دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و چهارم، شماره‌ی۸۶

تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۱۳۱-۱۵۲

علیرضا قدرتی *[۱]

علیرضا حبیبی [۲]

علی لاهیجی [۳]

ارائه مدلی مناسب برای رواناب با استفاده از پارامترهای مورفومتری و محیطی در حوزه آبخیز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

چکیده

شناخت رفتار جریان در حوضه از دغدغه های مدیران حوضه آبخیز می باشد. مسئلهٔ برآورد رواناب سطحی در حوضهٔ آبریز رودخانه ها، موضوع پیچیده است که اطلاعات، فهم و دانش بشری از قوانین فیزیکی حاکم بر آن بعضا از دیدگاه فرمول های ریاضی محدود می‌باشد. عوامل متعددی در بروز سیل در مناطق موثر است، از جمله این عوامل می‌توان به خصوصیات توپوگرافیک، مورفولوژی رودخانه، دینامیک بارش و فعالیت های بشری اشاره نمود. این تحقیق در حوضه حبله رود اجرا شده است. هدف از این تحقیق تعیین میزان تولید رواناب واحدهای مختلف لیتولوژی با شناسایی عوامل موثر در تولید رسوب از طریق مدل رگرسیونی در مقیاس دستگاه شبیه‌ساز باران می‌باشد. روش تحقیق بر پایه بررسی-های میدانی و روش آماری استوار است. در بازدید میدانی اقدام به انجام آزمایش (برروی سازندها) با دستگاه شبیه‌ساز باران با شدّت بارش ٤ میلی‌متر در دقیقه با تداوم بارش متوسط۱۰ دقیقه در سه تکرار بر سطح دامنه با شیب ۲۰٪، میزان رواناب اندازه‌گیری شد. برای هر زیرحوضه، پارامترهای محیطی و مورفومتری به عنوان متغیر وابسته و میزان تولید رواناب به عنوان متغیر مستقل در نرم افزار SPSS با روش رگرسیون چندگانه (همزمان و پسرونده) مورد تجزیه و

*۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات،آموز ش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران Email ghodrati_2000@yahoo.com:

۲- پژوهشکده حفاطت خاک وآبخیزداری ، بخش تحقیقات مهندسی رودخانه وسواحل ایران سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تحلیل قرار گرفت. این آزمون برای ۲۱ زیر حوضه حبله‌رود بکارگرفته شد و نتایج نشان داد که تحلیل با روش پسرونده مناسبترین روش بوده است. ضریب تعدیل شده از ٥٨/٤ در مرحله اول به ۸۰/۵ درصد در مرحله ده افزایش یافت وعوامل موثر در سیل عبارتند از شیب، محیط، پوشش گیاهی و لیتولوژی بیشترین تاثیر را نشان می‌دهد.

کلید واژه ها: پارامترهای مورفومتریک، ضریب تعدیل، رگرسیون، رواناب

مقدمه

یکی از مولفه های مهم بیلان آبی در حوزه های آبخیز رواناب سطحی در حوزه می‌باشد.آگاهی از میزان رواناب بخش‌های مختلف حوزه آبخیز، علاوه بر مسئله بیلان آبی برای آگاهی از فرآیندهای فرسایش، انتقال رسوب، مسئله کیفیت آب، مطالعات سیل خیزی منطقه و تاثیرات اکولوژیکی امری ضروری و برای طرح‌های تحقیقاتی و مدیریتی لازم می باشد. در برخی حوزه ها با فقدان یا کمبود داده مواجه می شویم چون تمام حوزه‌های آبخیز دارای آمار مشاهده‌ای نبوده و یا آمار آنها ناقص و غیر قابل اعتماد می‌باشد. با استفاده از روش‌های آماری و روابط تجربی می توان به بازسازی و برآورد آمار ناقص پرداخت. اما این روش‌ها علاوه بر محدودیت‌هایی که دارند، لازم است با توجه به خصوصیات خاص حوزه آبخیز کالیبره شوند تا نتایج قابل اعتمادی ارائه دهند (Li et al ., 2009).

