Researches in Earth Sciences

Journal homepage: https://esrj.sbu.ac.ir

Research Article

The role of rainfall simulation in determining the type of relationship between runoff production and soil chemical properties (Case study: Kuhe Gach watershed of Izeh city)

Hamzeh Saeediyan*

Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran

Received: 08 Sep 2023 Accepted: 09 Jun 2024

Extended Abstract

Introduction

Examining the details between water and soil relationships can be useful and effective in better understanding these relationships that univariate regression can play an important role in this important matter and cause be a useful analysis of these relationships and ultimately the design of appropriate structures in water projects. The purpose of this study is to determine the type of relationship between runoff production and soil chemical properties using rainfall simulator, one of the advantages of which is to investigate the partial relationships that occur between runoff and soil chemical properties in different land uses in a shorter time, with lower cost and higher accuracy. Knowing the general information about a watershed is useful, but what leads to a better understanding of hydrological relationships in a watershed is knowing the details of hydrological relationships that have been discussed in detail in this research and can be useful and effective in the proper design of different watershed management structures in the watershed by increasing the understanding of the relationships between runoff production and chemical properties of soil, and also from wasting time experts and also prevented the waste of capital. In this research, it has been tried to state that sometimes a large amount of information obtained by different researchers in general may be not useful and also cause confusion for researchers, and paying attention to the details in the relationship between water and soil, even if it is small, has much more useful and better results for both researchers and the implementation department.

Materials and Methods

In this study, in order to determine the type of relationship between runoff production and soil chemical properties in different land uses of Gachsaran Formation deposits, a part of Kuhe Gach watershed of the Izeh city with an area of 1202 hectares was selected.

Citation: Saeediyan, H., 2024. The role of rainfall simulation in determining the type of relationship, *Res. Earth. Sci:* 15(3), (106-118) DOI: 10.48308/esrj.2023.104051

* Corresponding author E-mail address: H.Saeediyan@areeo.ac.ir

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Researches in Earth Sciences

Journal homepage: https://esrj.sbu.ac.ir

The area has geographical coordinates of 49°45′27′ to 49°47′9″ E and 31°50′ 27′ to 31°53′32″ north. In this study, the relationship between runoff and soil chemical properties in different land uses of Gachsaran Formation was determined using univariate regression. Then, sampling of runoff production in 6 points with 3 replicates and in different rainfall intensities of 0.75, 1 and 1.25 mm/minute in three uses of the range, residential area and agricultural lands with the help of the rain simulator was done. In addition, the same number of runoff sampling was performed on soil chemical properties such as organic matter, soil salinity, soil acidity and carbonate calcium. SPSS and EXCEL software were used for statistical analysis. The rain simulator is known as the most important device for simulating different components of the hydrological cycle, especially rain and runoff resulting from it, in the first stages of formation and occurrence of soil erosion process. However, in recent years, the necessity of measuring runoff in order to evaluate it using rainfall simulation and in short-term times has been considered in order to manage watersheds.

Results and Discussion

Soil chemical properties have a significant effect on runoff changes in different land uses, which were investigated in this study more detailed without interaction of chemical and physical properties of soil. Also, the complex role of soil chemical properties in relation to land use and runoff generation was shown. Although the displacement of rainfall simulators and the amount of water consumed in watersheds is very difficult, this study showed that the Kamphorst rain simulator can provide reliable and valuable data due to its easier displacement and homogeneous environment that its plot creates. Of course, one of its limitations is the height of the installation of the rain simulator, which is better to be placed at a higher height that is somewhat close to the terminal velocity of the raindrops. Therefore, it is recommended that instead of transporting soil from watersheds to fixed rain simulator laboratories, it is recommended to use simulators such as Kamphorst that can be easily transferred to watersheds.

Conclusion

The results showed that in total, in Gachsaran Formation and in range, agricultural and residential land uses and in all three intensities of 0.75, 1 and 1.25 mm/min, soil organic matter in six cases had a negative relationship and in three cases showed positive relationship with runoff production. Soil salinity showed a negative relationship in five cases and a positive relationship in four cases, soil acidity showed a negative relationship in six cases and a positive relationship in three cases, and soil carbonate calcium had a negative relationship in eight cases and in one case showed a positive relationship with runoff production.

Keywords: Runoff production, Soil chemical properties, Water and soil relationships, Univariate regression

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

پژوهشهای دانش زمین
Journal homepage: https://esrj.sbu.ac.ir
Shahid Beheshti University

بررسی نقش شبیه‌سازی باران در تعیین نوع رابطه بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه)

حمزه سعیدیان *

بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

(**پژوهشی**) دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۱۷ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۳/۰۳/۲۰

