی جنگلی به‌ویژه ناحیهٔ رویشی زاگرس دارای شیب تند و پتانسیل زیاد فرسایش‌اند و به دلایل مختلفی مانند بهره‌برداری بی‌رویه، تبدیل اراضی شیبدار به کشاورزی و باغداری، برداشت چوب و زغال‌گیری، برداشت معادن، چرای دام، آتش‌سوزی، جاده‌سازی و عبور لوله‌های گاز و آب در معرض خطر تخریب قرار گرفته‌اند. شایان ذکر است که خاک‌های جنگلی به‌علت داشتن مواد آلی زیاد و ساختمان دانه‌ای و بافت مناسب، همواره مورد توجه جنگل‌نشینان برای تغییر کاربری این اراضی به کشاورزی بوده است [۱]. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و حجم و رشد فزایندهٔ تخریب جنگل، محققان زیادی به بررسی فرسایش و رسوب ناشی از تخریب خاک جنگل پرداختند. فن‌لی در تحقیقی نشان داد که اثر پوشش گیاهی بر فرسایش خاک نسبت به مناطق بدون پوشش گیاهی، حدود ده برابر بیشتر است [۳]. شیائومینگ و همکاران با بررسی تأثیرات پوشش گیاهی بر تولید رسوب و رواناب در مقیاس حوضهٔ آبخیز به این نتیجه رسیدند که نفوذ و ضریب رواناب (با تقسیم حجم رواناب به سطح قطعه نمونه، ارتفاع رواناب و با تقسیم ارتفاع رواناب بر ارتفاع بارندگی، ضریب رواناب محاسبه شد) در مناطق کشاورزی نسبت به مناطق جنگلی ۵ تا ۲۰ برابر بیشتر است [۴]. مارکز و همکاران با بررسی اثر پوشش گیاهی بر رواناب و فرسایش خاک در حوضهٔ آبخیز جنگلی در اسپانیا در قطعه‌های نمونه فاقد پوشش، ضریب رواناب را ۳۵ درصد محاسبه کردند [۵]. گیرمی و همکاران با بررسی رواناب و هدررفت خاک در حوضهٔ آبخیز تیگاری در شمال اتیوپی نتیجه گرفتند که ضریب رواناب، حجم رواناب و تولید رسوب در جنگل به‌طور معنی‌داری از دیگر کاربری‌ها کمتر است [۶]. در ایران نیز خالدی درویشان و همکاران در تحقیقی در حوضهٔ آبخیز معرف خامسان در استان کردستان نشان دادند که تیمار قرق با افزایش تراکم پوشش گیاهی موجب افزایش نفوذ و کاهش رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در مقیاس پلات شد [۷]. خزائی و همکاران با بررسی آثار هیدرولوژیکی تخریب سطح جنگل به این نتیجه رسیدند که مقدار تولید رواناب، ضریب رواناب و غلظت و تولید رسوب در منطقهٔ تخریب‌شده (فاقد گونه‌های درختی و درختچه‌ای)، نسبت به منطقهٔ جنگلی تخریب‌نشده به‌ترتیب ۵، ۷، ۶ و ۱۸ برابر بیشتر است [۱]. اتحادی ابری و همکاران در تحقیقی دربارهٔ تأثیر معنی‌دار تغییر پوشش گیاهی در اثر بهره‌برداری بر مقادیر رواناب و رسوب در جنگل خیرود نشان دادند که رواناب با درصد رس و وزن مخصوص ظاهری خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت است و مقدار رسوب با درصد رس و وزن مخصوص ظاهری خاک همبستگی معنی‌دار مثبت دارد [۸]. بازگیر و همکاران بیان نمودند که علی‌رغم اهمیت پوشش جنگلی در ناحیهٔ رویشی زاگرس، متأسفانه هرساله مساحت زیادی از آنها در اثر تخریب و تغییر کاربری کاسته می‌شود [۹]. تأثیر این‌گونه تخریب‌ها بر تغییر رفتار هیدرولوژیک مناطق جنگلی رویشگاه زاگرس به‌صورت معدود بررسی شده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تخریب و تغییر کاربری جنگل در شیب‌های مختلف بر مؤلفه‌های هیدرولوژی مانند تولید رواناب، هدررفت خاک و خصوصیات فیزیکی خاک اراضی جنگلی، کشاورزی و اراضی تخریب‌یافته در محدودهٔ اراضی سورگه، منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ استان ایلام در رویشگاه زاگرس انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