آب قابل دسترس در هر منطقه در بلندمدت مقداری ثابت است و تقاضا برای آب در بیشترمناطق جهان به دلیل افزایش جمعیت امری اجتناب ناپذیر است. از روش های شناخت رفتار و شبیه سازی حوضه های آبریز می توان به مدل سازی با استفاده ازتکنیک های رگرسیونی، شبکه های عصبی و مدل های ماشین بردار[1] پشتیبان اشاره کرد. با تمام اهمیتی که آب در اقتصاد ایران دارد، هر ساله سیلاب حجم زیادی از آبها و خاک های حاصلخیز کشور را از دسترس خارج نموده و به کویرها، دریاچه‌ها و دریاها انتقال می‌دهد(Alizade, 2009). افزایش برای تقاضای آب در مناطق مختلف بویژه در نواحی خشک و نیمه خشک، نیاز به مدیریت بهینه منابع آب را بیش از پیش نشان می‌دهد (Ghanbarpour et al., 2008).آب سطحی که نتیجهٔ پاسخ‌های بارش رواناب در یک حوضه می باشد، منبع بالقوه ای است که اگر به طور صحیح مدیریت شود، می تواند برای تأمین تقاضا مفید واقع گردد. از این رو برآورد رواناب حاصل از بارش‌های جوی، پایه و مبنای مطالعات بسیاری از طرح‌های مختلف توسعه و بهره برداری از منابع آب را تشکیل می دهد Sorinejad, (2002).مسئلهٔ برآورد رواناب سطحی در حوضهٔ آبریز رودخانه ها، موضوع پیچیده است که اطلاعات، فهم و دانش بشری از قوانین فیزیکی حاکم بر آن بعضا از دیدگاه فرمول‌های ریاضی محدود می باشد .عوامل متعددی در بروز سیل

[1] - Support vector machine

در مناطق موثر است، از جمله این عوامل می توان به خصوصیات توپوگرافیک، مورفولوژی رودخانه، دینامیک بارش و فعالیت های بشری اشاره نمود (Brooks,2003).

برای تحلیل منطقه ای سیلاب روش های مختلفی ارائه شده است که سیل نمایه، روش توزیع منطقه ای و همبستگی چند متغیره ، استخراج رابطه همبستگی بین سیل با دوره های بازگشت مختلف، عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی‌حوضه ها از این جمله هستند. ارزیابی مدل های هیدرولوژیکی حوضه های آبریز که به شیوه های مختلف انجام می شود، منجر به کالبیره شدن مدل و افزایش قابلیت اعتماد به مقادیر حاصل از مدل می گردد. از اواسط قرن نوزدهم میلادی تا کنون، روش های تجربی و مدل های هیدرولوژیکی مختلفی برای برآورد و محاسبه رواناب سطحی تهیه شده است (Singh,1988). برای تحلیل منطقه ای سیلاب رودخانه های ایالت‌جورجیای آمریکا از آمار ٤٢٦ ایستگاه موجود در منطقه استفاده نموده اند، در این بررسی با استفاده از روش تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره بین پارامتر های فیزیکی و اقلیمی حوضه آبخیز با دبی های سیلابی حاصل از توزیع احتمالی پیرسون تیپ ۳، مدل های برآورد دبی سیلاب منطقه ای را ارائه کرده اند، همچنین این تحقیق نشان داد که سطح حوضه معنی دارترین متغیر مرتبط با دبی سیلابی می باشد (Stamy & Hess,1993). در ایران نیز Ghasempour (1999) مدل های منطقه ای برآورد دبی حداکثر لحظه ای سیلاب سالانه با دوره های بازگشت ۵ تا ۲۰۰ ساله برای منطقه غرب مازندران را از طریق رگرسیون چند گانه، با روش های پیش رو و پسرو بین دبی با دوره های بازگشت مختلف به عنوان متغیر وابسته و خصوصیات فیزیوگرافی به عنوان متغیر مستقل را ارائه نمود، نتایج ایشان نشان داد که مساحت مهمترین پارامتر موثر در تولید سیلاب بوده است Mahdavi&Davodirad (1999) برای ارائه مناسبترین مدل تخمین سیلاب در حوضه دریاچه نمک از طریق داده‌های ۲۳ ایستگاه آب سنجی، زمین شناسی و مورفولوژی ٦ عامل را انتخاب نمودند که این عوامل ۹۲ درصد تغییرات را در داده‌های اصلی تبیین می نمایند. مدل منطقه ای رگرسیونی برآورد سیلاب در حوضه های آبخیز استان ایلام بر اساس داده‌های بارش در دوره های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله و ١٤ ویژگی فیزیوگرافی، ۱۱ زیرحوضه اقدام، و براساس آنالیز خوشه‌ای زیر حوضه ها را در سه گروه تقسیم بندی نمودند (Tavakoli & Rostaminia, 2006). کاربرد استفاده ازویژگی های ژئومورفولوژی کمی، مورفومتری با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی به مدل سازی برآورد سیلاب در حوضه‌های آبی واقع در دامنه شمالی البرز انجام گرفته است و نتایج پژوهش نشان داد که دبی حداکثر لحظه‌ای بیشتر تابعی از مساحت حوضه، طول حداکثر و عرض مستطیل معادل حوضه ها است (Jokarsarhangi et al ., 2009). Salavati et al (2010) به مدل سازی تولید رواناب بر اساس متغیرهای فیزیوگرافی و اقلیمی در حوضه‌های آبخیز استان کردستان پرداختند و نتایج بدست آمده آنها بیانگر تغییرپذیری متغیرها و اهمیت آنها در تعیین دبی با دوره های بازگشت در ماه‌های مختلف داشت.