چکیده گسترده

مقدمه

بررسی جزئیات بین روابط آب و خاک می تواند در درک بهتر این روابط مفید و موثر باشد که رگرسیون تک متغیره می‌تواند در این امر مهم نقش بسزایی داشته باشد و باعث تجزیه و تحلیل مفید این روابط و در نهایت طراحی سازه‌های مناسب در پروژه‌های آبی شود. هدف از این تحقیق تعیین نوع رابطه بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از شبیه ساز باران می‌باشد که از مزیت‌های آن بررسی روابط جزئی که بین رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف اتفاق می‌افتد در زمان کوتاه‌تر و با هزینه کمتر و دقت بالاتر می‌باشد. دانستن اطلاعات کلی از یک حوزه آبخیز مفید است ولی آنچه که باعث درک بهتر روابط هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز می‌شود، دانستن جزئیات روابط هیدرولوژیکی است که در این تحقیق به‌طور جزئی به آن پرداخته شده است و می‌تواند با بالا بردن فهم و درک روابط بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک، در طراحی مناسب سازه‌های مختلف آبخیزداری در حوزه آبخیز مفید و موثر باشد و هم از اتلاف وقت کارشناسان و هم از اتلاف سرمایه جلوگیری کرد. در این تحقیق سعی شده است بیان شود گاها حجم زیادی از اطلاعات که توسط محققیق مختلف به‌صورت کلی به دست آمده است ممکن است نه تنها مفید نباشد بلکه باعث سردرگمی محققان نیز شود و پرداختن به جزئیات در روابط آب و خاک هر چند اندک باشد، نتایج بسیار مفیدتر و بهتری هم برای محققان و هم بخش اجرا دارد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور تعیین نوع ارتباط بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف نهشته‌های سازند گچساران، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه با مساحت ۱۲۰۲ هکتار انتخاب گردید. در این تحقیق تعیین رابطه بین رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف سازند گچساران به کمک رگرسیون تک متغیره انجام گرفت. سپس نمونه‌برداری تولید رواناب در ۶ نقطه و با ۳ تکرار و در شدت‌های مختلف بارش ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در سه کاربری مرتع، منطقه مسکونی و اراضی کشاورزی به کمک دستگاه شبیه ساز باران انجام شد و به همین تعداد نمونه‌برداری رواناب، نمونه‌برداری از خصوصیات شیمیایی خاک مانند ماده آلی، شوری خاک، اسیدیته خاک و کربنات کلسیم انجام گرفت. به منظور انجام تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS و EXCEL استفاده گردید.

استناد: سعیدیان، ح.، ۱۴۰۳. بررسی نقش شبیه‌سازی باران در تعیین نوع رابطه بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک، پژوهشهای دانش زمین: ۱۵(۳)، (۱۱۸-۱۰۶)، DOI: 10.48308/esrj.2023.104051

* نویسنده مسئول: E-mail: H.Saeediyan@areeo.ac.ir

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

پژوهشهای دانش زمین
Journal homepage: https://esrj.sbu.ac.ir
Shahid Beheshti University

دستگاه شبیه‌ساز باران به عنوان مهم‌ترین وسیله شبیه‌سازی اجزای مختلف چرخه هیدرولوژی به خصوص باران و رواناب ناشی از آن در اولین مراحل شکل‌گیری و رخداد فرآیند فرسایش خاک شناخته می‌شود. این در حالی است که در سال‌های اخیر لزوم اندازه‌گیری رواناب به منظور ارزیابی آن با استفاده از شبیه‌سازی باران و در پایه‌های کوتاه مدت به منظور مدیریت حوزه‌های آبخیز مورد توجه قرار گرفته است.

نتایج و بحث

در این تحقیق همچنین به خوبی نقش پیچیده خصوصیات شیمیایی خاک در ارتباط با کاربری اراضی و تولید روانابی که ایجاد می‌کند، نشان داده شد. خصوصیات شیمیایی خاک تاثیر بسزایی در تغییرات رواناب در کاربری‌های مختلف دارد که در این تحقیق به صورت جزئی‌تر و دقیق‌تر بدون اثر متقابل خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک به آن پرداخته شد. هر چند که جابه‌جایی شبیه‌سازهای باران و مقدار آب مصرفی در حوزه‌های آبخیز بسیار سخت است ولی این تحقیق نشان داد که شبیه‌ساز باران کامفورست به علت جابه‌جایی راحت‌تر و محیط همگنی که پلات آن ایجاد می‌کند، می‌تواند داده‌های قابل اعتماد و ارزشمندی را ارائه دهد. البته از محدویت‌های آن نیز ارتفاع نصب شبیه‌ساز باران است که بهتر است در ارتفاع بالاتری قرار گیرد که تا حدودی به سرعت حد قطرات باران نزدیک شود. بنابراین توصیه می‌شود که به جای حمل خاک از حوزه‌های آبخیز به آزمایشگاه‌های ثابت شبیه‌ساز باران سعی شود از شبیه‌سازهایی مانند کامفورست استفاده شود که به راحتی به حوزه‌های آبخیز منتقل می‌شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه، ماده آلی خاک در شش مورد رابطه منفی و در سه مورد رابطه مثبت با تولید رواناب از خود نشان داد و شوری خاک نیز در پنج مورد رابطه منفی و در چهار مورد رابطه مثبت از خود نشان داد و اسیدیته خاک نیز در شش مورد رابطه منفی و در سه مورد رابطه مثبت از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در هشت مورد رابطه منفی و در یک مورد رابطه مثبت با تولید رواناب از خود نشان داد.

واژگان کلیدی: تولید رواناب، خصوصیات شیمیایی خاک، روابط آب و خاک، رگرسیون تک متغیره.