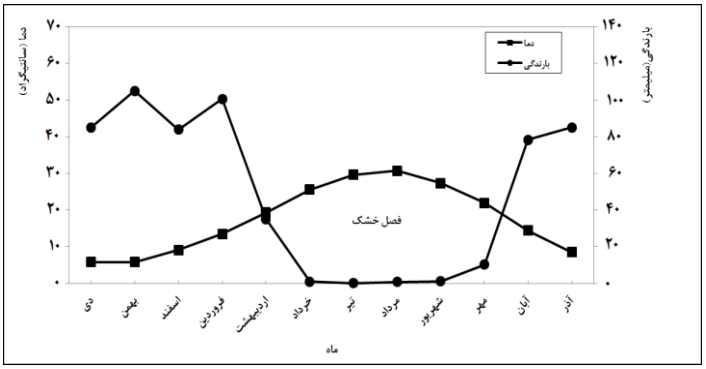
۲. ۱. منطقهٔ پژوهش

محدودهٔ پژوهش شامل اراضی سورگه در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ استان ایلام در ناحیهٔ رویشی زاگرس با وسعت ۳۳۰۰۰ هکتار با موقعیت جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۵ دقیقه و ۱۰ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه و ۴۰ ثانیهٔ عرض و ۴۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۳۳ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵ ثانیهٔ طول، حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۱۰۵ و ۲۶۵۰ متر از سطح دریا، شیب متوسط ۳۵ درصد، متوسط بارندگی سالیانه ۵۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد است (شکل ۱). پس از مطالعهٔ نقشه و بازدید منطقه براساس هدف پژوهش محدوده‌ای با دارا بودن ویژگی‌های هدف تحقیق (شرایط تا حد ممکن یکسان و مشابه از نظر نوع و بافت خاک، جهت، ارتفاع، اقلیم و پوشش گیاهی که تا حد امکان در مجاورت یکدیگر باشند)، به مساحت

۳۱۰۰ هکتار در اراضی روستای سورگه با تیپ بلوطستان و گونهٔ غالب بلوط ایرانی برای پژوهش انتخاب و مشخص شد. اطلاعات و آمار هواشناسی منطقهٔ از میانگین ایستگاه‌های سینوپتیک شهرستان‌های ایلام، چرداول و سیروان محاسبه شد. فصل خشک منطقه از اوایل اردیبهشت آغاز می‌شود و تا اوایل مهر ادامه می‌یابد (شکل ۲). براساس طبقه‌بندی آمبرژه، منطقه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد و از نظر خاک‌شناسی شامل دو رده خاک آنتی‌سول و اینسپتی‌سول است [۱۰].



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ و محدودهٔ پژوهش



شکل ۲. منحنی آمبروترمیک منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ مانشت و قلارنگ

۲. ۲. روش پژوهش

پلات‌ها با ابعاد دو متر مربعی (۲×۱ متر) در جنگل تخریب‌شده [۱] (دارای پوشش بسیار کم مرتعی) در سه شیب مختلف ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد، اراضی کشاورزی دیم تحت کشت گندم در سه شیب مختلف ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد و شاهد (جنگل دست‌نخورده یا کمتردست‌خورده با تراکم زیاد درختی و درختچه‌ای) در سه شیب مختلف ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد و هر کدام در سه تکرار (در مجموع ۲۷ قطعه نمونه) به‌صورت انتخابی با ابعاد دو متر مربعی (۲×۱ متر) در جهت شیب مستقر شدند [۱۱]. برای بستن محیط قطعه‌های نمونه از کارتن عایق‌کاری‌شده با پوشش پلاستیکی (کارتن پلاست) استفاده شد. در انتهای هر قطعه نمونه زهکش‌هایی برای جمع‌آوری رواناب جاری‌شدهٔ سطح قطعه نمونه تعبیه شد (شکل ۳). مقدار باران در هر رخداد بارندگی توسط باران‌سنج مستقر در منطقه اندازه‌گیری شد. محل استقرار باران‌سنج به‌گونه‌ای انتخاب شد که هیچ تداخلی با تاج درختان وجود نداشته باشد. برای جلوگیری از ورود آب حاصل از پاشیدن قطرات باران سطح خاک جنگل نیز باران‌سنج در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری از سطح زمین مستقر شد. یازده رخداد بارندگیِ منجر به تولید رواناب و رسوب از آذرماه ۱۳۹۹ تا آذرماه ۱۴۰۰ ثبت و اندازه‌گیری شد. بیشترین بارندگی در ۱۳۹۹/۱۱/۱۸ به مقدار ۹۵ میلی‌متر و کمترین بارندگی در ۱۳۹۹/۰۹/۱۴ به مقدار ۱/۲ میلی‌متر اتفاق افتاد. پس از هر بار بارندگی، نمونه‌های رواناب تولیدشده برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. با تقسیم حجم رواناب به سطح قطعه نمونه، ارتفاع رواناب محاسبه شد. با تقسیم ارتفاع رواناب بر ارتفاع بارندگی، ضریب رواناب برحسب درصد محاسبه شد