مدل سازی به عنوان یکی از مفیدترین روش ها برای پژوهش می باشد که با تبیین فرایندها ارتباط دارد. مدل هایی که بر پایه اصول آماری احتمالی بنا گذاشته شده اند، از اهمیت ویژه ای برخور دارند. در این گونه مدل ها ارزش های

عددی یک دسته از پدیده ها و ویژگی های ا صلی آنها با نشانه ها و نیز روابط بین این پدیده ها به روابط بین نشانه ها مانند می شود. در هر نوع مدل سازی یک استراتژی چند مرحله ای(تشخیص، شناسایی، برازش وآزمون صحت مدل)، طراحی و اجرا خواهد گردید، که طی آن محدوده اعتماد مدل‌ها مشخص‌خواهد شد. مدل‌های رگرسیون منطقه ای، مدت هاست برای پیش بینی مقادیر سیلاب مورد استفاده قرار می گیرند این مدل های رگرسیونی، از مدل های پیچیده باران- رواناب بهتر بوده است (Stedinger et al ,.1992).

کراف و رانتز پس از مطالعه روش‌های گوناگون تحلیل منطقه ای سیلاب، دریافتند که تکنیک رگرسیون پیش‌بینی کننده بهتری نسبت به روش شاخص سیلاب یا برازش توزیع های فراوانی نظری بر داده های ثبت شده تاریخی است(Viessman et al.,1989). مدل رگرسیون چند متغیره نوع بسط یافته از مدل رگرسیون خطی دو متغیره است که در آن سعی می شود بر اساس چندین متغیر مستقل پیش بینی یا متغیر وابسته برآورد شود(Farajzadeh ,2007). (Ajili lahiji et al.(2020 با استفاده از مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی عوامل موثر بر عملکرد باغات زیتون استان گیلان را ارزیابی نمودند و مهمترین عوامل خاکی و اقلیمی موثر را با استفاده از روش آنالیز حساسیت تعیین نمودندو در مقایسه با روش رگرسیون خطی چند متغیره کارایی بسیار بالاتری از خود نشان داد . Talebi Khiavi et al.,(2020)در مدلسازی احتمال وقوع و بررسی اثر مکانی عوامل مؤثر بر فرسایش گالی با استفاده از رگرسیون درختی تقویت شده عنوان نمودند که براساس نقشه پیشبینی مشخص گردید که ۱۰/٦۳ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه در طبقه حساسیت بسیار زیاد قرار گرفته است. مقدار AUCبرای مدل رگرسیون درختی تقویت شده در این تحقیق ۰/۸۱ محاسبه گردید که نشان دهنده تخمین خوب مدل در پیشبینی مناطق حساس به فرسایش گالی است .(Zabihi et al.,(2018 در تحقیقی با عنوان مدلسازی مکانی فرسایش گالی در استان مازندران، تأثیر فاکتورهای ارتفاع، جهت شیب، درجه شیب، طول شیب، سنجه رطوبت توپوگرافی، انحنای شیب، انحنای پروفیل، تراکم زهکشی، لیتولوژی، کاربری زمینها، فاصله از رودها و فاصله از جاده ها را با استفاده از مدلهای وزن 1و نسبت فراوانی ۲ دهی براساس شواهد بر فرسایش گالی را بررسی نمودند. بعد از تجزیه و تحلیل به این نتیجه رسیدند که از میان فاکتورهای مورد بررسی، دو فاکتور ارتفاع و کاربری زمینها بیشترین تأثیر را در فرسایش گالی این منطقه داشته است.