مقدمه

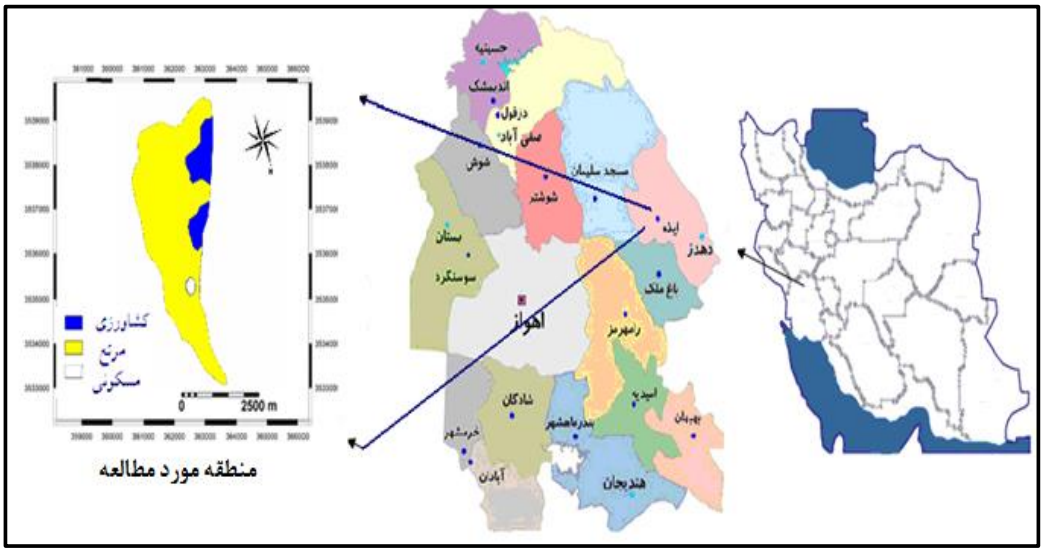
علاوه بر تغییرپذیری الگوهای بارش در زمان و مکان، عوامل خاک موثر در تولید رواناب و رسوب مانند ظرفیت نفوذ، رطوبت، فرسایش پذیری و پایداری خاک نیز بسیار متغیر می‌باشند (Seeger, 2007). درصد زیادی از حجم بارندگی در حوزه‌های آبخیز تحت‌تأثیر زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، شیب زمین و شکل حوزه آبخیز و جنس و نوع خاک و شرایط هیدرولوژیکی و عوامل دیگر به رواناب سطحی تبدیل می‌شود. همین‌طور به دلیل تغییرات مکانی این عوامل تولید رواناب و رسوب نیز غیر یکنواخت و متغیر می‌باشد (Jordan, 1994; Troendle, 1985; Vaezi et al, 2010). براساس مطالعات انجام شده تغییرات آب و هوایی نیز می‌تواند تغییرات مهمی در رواناب و رسوب در منطقه ایجاد کند (Chen and Liu, 1996; Yang, 2000). مدل‌های هیدرولوژیکی چارچوبی را برای ارزیابی رابطه مابین هواشناسی و فعالیت‌های انسان و منابع آب را فراهم می کنند (Jothityangkoon, 2001; Leavesley et al, 2002). از این رو آگاهی از چگونگی تغییرات مکانی رواناب و عوامل موثر بر آن در برنامه ریزی درست اهمیت بسیاری دارد (Carey and Woo, 2001; Yang et al, 2005). در طی

فرایند تبدیل بارش به رواناب سطحی، ممکن است هر یک از عوامل تبخیر و تعرق، برگاب، نفوذ و چالاب باعث کاهش حجم رواناب تولیدی نسبت به حجم کل بارش گردد، که البته در حوزه آبریز کوچک و به ویژه در بارش‌های کوتاه مدت عوامل تبخیر و تعرق قابل صرف نظر کردن است، ولی در حوزه‌های با پوشش گیاهی زیاد، عامل برگاب در طی فرایند بارش، به ویژه در ابتدای بارندگی، به داخل خاک نفوذ کرده و در صورت وجود مناطق گود در حوزه، میزان چالاب افزایش و حتی پس از قطع بارش ممکن است در داخل خاک نفوذ یا به صورت تبخیر به اتمسفر باز گردانده شود. در تحقیق دی هو و همکاران (De Hoo et al, 2001) در ارزیابی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر سیلاب در حوزه آبخیز میوز به این نتیجه رسیدند توسعه سطوح نفوذپذیر با کاهش ظرفیت رطوبت پیشین خاک، حجم رواناب را به میزان ۴/۰۶ درصد افزایش داده است. در تحقیق دانگ و همکاران (Dong et al, 2012) به بررسی فرسایش خاک و رواناب در نهشته‌های بزرگراه‌ها با استفاده از شبیه‌ساز باران پرداختند و نتیجه گرفتند که جرم حجمی خاک اثر مثبت روی رواناب دارد. و اثر شیب روی رواناب با شدت بارش تغییر می‌کند. در تحقیق خالدی درویشان و همکاران (Khaledi Darvishan et al, 2014) نشان داد که رواناب با سپری شدن مدت زمانی پس از شروع بارندگی شکل گرفته و تا حد زیادی وابسته به ویژگی‌های بارندگی، خاک و شیب است. شدت بیشتر باران و کاهش ظرفیت آبگیری لایه‌های سطحی خاک موجب افزایش حجم رواناب شده و در ادامه نیروی بیشتری برای کنش و انتقال ذرات خاک آماده می شود. سازند گچساران از مهمترین سازندهای زمین‌شناسی زون زاگرس در سنوزوئیک می‌باشند.

سازند گچساران دارای حساسیت بالایی نسبت به فرسایش و رسوب می باشد (Fathizadeh et al, 2016). این سازند حدود ۱۶۰۰ متر ضخامت داشته و سن آن میوسن پایینی است و از نظر سنگ‌شناسی مشتمل بر نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ آهک و مقداری شیل می‌باشد (Ahmadi, 2007). هدف از این تحقیق تعیین نوع رابطه بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از شبیه ساز باران می‌باشد که از مزیت‌های آن بررسی روابط جزئی که بین رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف اتفاق می‌افتد در زمان کوتاه‌تر و با هزینه کمتر و دقت بالاتر می باشد. دانستن اطلاعات کلی از یک حوزه آبخیز مفید است ولی آنچه که باعث درک بهتر روابط هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز می‌شود، دانستن جزئیات روابط هیدرولوژیکی است که در این تحقیق به‌طور جزئی به آن پرداخته شده است و می‌تواند با بالا بردن فهم و درک روابط بین تولید رواناب و خصوصیات شیمیایی خاک، در طراحی مناسب سازه‌های مختلف آبخیزداری در حوزه آبخیز مفید و موثر باشد و هم از اتلاف وقت کارشناسان و هم از اتلاف سرمایه جلوگیری کرد. در این تحقیق سعی شده است بیان شود گاها حجم زیادی از اطلاعات که توسط محققیق مختلف به‌صورت کلی به دست آمده است ممکن است نه تنها مفید نباشد بلکه باعث سردرگمی محققان نیز شود و پرداختن به جزئیات در روابط آب و خاک هر چند اندک باشد، نتایج بسیار مفیدتر و بهتری هم برای محققان و هم بخش اجرا دارد.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه در استان خوزستان است که دارای ۱۲۰۲ هکتار مساحت می‌باشند. منطقه کوه گچ دارای مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۴۷ دقیقه و ۹ ثانیه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۲ ثانیه شمالی می‌باشند.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و ایران