[۱]. در ادامه برای اندازه‌گیری غلظت رسوب (به روش تخلیهٔ آب) ظروف حاوی آب و رسوب به آزمایشگاه منتقل شد [۱۲]. بعد از به‌هم زدن کامل رواناب و رسوب ابتدا نمونه‌ای یک لیتری از آن برداشته و به‌مدت ۴۸ ساعت به حالت سکون نگه داشته شد. بعد از خالی کردن آب اضافی، رسوبات موجود در کف ظرف شسته و از کاغذ صافی واتمن ۴۰ گذرانده شد و در آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شد. با توزین نمونه‌های کاغذ صافی همراه رسوب و کسر کردن وزن کاغذ صافی، وزن رسوب نمونه برحسب گرم در میلی‌متر محاسبه شد [۱۳]. برای تعیین پارامترهای خاک در مجاورت هر قطعه نمونه یک نمونه خاک سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) برداشت شد [۱۴]. در آزمایشگاه نمونه‌های خاک خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس درصد رس، سیلت و شن و طبقهٔ بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین شد. جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و درصد رطوبت خاک به روش وزنی در آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سلسیوس تعیین شد [۱۵]. درصد مادهٔ آلی به روش والکلی- بلک و هدایت الکتریکی و اسیدیتهٔ خاک با تهیهٔ عصارهٔ اشباع اندازه‌گیری شد [۱۶].

شکل ۳. الف) قطعه نمونهٔ جنگل دست‌نخورده؛ ب) قطعه نمونهٔ کشاورزی؛ (ج) قطعه نمونهٔ جنگل تخریب‌یافته؛ (د) موقعیت باران‌سنج

۲. ۳. روش تحلیل

داده‌های جمع‌آوری‌شده در محیط نرم‌افزار SPSS 24 تجزیه‌وتحلیل شد. ابتدا با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در سطح ۵ درصد نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. از آزمون تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین‌ها براساس دانکن برای بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر مقدار رواناب و رسوب استفاده شد. معنی‌داری و حد تأثیر هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در خاک بر مقدار رواناب و رسوب با استفاده از روش همبستگی پیرسون تعیین شد.

۳. نتایج و بحث

کمترین مقدار رواناب و رسوب مربوط به شیب ۱۵ درصد و بیشترینِ آن مربوط به شیب ۳۵ درصد است (جدول ۱). در سطح قطعه

نمونه کمترین مقدار رواناب مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۲۵ درصد و جنگل و بیشترین مقدار آن مربوط به جنگل تخریب‌یافته یا شیب ۲۵ درصد است. کمترین مقدار رسوب مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۲۵ درصد و جنگل با شیب ۱۵ درصد و بیشترین مقدار، مربوط به جنگل تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد است. کمترین ضریب رواناب در اراضی کشاورزی با شیب ۲۵ درصد و بیشترین ضریب در جنگل تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد دیده شد. نتایج جدول ۲ شامل تجزیهٔ واریانس مقدار رواناب و رسوب سه منطقه (اراضی جنگلی، کشاورزی و جنگل تخریب‌یافته) نشان داد که مقدار رواناب در سطح معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) در اراضی جنگل تخریب‌یافته بیشتر از بقیهٔ مناطق است. مقدار رسوب در سطح معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۱$) در اراضی کشاورزی و در سطح معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) در اراضی جنگلی تخریب‌یافته با بقیهٔ مناطق اختلاف معنی‌داری داشت.

بیشترین مقدار اسیدیته مربوط به اراضی جنگلی تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد و کمترینِ آن، مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۱۵ درصد است. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی مربوط به اراضی بدون پوشش با شیب ۳۵ درصد و کمترینِ آن مربوط به اراضی جنگلی تخریب‌یافته با شیب ۱۵ درصد است. بیشترین مقدار وزن مخصوص ظاهری مربوط به اراضی جنگلی تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد و کمترینِ آن مربوط به اراضی جنگلی با شیب ۲۵ درصد است. بیشترین درصد رس مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۱۵ درصد و کمترینِ آن مربوط به اراضی جنگلی با شیب ۳۵ درصد است (جدول ۳).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار حجم و ضریب رواناب و رسوب در مناطق تحت بررسی