Asghari Saraskanrood et al(2022) در مدلسازی نرخ فرسایش و رسوب رودخانهٔ سجاسرود قبل و بعد از ساخت سد گلابر با الگوریتمهای یادگیری ماشین عنوان نمودند که مدلسازی نشان داد که بهره‌برداری از سد، در میزان فرسایش و رسوب بستر رودخانه به شدت اثرگذار بود که در مدل RF سری زمانی اول، ضریب همبستگی و خطای RMSE به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۸۷ به دست آمد. اما برای دوره بعد از بهره برداری از سد، این ارقام به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۸۹ بود . نقشه‌های تولیدشده با روش درخت تصمیم نیز روند فرسایش و رسوب را در بستر رودخانه در هر دو دوره سری زمانی به خوبی مدلسازی کرد، اما خروجی مدل رگرسیون خطی دقت کافی را نداشت.

(Shadfar, et al., 2022) در بررسی تلفات حاصلخیزی خاک ناشی از فرسایش دیمزارها عنوان نمودند که فرسایش فرآیندی انتخوابی است وبرخی از ذرات رس که از نظر حاصلخیزی اهمیت دارند به صورت خاک دانه های کوچک منتقل می‌شوند. انتقال تدریجی این ذرات ، سبب باقی ماندن ذرات درشت تر با حاصل خیزی کم تر می‌شود.
(Afshari Azad & Pourki, 2013) در بررسی برآورد رواناب سطحی شهر رشت عنوان نمودند که زیر حوضه هایی که درصد مساحت غیر قابل نفوذ را دارا هستند حجم سیلاب آنها بیشتر می‌باشد. به این ترتیب نقش شماره منحنی و پوشش گیاهی در شدت نفوذ از بقیه متغیر ها بیشتر است. نفوذ پذیری سطح حوضه‌های شهری وتغییراتی که در اثر گسترش شهرها بوجود می‌آید مانند از بین بردن پوشش گیاهی، تراکم خاک وایجاد سیستم جمع آوری وهدایت آبهای سطحی به مقدار زیادی از نفوذ آب درخاک می کاهد.

دستگاه شبیه ساز باران و آزمایش‌های صحرایی مرتبط با رواناب وابسته به وقوع باران‌های طبیعی هستند. باران‌ها، بخصوص در پایه زمانی کوتاه مدت، غیرقابل پیش‌بینی بوده و غالباً در یک دوره کوتاه اتفاق می‌افتد. برای سالیان دراز محققین در این فکر بوده‌اند که با بکار بردن باران مصنوعی ساخته دست بشر از وقوع باران طبیعی بی‌نیاز گشته و مشکل کنترل شدت‌های مورد نیاز را برطرف سازند. شبیه‌سازی باران دو مزیت عمده دارد که هر دو از اهمیت خاصی برخوردار هستند. اول اینکه سرعت اجرای طرح‌های تحقیقاتی به نحو چشمگیری افزایش می‌یابد، چون دیگر نیازی به انتظار وقوع بارش طبیعی نمی‌باشد. دوم اینکه با تحت اختیار درآمدن و امکان کنترل برخی از مهمترین متغیرهای بارندگی، نتایج تحقیقات از دقت و قابلیت اعتماد بهتری برخوردار خواهد شد. با وجود شبیه‌ساز باران دیگر لازم نیست که با قیاس و استقراء و ارتباطات آماری از نتایج بدست آمده در باران‌های طبیعی نزدیک به شرایط دلخواه استفاده کرد، بلکه رگبارهای مشابه را می‌توان بارها بوجود آورد تا نتایج تکرارپذیر گردند (Saghfian et al., 2002).