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نقشه‌های مورد نیاز مانند نقشه توپوگرافی و نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تهیه شدند. برای به دست آوردن شدت غالب بارش منطقه نیز از داده‌های هواشناسی استفاده شد که در نهایت شدت غالب منطقه ۱ میلی‌متر در دقیقه به دست آمد که شدت اصلی شبیه‌ساز باران براساس آن تنظیم شد. شبیه‌ساز باران مورد استفاده که به شبیه‌ساز باران کامفورست معروف می‌باشد توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور ساخته شد. تعیین عواملی مانند میزان رواناب ایجاد شده از کاربردهای این دستگاه شبیه‌ساز باران می‌باشد. تعیین این عوامل از اساسی‌ترین مراحل مطالعاتی برای اجرای صحیح برنامه هایی مانند حفاظت خاک، مدیریت حوزه‌های آبخیز و همچنین پیش‌بینی شدت و مقدار رواناب می‌باشد. برای تامین شدّت بارش یکنواخت در طول آزمایش و فراهم نمودن شرایط یکسان برای کلیّه آزمایشات از دستگاه شبیه‌ساز باران استفاده گردید (Zehtabian, 1999). ضمنا شبیه‌ساز باران مورد استفاده برای اندازه پلات ۶۲۵ سانتی متر مربع طراحی شده و سپس به منطقه مورد مطالعه حمل شد. این شبیه‌ساز باران در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری از زمین قرار گرفت و به راحتی می‌توان آن را در مناطق صعب العبور جا به جا کرد و چون سطح پلات آن کوچک است محیط همگنی را برای اندازه‌گیری رواناب ایجاد می‌کند. این شبیه ساز باران برای تعیین خصوصیات فرسایشی خاک، رواناب، میزان نفوذ آب و همچنین برای تحقیقات خاک مناسب بوده و استفاده از آن به‌منظور تعیین رسوب نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد محسوب می‌گردد (kamphorst, 1987). در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه، میزان رواناب خارج شده از پلات جمع‌آوری و در ظروف شماره گذاری شده به‌صورت جداگانه نگهداری شد. پس از اتمام آزمایش، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و رواناب موجود اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب، نتایج میزان رواناب در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه برای هر آزمایش در شدت‌های بارش ۰/۷۵، ۱و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه حاصل گردید. ضمنا از مزیت های استفاده از این شبیه‌ساز باران قابلیت تکرار آزمایشات در کوتاهترین زمان ممکن است و به راحتی قابل نصب در مکان مورد نظر و جا به جا شدن سریع آن است و همچنین سادگی استفاده از آن نیز برای کارشناسان از مزیت‌های دیگر آن می‌باشد. در این تحقیق، نمونه‌ها به صورت تصادفی مشخص و برداشت شد. با توجه به هزینه و زمان، در سازند گچساران در ۶ سطح (۶ مکان جداگانه) و هر سطح سه تکرار برای به کارگیری باران‌ساز مشخص و به همین تعداد نمونه رواناب برداشته شد. در سازند گچساران سه نقطه در کاربری مرتع، دو نقطه در کاربری زراعی و یک نقطه در کاربری مسکونی می‌باشد. در این تحقیق برای تعیین نوع ارتباط بین تولید رسوب وخصوصیات شیمیایی خاک مانند ماده‌آلی، هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک و کربنات کلسیم خاک از رگرسیون تک متغیره استفاده شد و روابط بین رواناب - ماده آلی، رواناب - هدایت الکتریکی، رواناب - اسیدیته خاک و رواناب - کربنات کلسیم در

شدت‌های بارش مذکور به دست آمدند. در مجموع حدود ۷۲ آزمایش خاک برای به دست آوردن ماده آلی خاک و هدایت الکتریکی خاک و اسیدیته خاک و برای تعیین درصد کربنات کلسیم خاک انجام شدند. در هر آزمایش از مجاورت هر پلات نمونه خاک سطحی (۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) به منظور آزمایش‌های شیمیایی خاک برداشت شد و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌ها در آزمایشگاه برای ارزیابی خصوصیات شیمیایی خاک شامل ماده آلی، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک و کربنات کلسیم خاک به روش هایی که در ادامه می‌آید در آزمایشگاه تجزیه شدند (Saeediyan et al, 2014). درصد ماده آلی به کمک سوزاندن به روش‌تر، هدایت الکتریکی و اسیدیته پس از تهیه عصاره اشباع به وسیله EC متر و pH متر و درصد کربنات کلسیم خاک نیز با استفاده از روش کلسیمتری به دست آمدند (Morady and Saidian, 2010). به منظور انجام کلیّه تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS و EXCEL استفاده گردید و سپس مدل‌های نهایی تعیین گردیدند.

بحث و نتایج

دستگاه شبیه‌ساز باران به عنوان مهمترین وسیله شبیه سازی اجزای مختلف چرخه هیدرولوژی به خصوص باران و رواناب ناشی از آن در اولین مراحل شکل‌گیری و رخداد فرآیند فرسایش خاک شناخته می‌شود. این در حالی است که در سال‌های اخیر لزوم اندازه‌گیری رواناب به منظور ارزیابی آن با استفاده از شبیه‌سازی باران و در پایه‌های کوتاه مدت به منظور مدیریت حوزه‌های آبخیز مورد توجه قرار گرفته است. نوع رابطه بین تولید رواناب به دست آمده به استفاده از شبیه‌ساز باران با خصوصیات شیمیایی خاک با کمک رگرسیون تک متغیره در جدول‌های ۱ تا ۹ آورده شده است.