تیمار براساس پوشش و شیب	رواناب (میلی‌متر)		رسوب (تن در هکتار)		ضریب رواناب (درصد)	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
کشاورزی با شیب ۳۵ درصد	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۵	۰/۲۲	۰/۳۳
کشاورزی با شیب ۲۵ درصد	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۱۴
کشاورزی با شیب ۱۵ درصد	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۰/۲۶
جنگل با شیب ۳۵ درصد	۰/۱۷	۰/۵۳	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۳۳	۰/۸۹
جنگل با شیب ۲۵ درصد	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۲۷	۰/۷۳
جنگل با شیب ۱۵ درصد	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۱۵	۰/۴۷
جنگل تخریب‌یافته با شیب ۳۵ درصد	۱/۹۴	۴/۸۸	۰/۱۲۸۸	۰/۳۸۵	۳/۱۴	۶/۹۴
جنگل تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد	۳/۴۳	۶/۹۷	۰/۲۳۷۱	۰/۵۶۲	۶/۷۵	۱۱/۳۴
جنگل تخریب‌یافته با شیب ۱۵ درصد	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۱۵	۰/۳۰

جدول ۲. آنالیز واریانس اثر شیب بر مقدار رسوب و رواناب در اراضی جنگلی، جنگل تخریب‌یافته و کشاورزی

	منبع تغییر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی‌داری
رواناب جنگل	شیب مختلف	۰/۲۲	۲	۰/۱۱	۰/۷۶	۰/۴۷
	خطا	۱۳/۹۵	۹۶	۰/۱۵		
	کل	۱۴/۱۷	۹۸			
رواناب کشاورزی	شیب مختلف	۰/۰۹	۲	۰/۰۵	۱/۱۵	۰/۳۲
	خطا	۳/۹۰	۹۶	۰/۰۴		
	کل	۳/۹۹	۹۸			
رواناب جنگل تخریب‌یافته	شیب مختلف	۱۸۸/۴۷	۲	۹۴/۲۳	۳/۹۰	۰/۰۲*
	خطا	۲۳۱۸/۶۴	۹۶	۲۴/۱۵		
	کل	۲۵۰۷/۱۱	۹۸			
رسوب جنگل	شیب مختلف	۰/۰۰	۲	۰/۰۰	۰/۳۲	۰/۷۳
	خطا	۰/۰۰	۹۶	۰/۰۰		
	کل	۰/۰۰	۹۸			
رسوب کشاورزی	شیب مختلف	۰/۰۰	۲	۰/۰۰	۶/۴۳	۰/۰۰**
	خطا	۰/۰۰	۹۶	۰/۰۰		
	کل	۰/۱۰	۹۸			
رسوب جنگل تخریب‌یافته	شیب مختلف	۰/۹۲	۲	۰/۴۶	۲/۹۸	۰/۰۵*
	خطا	۱۴/۸۳	۹۶	۰/۱۵		
	کل	۱۵/۷۵	۹۸			

*معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، **معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

بیشترین درصد سیلت مربوط به اراضی جنگلی تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد و کمترینِ آن مربوط به اراضی جنگلی با ۱۵ درصد شیب و اراضی جنگلی تخریب‌یافته با شیب ۱۵ درصد است. بیشترین درصد شن مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۲۵ درصد و کمترین درصد مربوط به اراضی جنگلی تخریب‌یافته با شیب ۲۵ درصد است. بیشترین درصد مادهٔ آلی مربوط به اراضی جنگلی با شیب ۲۵ و ۳۵ درصد و کمترین درصد مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۲۵ درصد است. بیشترین درصد رطوبت خاک مربوط به اراضی جنگلی با شیب ۱۵ و ۳۵ درصد و کمترین آن مربوط به اراضی کشاورزی با شیب ۱۵ درصد است.

براساس نتایج جدول ۴، ارتباط بین متغیرهای کمّی اندازه‌گیری‌شده در خاک با مقدار رواناب و رسوب با استفاده از ماتریس همبستگی نشان داد که متغیرهای اسیدیته، درصد سیلت ($P \leq ۰/۰۱$) و درصد رس ($P \leq ۰/۰۵$) همبستگی مثبت و درصد ماسه ($P \leq ۰/۰۱$) همبستگی منفی با رواناب داشتند. درصد سیلت ($P \leq ۰/۰۱$) و اسیدیته ($P \leq ۰/۰۵$) همبستگی مثبت و درصد ماسه ($P \leq ۰/۰۱$) همبستگی منفی با رسوب داشتند.

جدول ۳. میانگین پارامترهای خاک در مناطق تحت بررسی

		تیمار								
متغیر	میانگین و انحراف معیار	کشاورزی ۳۵ درصد	کشاورزی ۲۵ درصد	کشاورزی ۱۵ درصد	جنگل ۳۵ درصد	جنگل ۲۵ درصد	جنگل ۱۵ درصد	جنگل تخریب‌یافته ۳۵ درصد	جنگل تخریب‌یافته ۲۵ درصد	جنگل تخریب‌یافته ۱۵ درصد
اسیدیته	میانگین	۷/۲	۷/۱	۷	۷/۴	۷/۳	۷/۱	۷/۲	۷/۷	۷/۳
	انحراف معیار	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵
هدایت الکتریکی (µs)	میانگین	۵۹۳/۶۷	۵۵۹/۳۳	۵۷۶	۶۱۲/۶۷	۶۱۶/۶۷	۶۲۳	۶۳۵/۶۷	۵۶۴/۶۷	۵۵۶
	انحراف معیار	۷/۷۷	۴/۷	۷/۲۱	۱۱/۰۶	۱۶/۹۲	۲۱	۸/۰۸	۶/۸	۶/۰۸
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	میانگین	۱/۲۸	۱/۴۸	۱/۵۳	۱/۲۳	۱/۱۱	۱/۴۴	۱/۳۹	۱/۵۸	۱/۶۳
	انحراف معیار	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۷۶
درصد رس	میانگین	۲۰/۵	۱۴/۴	۲۶	۱۴/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۲۰/۵	۲۲/۵	۱۸/۵
	انحراف معیار	۰	۰/۱۱۵	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵۷	۰	۰	۰/۰۵۷
درصد سیلت	میانگین	۲۹/۲	۲۲	۲۸/۵	۳۴	۳۲	۲۰	۳۸	۴۴	۲۰
	انحراف معیار	۰/۳۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
درصد ماسه	میانگین	۵۰/۳	۶۳/۶	۴۵/۵	۵۱/۵	۵۱/۵	۶۳/۵	۴۱/۵	۳۳/۵	۶۱/۵
	انحراف معیار	۰/۳۴۶	۰/۱۱۵	۰/۱۱۵	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۰	۰	۰/۰۵۷
درصد مادهٔ آلی	میانگین	۲/۱۲	۱/۶	۲/۵	۴/۱۱	۴/۰۸	۴/۰۴	۴/۰۱	۱/۹۷	۲/۵۱
	انحراف معیار	۰/۱۱۵	۰/۱۰۵	۰/۰۱۵	۰/۱۱۹	۰/۰۸	۰/۰۹۸	۰/۰۹۵	۰/۱۴۲	۰/۰۱۵
درصد رطوبت خاک	میانگین	۲۱/۴۲	۲۴/۴۴	۲۵/۶۹	۳۰/۷۲	۲۶/۰۳	۳۱/۷۰	۲۵/۲۳	۲۶/۲۳	۲۷/۶۵
	انحراف معیار	۰/۲۱	۰/۵۲	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۴۷	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۰۵

جدول ۴. نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای خاک و رواناب و رسوب

پارامترهای خاک	همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری
اسیدیته	۰/۶۴۵	۰/۰۰۰**	۰/۴۸۵	۰/۰۱*
هدایت الکتریکی (µs)	−۰/۰۳۸	۰/۸۵۰	−۰/۲۴۰	۰/۲۲۷
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۰/۲۹۳	۰/۱۵۳	۰/۳۳۱	۰/۰۹۲
درصد رس	۰/۳۸۹	۰/۰۴۵*	۰/۳۵۱	۰/۰۷۲
درصد سیلت	۰/۷۸۵	۰/۰۰۰**	۰/۵۳۹	۰/۰۰۴**
درصد ماسه	−۰/۷۷۵	۰/۰۰۰**	−۰/۵۶۴	۰/۰۰۲**
درصد مادهٔ آلی	−۰/۱۳۱	۰/۵۱۶	−۰/۳۰۴	۰/۱۲۳
درصد رطوبت خاک	−۰/۱۰۹	۰/۵۸۸	−۰/۰۹۵	۰/۶۳۸

*معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، **معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