جدول ۱: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۳/۸۸	۱/۹۷	۰/۰۸۹	۰/۵۹	Om۱۵/۸۶ + ۱۳۳/۵۳Ro =	رواناب - ماده آلی	مرتع
۰/۶۰۷	-۰/۷۷۹	۰/۴۶۲	۰/۲۸	Ec۱۵/۱ − ۱۶۵/۴Ro =	رواناب - شوری	مرتع
۰/۰۰۰	-۰/۰۰۸	۰/۹۹۴	۰/۰۰۳	pH۱/۰۵ − ۱۴۹/۱۲Ro =	رواناب - اسیدیته	مرتع
۶/۰۰۴	-۲/۴۵	۰/۰۴۴	۰/۶۷	Cac۱/۳۴ − ۱۸۱/۲۲Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	مرتع

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۲: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۲/۳۷	۱/۵۴	۰/۱۹۸	۰/۶۱	Om۵۳/۱۴ + ۱۵۹/۹۶Ro =	رواناب - ماده آلی	کشاورزی
۳/۴	-۱/۸۶	۰/۱۳۵	۰/۶۸	Ec۱۵۰/۳۱ − ۲۴۳/۸۱Ro =	رواناب - شوری	کشاورزی
۱/۶۱	-۱/۲۶	۰/۲۷۳	۰/۵۳	pH۷۲/۹۶ − ۶۹۱/۸۱Ro =	رواناب - اسیدیته	کشاورزی
۰/۷۶۸	-۰/۸۷۷	۰/۴۳۰	۰/۴۰	Cac۱۸/۹۲ − ۹۳۷/۶۵Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	کشاورزی

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی-داری (Sig)

جدول ۳: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۰/۲۳۰	۰/۴۸۰	۰/۷۱۵	۰/۴۳	Om۳۹/۱۷ + ۲۶۰/۹Ro =	رواناب - ماده آلی	مسکونی
۰/۲۱۶	-۰/۴۶۵	۰/۷۲۳	۰/۴۲	Ec۱۱۷/۸۵ − ۵۰۳/۲۱Ro =	رواناب - شوری	مسکونی
۹۶/۳۳	۹/۸۱	۰/۰۶۵	۰/۹۹	pH۱۴۱۶/۶۶ + -۹۶۵۰Ro =	رواناب - اسیدیته	مسکونی
۰/۵۲۱	۰/۷۲۲	۰/۶۰۲	۰/۵۸	Cac۱۵۰ + -۵۸۵۵Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	مسکونی

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری مرتع، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب زیاد شده است. درصد ماده آلی خاک تا حدی (معمولا بین ۴-۰ درصد) به علت افزایش ثبات ساختمانی خاک باعث کاهش رواناب می‌شود ولی با افزایش کربن آلی در خاک به علت خاصیت آب‌گریزی مواد آلی پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد و می‌تواند باعث افزایش رواناب شود ماده آلی باعث افزایش پایداری ساختمان خاک می گردد و از طریق اتصال ذرات خاک به یکدیگر به فرآیند خاکدانه سازی کمک می‌کند (Felton, 1995) و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب کم می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد. آهک هم‌چنین با هم‌آوری ذرات خاک و تشکیل ساختمان‌های بسیار مناسب در خاک می‌تواند باعث کاهش رواناب شود. بنابراین در اثر آن، خاکدانه‌ها هنگام جذب آب به آسانی متلاشی نمی‌شود که با نتایج میلر و گاردینر (Miller and Gardiner, 1998) که معتقد هستند درصد کربنات کلسیم باعث افزایش نفوذپذیری و کاهش رواناب می‌شود مطابقت دارد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب زیاد شده است که با نتیجه تحقیق احمدی ایلخچی و همکاران (Ahmadi Ilkhchi et al, 2002) که بیان نمودند که تبدیل مرتع به زمین زراعی باعث تنزل کیفیت خاک از طریق کاهش پایداری ساختمان خاک و مواد آلی آن در نتیجه افزایش تولید رواناب را در پی خواهد داشت و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب کم می‌شود با شستشوی نمک‌ها از خاک توسط بارندگی مقادیر هدایت الکتریکی کاهش می‌یابد که این امر به نوبه خود ممکن است موجب پراکنش و شکسته شدن خاکدانه‌ها گردد و در نتیجه باعث افزایش نفوذ و کاهش رواناب سطحی می‌شود. ولی در بارش‌های طولانی مدت می‌تواند باعث افزایش رواناب و تشدید تلفات خاک شود (Kazman et al, 1983) و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب کم می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری مسکونی، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب زیاد شده است و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب کم می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب افزایش می‌یابد که علت آن احتمالا به تاثیری که اسیدیته خاک بر روی میزان چسبندگی و تراکم خاکدانه‌ها در این کاربری می‌گذارد، بر می‌گردد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب افزایش می‌یابد. ذرات کربنات کلسیم ریز با ایجاد محیط متخلخل ریز در نتیجه رواناب افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۴: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۰/۴۵۱	-۰/۶۷۲	۰/۵۲۳	۰/۲۴	Om۱۶/۳۵ - ۲۵۳/۳۸Ro =	رواناب - ماده آلی	مرتع
۰/۱۵۴	۰/۳۹۲	۰/۷۰۶	۰/۱۴	Ec۱۹/۶۹ + ۲۱۴/۱۴Ro =	رواناب - شوری	مرتع
۰/۴۰۳	۰/۶۳۵	۰/۵۴۶	۰/۲۳	pH۲۰۲/۲۴ + -۱۱۸۷/۸Ro =	رواناب - اسیدیته	مرتع
۱/۱۵	-۱/۰۷	۰/۳۱۸	۰/۳۷	Cac۱/۸۵ – ۲۹۹/۸۲Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	مرتع