پوشش جنگلی سبب افزایش باران‌ربایی و تبخیر و تعرق می‌شود و با ایجاد لایهٔ لاشبرگی به‌طور مؤثری از جداسازی ذرات خاک جلوگیری می‌کند و ساختار خاک را بهبود می‌بخشد و مقدار رواناب و رسوب را کاهش می‌دهد [۲، ۸، ۱۷]. نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها در جدول ۱ نشان داد که کمترین مقدار رواناب و رسوب مربوط به پوشش کشاورزی و جنگلی و بیشترین مقدار مربوط به جنگل تخریب‌یافته است که با یافته‌های تحقیق سوریاتموجو و همکاران [۱۸] و واگنبرنر و همکاران [۲] همسویی دارد. بنابراین در ناحیهٔ رویشی زاگرس کشاورزان از یک طرف با حذف شاخ‌وبرگ یا برداشت کامل درختان جنگلی و شخم زدن اراضی جنگلی تراس‌هایی ایجاد می‌کنند و از طرف دیگر با اولین بارندگی پاییزی اراضی کشاورزی دارای پوشش گیاهی می‌شود که کاهش رواناب و رسوب در سال‌های اولیه را در پی دارد. در اراضی جنگلی درختان هم دارای شاخ‌وبرگ‌اند و موجب افزایش باران‌ربایی و تبخیر و تعرق می‌شوند و هم سیستم ریشه‌ای و لاشبرگ دارند و همانند اسفنج عمل کرده و در نتیجه رواناب و رسوب کمتری ایجاد می‌کنند. افزون‌بر این بیشترین رواناب و رسوب نیز در اراضی شیبدار جنگل تخریب‌یافته به‌دست آمد. دلیل زیاد بودن انحراف معیار رواناب و رسوب در جدول ۱ این است که بارندگی و در پی آن رواناب و رسوب به‌دست‌آمده، در طول یک سال اندازه‌گیری شده و بنابراین مقدار آن نسبت به فصل بارش با توجه به آمار ده‌ساله (بیشترین مقدار در فصل پاییز و کمترین مقدار در فصل بهار) و همچنین زمان بی‌برگی و برگداری درختان جنگل، متغیر بوده است. بنابراین انحراف معیار زیاد داده‌ها نشان‌دهندهٔ صحت کم نتایج نیست، بلکه به‌دلیل شرایط طبیعی اندازه‌گیری و همچنین ارقام واقعی به‌دست‌آمده از آن شرایط است. برای حل این مشکل می‌توان طولانی‌تر کردن زمان تحقیق (پژوهش چندساله) و افزایش حجم آماری داده‌های رواناب و رسوب را پیشنهاد کرد. همچنین با توجه به ارتفاع رواناب ایجادشده کمترین ضریب رواناب در کشاورزی با شیب ۲۵ درصد و بیشترین ضریب رواناب در حالت بدون پوشش درختی ۲۵ درصد محاسبه شد. در اراضی جنگلی تخریب‌یافته درختی کلوییدهای خاک به‌راحتی در معرض انرژی قطرات باران قرار می‌گیرند و از هم پاشیده می‌شوند و ذرات ریز خاک که بیشتر رس هستند سبب بسته شدن حفره‌های خاک می‌شوند و از نفوذ آب در خاک جلوگیری کرده و ارتفاع رواناب و به‌تبع آن ضریب رواناب بیشتری ایجاد می‌کنند. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای خاک در نه منطقهٔ تحت بررسی نشان داد که منطقهٔ جنگلی در شیب‌های مختلف دارای کمترین مقدار وزن مخصوص ظاهری، بیشترین مقدار مادهٔ آلی و درصد رطوبت خاک نسبت به مناطق دیگر است که دلیل آن، وجود تاج‌پوشش متراکم و تأثیر مثبت بقایای گیاهی بر افزایش مادهٔ آلی و درصد رطوبت خاک است که این نتایج با یافته‌های تحقیق اتحادی ابری و همکاران [۸] همسویی دارد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اراضی جنگلی تخریب‌یافته دارای بیشترین کوبیدگی و فشردگی خاک و در نتیجه دارای بیشترین مقدار وزن مخصوص ظاهری‌اند که تأثیر مهمی در کاهش نفوذپذیری خاک و در نتیجه افزایش رواناب و رسوب دارد. این یافته با نتایج پژوهش آدکالو و همکاران [۱۹] همسوست. نتایج همبستگی حاصل از بررسی خصوصیات شیمیایی خاک نشان داد که پارامترهای اسیدیته، درصد رس، درصد سیلت و درصد شن ارتباط معنی‌داری با مقدار رواناب و رسوب دارند. با افزایش درصد ذرات شن نفوذپذیری خاک افزایش می‌یابد و رواناب کمتری تولید می‌کند. از طرفی ذرات شن به‌رغم چسبندگی کم و جدا شدن آسان، در برابر انتقال توسط رواناب مقاومت کرده و در نتیجه رسوب کمتری تولید می‌کنند؛ بنابراین همبستگی منفی بین مقدار ذرات شن با مقدار رواناب وجود دارد که این نتایج مطابق با یافته‌های سانتوس و همکاران [۲۰] است. با افزایش مقدار رس و سیلت، مقاومت خاک در برابر انتقال کاهش می‌یابد و رسوب بیشتری منتقل می‌شود و همچنین در اثر چسبندگی سطحی به‌وجود آمده و کاهش تخلخل کل خاک، نفوذپذیری خاک کاهش می‌یابد و رواناب بیشتری تولید می‌شود که همسو با نتایج تحقیق سانتوس و همکاران [۲۰] است. همچنین براساس نتایج، به‌علت برداشت بی‌رویه از برگ درختان برای مصرف دام و نیز تحت تأثیر عواملی مانند آفات، خشکسالی و آتش‌سوزی از مقدار لاشبرگ و مادهٔ آلی در اراضی جنگلی کاسته شده، اما همبستگی منفی با مقدار رواناب و رسوب دیده می‌شود. مادهٔ آلی موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و نفوذپذیری خاک و در نتیجه، کاهش حجم رواناب و رسوب می‌شود [۲۱]؛ بنابراین مناطق جنگلی و کشاورزی بیشترین مقدار مادهٔ آلی و کمترین مقدار رواناب و رسوب را در مقایسه با دیگر مناطق دارند. درصد رطوبت خاک بر مقدار رواناب و رسوب تأثیر معنی‌داری ندارد. منطقهٔ جنگلی و کشاورزی بیشترین درصد رطوبت خاک را به‌دلیل وجود تاج پوشش انبوه دارد. در صورتی که این منطقه، کمترین مقدار رواناب و رسوب را تولید می‌کند که دلیل آن نیز تأثیر زیاد مادهٔ

آلی بر افزایش ظرفیت نگهداری آب، تخلخل خاک و نفوذپذیری خاک است [۱۹]. همچنین مقدار هدایت الکتریکی، همبستگی معنی‌داری با مقدار رواناب و رسوب ندارد، اما اسیدیته با مقدار رواناب و رسوب همبستگی معنی‌دار مثبت دارد. زیاد بودن pH در این مناطق را می‌توان به ورود کاتیون‌های بازی از طریق تاج‌بارش و وجود بیشتر لاشبرگ و مواد آلی که حاصل آن ورود عناصر بازی بیشتر مانند Ca، Mg، K و Na در خاک در نتیجهٔ تجزیهٔ مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌هاست نسبت داد [۹]. اسیدیته و pH متأثر از بقیهٔ خصوصیات شیمیایی خاک مانند کاتیون‌ها و آنیون‌های انحلال‌پذیر در خاک هستند که در تشکیل و پایداری خاکدانه و نفوذ آب در خاک تأثیر دارند که با نتایج تحقیق اتحادی ابری و همکاران [۸] همخوانی ندارد.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که تخریب و تغییر کاربری اراضی جنگلی در کوتاه‌مدت تغییرات کمی در مقدار رواناب و رسوب و خصوصیات خاک ایجاد می‌کند، اما در بلندمدت به‌دلیل کاهش کیفیت خاک طی حذف یا تغییر کاربری پوشش جنگلی، نفوذپذیری خاک کاهش و در نتیجه مقدار رواناب و رسوب خاک افزایش می‌یابد. این رفتار به‌دلیل نبود پوشش محافظ خاک سطحی است که تأثیر قطرات باران و جدا شدن ذرات خاک را افزایش می‌دهد. مقادیر مختلف رواناب سبب ایجاد تفاوت در مقدار رسوب و انتقال مواد مغذی می‌شود. شدت بارندگی بیشتر سبب ایجاد عمق رواناب بیشتر می‌شود. می‌توان تأیید کرد که تلفات مواد مغذی با شدت بارندگی و عمق رواناب افزایش می‌یابد. اگرچه مقدار این تأثیرگذاری، بسته به شدت حذف پوشش گیاهی و درختان و درختچه‌ها متفاوت است؛ بنابراین با حفظ، احیا و توسعهٔ درختان و درختچه‌های جنگلی و همچنین جلوگیری از تغییر کاربری این اراضی به کشاورزی به‌ویژه در اراضی شیبدار جنگلی می‌توان مانع تولید رواناب و رسوب شد. پیشنهاد می‌شود که در مناطق حفاظت‌شده در فصل پاییز یعنی هنگام کمبود علوفه برای تألیف دام از تخریب و سرشاخه‌زنی درختان توسط جنگل‌نشینان جلوگیری شود، زیرا بیشتر دامداران این مناطق کوچ‌رو هستند؛ بنابراین بهتر است آنها را در اواسط پاییز از اراضی جنگلی خارج کرد و از ورود آنها در فصل برگ‌دهی درختان و درختچه‌ها در بهار نیز جلوگیری گردد و در نقاطی که حریق یا تخریب به هر نحوی اتفاق افتاده، نهالکاری یا بذرکاری با گونه‌های بومی را انجام داد.