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۵: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۰/۰۱۱	-۰/۱۰۳	۰/۹۲۳	۰/۰۵	Om۹/۱۸ - ۲۵۷/۰۲۲Ro =	رواناب - ماده آلی	کشاورزی
۰/۷۵۹	-۰/۸۷۱	۰/۴۳۳	۰/۳۹	Ec۱۸۰/۳۸ − ۳۴۱/۵۸Ro =	رواناب - شوری	کشاورزی
۰/۵۳۸	-۰/۷۳۳	۰/۵۰۴	۰/۳۴	pH۹۶/۱۵ − ۹۴۰/۳۸Ro =	رواناب - اسیدیته	کشاورزی
۰/۹۴۶	-۰/۹۷۲	۰/۳۸۶	۰/۴۳	Cac۴۲/۲۸ − ۱۹۶۶/۲۴Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	کشاورزی

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۶: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۲۵۳/۱۸	-۱۵/۹۱	۰/۰۴۰	۰/۹۹	Om۲۶/۶۱۶ - ۴۳۶/۴۹Ro =	رواناب - ماده آلی	مسکونی
۱۷۶/۳۳	۱۳/۲۷	۰/۰۴۸	۰/۹۹	Ec۸۲/۱۴ + ۲۶۸/۲۱Ro =	رواناب - شوری	مسکونی
۰/۱۸۷	-۰/۴۳۳	۰/۷۴۰	۰/۳۹	pH۱۶۶/۶۶ − ۱۵۸۳/۳۳Ro =	رواناب - اسیدیته	مسکونی
۷۵	-۸/۶۶	۰/۰۷۳	۰/۹۹	Cac۷۵ −۳۴۸۸/۳۳Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	مسکونی

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه در کاربری مرتع، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب کم شده است در این زمینه سیگریست و همکاران (Siegrist et al, 1998) بیان داشتند که وجود ماده آلی در خاک موجب افزایش تخلخل، ظرفیت نگهداری آب و در نتیجه افزایش نفوذپذیری خواهد شد. لذا با افزایش ماده آلی در خاک حجم رواناب کاهش می‌یابد و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب زیاد می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب افزایش می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب کم می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب کم می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه در کاربری مسکونی، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب زیاد می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد که علت آن به تغییرات اندک در افزایش اسیدیته خاک و به مراتب نقشی کمتری که در میزان چسبنگی و تراکم خاکدانه‌ها ایجاد می‌شود، بستگی دارد و می‌تواند در کاهش تولید رواناب نقش آفرینی کند و با افزایش مقدار اسیدیته خاک و رابطه بیشتری که با چسبندگی و تراکم خاکدانه‌ها ایجاد می‌شود این نقش آفرینی می‌تواند با افزایش تولید رواناب همراه شود. کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد که به نقشی که کربنات کلسیم درشت در تغییرات خلل و فرج خاک دارد، بر می‌گردد.

جدول ۷: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۰/۳۷۶	-۰/۶۱۳	۰/۵۵۹	۰/۲۲	Om۲۴/۲۹ - ۳۴۵/۷۸Ro =	رواناب - ماده آلی	مرتع
۰/۰۸۳	۰/۲۸۸	۰/۷۸۲	۰/۱۰	Ec۲۳/۴۸ + ۲۹۶/۵۴Ro =	رواناب - شوری	مرتع
۰/۸۶۶	۰/۹۳۱	۰/۳۸۳	۰/۳۳	pH۴۶۵/۵۹ + -۲۹۶۵/۱۱Ro =	رواناب - اسیدیته	مرتع
۱/۶۴	-۱/۲۸	۰/۲۴۱	۰/۴۳	Cac۳/۴۸۱ − ۴۳۶/۰۳Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	مرتع

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۸: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۰/۰۰۷	-۰/۰۸۵	۰/۹۳۶	۰/۰۴	Om۱۰/۶۲۹ - ۳۱۴/۰۰۷Ro =	رواناب - ماده آلی	کشاورزی
۱/۱۶	-۱/۰۷۹	۰/۳۴۱	۰/۴۷	Ec۲۹۹/۰۵۱ − ۴۵۵/۲۱۱Ro =	رواناب - شوری	کشاورزی
۰/۲۵۵	-۰/۵۰۵	۰/۶۴۰	۰/۲۴	pH۹۵/۳۴ − ۹۹۱/۳۰۸Ro =	رواناب - اسیدیته	کشاورزی
۰/۰۸۰	-۰/۲۸۴	۰/۷۹۱	۰/۱۴	Cac۱۸/۹۲۶ − ۱۰۷۷/۶۵Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	کشاورزی

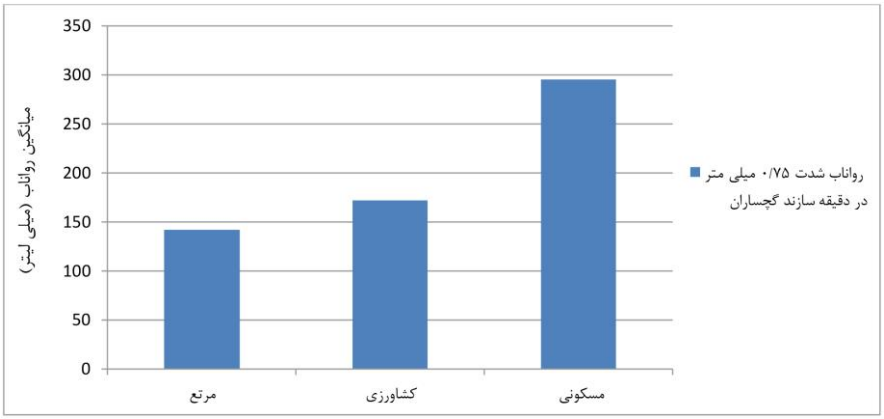
اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۹: رابطه بین تولید رواناب با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه

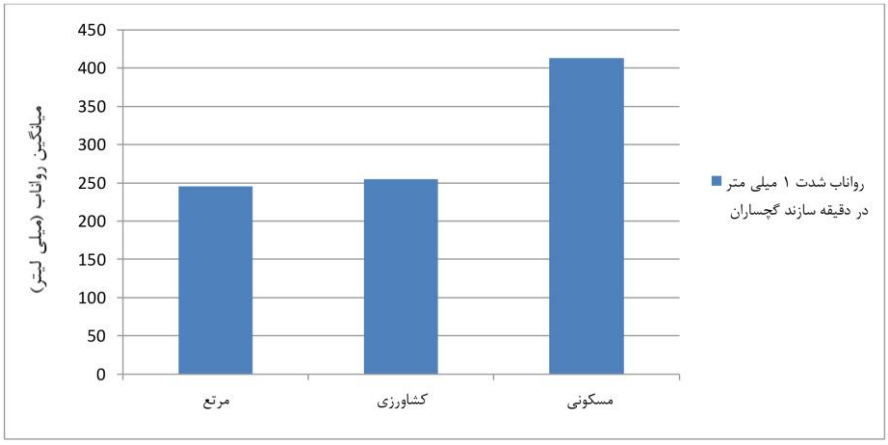
آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۶/۷۳	-۲/۵۹	۰/۲۳۴	۰/۹۳	Om۱۵/۱۰۴ - ۴۸۹/۸۱۲Ro =	رواناب - ماده آلی	مسکونی
۶/۲۵	۲/۵	۰/۲۴۲	۰/۹۲	Ec۴۶/۴۲ + ۳۹۴/۶۴Ro =	رواناب - شوری	مسکونی
۰/۷۵۰	-۰/۸۶۶	۰/۵۴۶	۰/۶۵	pH۱۶۶/۶۶ − ۱۶۴۶/۶۶Ro =	رواناب - اسیدیته	مسکونی
۲۷	-۵/۱۹	۰/۱۲۱	۰/۹۸	Cac۴۵ − ۲۳۲۱/۶۶Ro =	رواناب - کربنات کلسیم	مسکونی

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، تولید رواناب (Ro)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

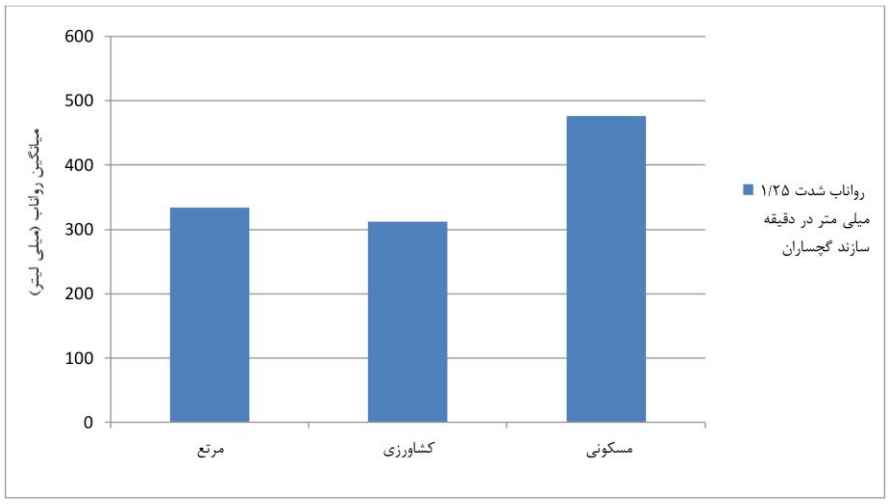
در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری مرتع، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب زیاد می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب افزایش می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب کم می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب کم می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری مسکونی، تولید رواناب با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، تولید رواناب کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با تولید رواناب رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، تولید رواناب زیاد می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با تولید رواناب رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، تولید رواناب کاهش می‌یابد.



شکل ۲: مقایسه رواناب درکاربری‌های مختلف



شکل ۳: مقایسه رواناب درکاربری‌های مختلف



شکل ۴: مقایسه رواناب درکاربری‌های مختلف

نتیجه‌گیری

خصوصیات شیمیایی خاک تاثیر بسزایی در تغییرات رواناب در کاربری‌های مختلف دارد که در این تحقیق به صورت جزئی‌تر و دقیق‌تر بدون اثر متقابل خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک به آن پرداخته شد. در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه، ماده آلی خاک در شش مورد مدل‌سازی رابطه منفی و در سه مورد مدل‌سازی رابطه مثبت با تولید رواناب از خود نشان داد و شوری خاک نیز در پنج مورد مدل‌سازی رابطه منفی

و در چهار مورد مدل‌سازی رابطه مثبت از خود نشان داد و اسیدیته خاک نیز در شش مورد مدل سازی رابطه منفی و در سه مورد مدل‌سازی رابطه مثبت از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در هشت مورد مدل‌سازی رابطه منفی و در یک مورد مدل‌سازی رابطه مثبت با تولید رواناب از خود نشان داد. در این تحقیق همچنین به خوبی نقش پیچیده خصوصیات شیمیایی خاک در ارتباط با کاربری اراضی و تولید رواناب نشان داده شده است. هر چند که جابه‌جایی شبیه‌سازهای باران و مقدار آب مصرفی در حوزه های آبخیز بسیار سخت است ولی این تحقیق نشان داد که شبیه‌ساز باران کامفورست به علت جابه‌جایی راحت‌تر و محیط همگنی که پلات آن ایجاد می‌کند، می‌تواند داده‌های قابل اعتماد و ارزشمندی را ارائه دهد. البته از محدویت‌های آن نیز ارتفاع نصب شبیه‌ساز باران است که بهتر است در ارتفاع بالاتری قرار گیرد که تا حدودی به سرعت حد قطرات باران نزدیک شود. بنابراین توصیه می‌شود که به جای حمل خاک از حوزه‌های آبخیز به آزمایشگاه‌های ثابت شبیه‌ساز باران سعی شود از شبیه‌سازهایی مانند کامفورست استفاده شود که به راحتی به حوزه‌های آبخیز منتقل می‌شوند.