References

[1]. Khazayi, M., Sadeghi, S.H.R., and Mirnia, S.Kh. (2011). Hydrological effects of forest surface disturbance, a case study. *Iranian Journal of Forest*, 2: 145-155. (In Persian).

[2]. Wagenbrenner, J.W., MacDonald, L.H., and Rough, D. (2016). Effectiveness of three post-fire rehabilitation treatments in the Colorado Front Range. *Hydrological Processes*, 20: 2989-3006.

[3]. Fen-Li., Z. (2006). Effect of Vegetation Changes on Soil Erosion on the Loess Plat eau. *Pedosphere*, 16: 420-427.

[4]. Xiaoming, Z., Xinxiao, Y., Sihong, W., and Huifang, L. (2007). Effects of forest vegetation on runoff and sediment transport of watershed in Loess area, west China. *Science of Soil and Water Conservation*, 2: 163-168.

[5]. Marques, M.J., Bienes, R., Jimenez, L., and Perez-Rodriguez, R. (2007). Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots. *Science of the Total Environment*, 378: 161-165.

[6]. Girmay, G., Sing, B.R., Nyssen, J., and Borrosen, T. (2009). Runoff and sediment-associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 376: 70-80.

[7]. Khaledi Darvishan, A., Hadi Ghorghi, Katebikord., A, Mohammad Amini, H., Gholami, L., Karamzadeh., A., Bahmani, A., and Saeidi, F. (2018). Effect of exclosure on runoff, sediment concentration and soil loss in erosion plots in Khamsan representative watershed of Kurdistan province. *Iranian Journal of Forest*, 24: 243-255. (in Persian)

[8]. Etehadi Abari, M., Majnounian, B., Malekian, A., and Jourgholami, M. (2018). Runoff and sediment variations due to change in some soil properties following forest harvesting (Case study: Kheyrud Forest). *Iranian Journal of Forest*, 10: 267-278. (In Persian).

[9]. Bazgir, M., Hydari, M., Zeynali, N., and Kohzadean, M. (2018). Effect of land use change from forest to agriculture and abounded of agriculture on soil physical and chemical properties in Zagros forest ecosystem. *Iranian Journal of Forest*, 10: 267-278. (In Persian).

[10]. Mirzaei, J. (2018). Detailed design of Manesht-Qhalarang protected area (phase 2), Ilam University. 306: 1-12. (in Persian)

[11]. Prats, S.A., Wagenbrenner, J.W., Martins, M.A.S., Malvar, M.C., and Keizer, J. (2016). Mid-term and scaling effects of forest residue mulching on post-fire runoff and soil erosion. *Science of The Total Environment*, 64: 1-13.

[12]. Walling, D.E., Collins, A.L., Sichingabula, H.A., and Leek, G.J.L. (2001). Integrated Assessment of Catchment Suspended Sediment Budgets: A Zambian Example. *Land Degradation and Development*, 12: 387-415.

[13]. Seeger, M. (2007). Uncertainty of factors determining runoff and erosion processes as quantified by rainfall simulations. *Catena*, 71: 56-67.

[14]. Casermeiro, M.A., Molina, J.A., Caravaca, M.L., Costa, J.H., Massanet, M.H., and Moreno, P.S. (2004). Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean Climate. *Catena*, 57: 91-107.

[15]. Foltz, R.B., Copeland, N.S., and Elliot, W.J. (2009). Reopening abandoned forest roads in northern Idaho, USA: Quantification of runoff, sediment concentration, infiltration, and interrill erosion parameters. *Environmental Management*, 90: 2542-2550.

[16]. Duiker, S.W., Flanagan, D.C., and Lal, R. (2001). Erodibility and filtration characteristics of five major soils of southwest Spain. *Catena*, 45: 103-121.

[17]. Mohammad, A., and Adam, M. A. (2010). The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. *Catena*, 8: 97-103.

[18]. Suryatmojo, H., Masamitsu, F., Kosugi, K., and Mizuyama, T. (2011). Impact of selective logging and intensive line planting system on runoff and soil erosion in a Tropical Indonesia rainforest. In: Proceedings of river basin management VI. Wessex Institute of Technology, UK, 87: 288-300.

[19]. Adekalu, K.O., Okunade, D.A., and Osunbitan, J.A. (2006). Compaction and mulching effects on soil loss and runoff from two southwestern Nigeria agricultural soils. *Geoderma*, 137: 26-230.

[20]. Santos F.L., Reis, J.L., Martins, O.C., Castanheria, N.L., and Serralherio, R.P. (2003). Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. *Biosystems Engineering*, 86: 355-364.

[21]. Emadi, M., Baghernejad, M., and Memarian, H.M. (2009). Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. *Land Use Policy*, 26: 452-457.