سپاسگزاری

نویسنده این مقاله از هیچ سازمان یا ارگانی کمک مالی دریافت نکرده است.

References

Ahmadi Ilkhchi, A., Hajabbasi, M.H. and Jalalian, A., 2002. The Effect of Range Land Use Change to Dryland on Runoff Production, Soil Loss and Quality in Dorahan Region, Chaharmahal and Bakhtiari, Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, v. 6(4), p. 103-114.

Ahmadi, H., 2007. Applied Geomorphology, (Water Erosion), 5th Edition, Tehran, Tehran University Press, 714 p.

Carey, S.K. and Woo, M., 2001. Slope runoff processes and flow generation in a subarctic, subalpine catchment, Journal of hydrology, v. 253, p. 110-129.

Chen, Y. and Liu, X.R., .1996. Climate change impact on hydrology of Huaihe Basin, Journal of Hohai University, v. 24, p. 111-114.

De Hoo, A., Odijk, M., Koster, E. and Lucieer, A., 2001. Assessing the Effects of Land Use Changes on Floods in the Meuse and Oder Catchments, Phys. Chem. Earth (B), v. 26(7-8), p. 593-599.

Dong, J., Zhang, K., 2012. Runoff and Soil Erosion from Highway Construction Spoil Deposits: A Rainfall Simulation Study, Journal of Transportation Research Part D, v. 17, p. 8-14.

Fathizadeh, H., Karimi, H. and Tavakoli, M., 2016. The Role of Geological Formations Erosion Sensitivity in Erosion and Sediment Production (Case Study: Doveraj River Sub-Basins in Ilam Province), Journal of Watershed Management, Spring and Summer, v. 7(13), p. 193-208.

Felton, G.K., 1995. Soil hydraulic properties on municipal solid waste. Trans American Society of Association Executives, v. 38(3), p. 775-782.

Jordan, J.P., 1994. Spatial and temporal variability of streamflow generation processes on a Swiss catchment, Journal of Hydrology, v. 153, p. 357-382.

Jothityangkoon, C., Sivapalan, M. and Farmer, D.L., 2001. Process controls of water balance variability in a large semi-arid catchment: downward approach to hydrological model development, Journal of Hydrology, v. 254, p. 174-198.

Kamphorst, A., 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, Netherlands Journal of Agricultural Science, v. 35, p. 407-415.

-Kazman, Z., Shainberg, I. and Gal, M., 1983. Effect of Low Levels of Exchangeable Na and Applied Phosphogypsum on Infiltration Rate of Various Soils. Soil Science Society of American Journal, v. 135, p. 184-192.

Khaledi Darvishan, A.V., Sadeghi, S.H.R., Homaei, M. and Arab Khedri, M., 2014. Affectability of runoff threshold and coefficient from rainfall intensity and antecedent soil moisture content in laboratorial erosion plots, Iranian Water Research, v. 8(15), p. 41-49.

Leavesley, G.H., Markstrom, S.L., Restrepo, P.J. and Viger, R.J., 2002. A modular approach to addressing model design, scale, and parameter estimation issues in distributed hydrological modeling. Hydrological Processes, v. 16(2), p. 173-187.

Miller, R.W. and Gardiner, D.T., 1998. Soils in our Environment, Eighth edition, Prentice-hall Inc., United States of America, p. 75-81.

Morady, H.R. and Saidian, H., 2010. Comparing the Most Important Factors in the Erosion and Sediment Production in Different Land Uses, Journal of Environmental Science and Engineering, v. 4(11), p. 1-11.

Saeediyan, H., Moradi, H.R., Feiznia, S. and Bahramifar, N., 2014. The role of main slope

aspects on Some Soil Physical and Chemical Properties (Case Study: Gachsaran and Aghajari Formations of Kuhe Gagh and Margha watersheds of izeh township), Journal of Watershed Management, v. 5(9), Spring and Summer.

Seeger, M., 2007. Uncertainty of factors determining runoff and erosion processes as quantified by rainfall simulations, Catena, v. 71, p. 56-67.

Siegrist, S., Schaub, D., Pfiffner, L. and Mader, P., 1998. Does Organic Agriculture Reduce Soil Erodibility? The Results of a Long-Term Field Study on Loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 69, p. 253-264.

Troendle, C.A., 1985. Variable source area model, in: Hydrological forecasting, edited by: Anderson, M. C. and Burt, T. P., Wiley, Chichester, p. 347-404.

Vaezi, A.R., Bahrami, H.A., Sadeghi, S.H.R. and Mahdian, M.H., 2010. Modeling relationship between runoff and soil properties in dry-farming lands, NW Iran, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, v. 7, p. 2577-2607.

Yang, A.W., 2000. Impact of global climate change on China's water resources, Environmental Monitoring and Assessment, v. 61, p. 187-191.

Yang, M.Y., Tian, J.L. and Liu, P.L., 2005. Investigating the spatial distribution of soil erosion and deposition in a small catchment on the Loess Plateau of China using 137Cs. Soil and tillage research, v. 83(3), p. 121-128.

Zehtabian, G., 1999. Comparison of Runoff and Sediment in the Lehbary Marl Formation Using Rain simulator in Gelalmort Subbasin, University of Tehran, Deputy for Research, Applied Design, 107 p.