از آخرین دهه‌های قرن نوزدهم میلادی مطالعات و تحقیقات وسیعی توسط دانشمندان و محققان در مورد خصوصیات و ویژگی‌های باران طبیعی انجام گرفته است. از اوایل قرن بیستم شبیه‌سازی بارش و ساخت شبیه‌ساز باران‌های اولیه شروع و در مورد کاربرد آنها در علوم طبیعی، بخصوص در مطالعه فرآیند فرسایش و رواناب تحقیقات زیادی انجام شده است. شبیه‌ساز باران‌های اولیه فقط به منظور تولید بارش به مقدار خاصی اهمیت داشتند و می‌توانستند بارش متوسطی را شبیه‌سازی کنند. Shaelori &Seginer (1962) برای آزمایش‌های فرسایش و رواناب یک نوع آبپاش را برای تشابه سازی بارش‌های طراحی، ساخت (Arsham, 1996). با توجه به تاثیر مهم قطرات باران بر روی خصوصیات خاک و اهمیت فرسایش و فرسایش‌پذیـــری خاک، بـــررسی و ارزیابی فرسایش‌پذیـــری با استفاده از بارندگی‌های طبیعی و یا مصنوعی بسیار راه گشا می‌باشد (Fazlelahi Aghamaliki, 2015).در دهه ۷۰ میلادی شبیه‌ساز باران‌ها پیچیده‌تر شد و دقت آنها بیشتر گردید. از این دهه به بعد پارامترهای دیگر بارش مانند قطره‌قطره، سرعت حد، سرعت نهایی، یکنواختی بارش مطرح شد. در نتیجه شبیه‌ساز باران‌ها با توجه به انواع پارامترها طراحی شدند و می‌توانستند برخی خصوصیات بارش‌های طبیعی را

شبیه‌سازی کنند. در حال حاضر استفاده از داده‌های شبیه‌ساز باران بخصوص در مدل‌های هیدرولوژیکی و مدل‌های مختلف فرسایش و آلودگی مورد توجه ویژه است. شبیه‌ساز باران‌های جدید شامل شبیه‌ساز باران‌های خیلی ساده صحرایی تا شبیه‌ساز باران‌های بسیار دقیق و رایانه‌ای آزمایشگاهی ساخته شده‌اند (Saghfian et al., (2002).

در زمینه فرسایش پذیری و رسوب‌زایی نهشته‌ها با استفاده از باران‌ساز (2002) Hamed et al ؛ Arnaez et al., (2007) ؛ Jordan and Martinez (2008) به این نتیجه رسیدند که باران‌ساز در مقیاس پلات برای تخمین هدررفت خاک در مقیاس حوضه آبخیز، مناسب است. Kinnell (2005) به این نتیجه رسید که مدل رگرسیونی چند متغیره و استفاده از باران ساز با قطرات تولیدی در حدمتوسط، ابزار ارزشمندی برای پیش بینی رسوب‌زایی حوضه می باشد. در ایران نیز Sheklabadi et al (2012) بافت خاک را مهمترین پارامتر در ایجاد رواناب و رسوب درحوضه‌آبخیز گل آباد دانستند.

Faiznia et al (2014) به این نتیجه رسیدند که درصد ماده آلی همبستگی بسیار بالایی با رسوب تولیدی در خاک های لسی استان گلستان دارد. بررسی حساسیت نهشته‌ها، به عنوان قشر خارجی پوسته زمین و در معرض فرسایش در امرحفاظت خاک و کنترل فرسایش بسیار ضروری است. در مدل‌های آماری، تحلیل رگرسیون یک فرایند آماری برای تخمین روابط بین متغیرها می‌باشد. این روش شامل تکنیک‌های زیادی برای مدل سازی و تحلیل متغیرهای خاص و منحصر بفرد است وقتی که تمرکز روی روابط بین متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل باشد. تحلیل رگرسیون خصوصاً کمک می‌کند در فهم اینکه چگونه مقدار متغیر وابسته با تغییر هرکدام از متغیرهای مستقل و با ثابت بودن دیگر متغیرهای مستقل تغییر می‌کند. بیشترین کاربرد تحلیل رگرسیون تخمین امید ریاضی شرطی متغیر وابسته از متغیرهای مستقل معین است که معادل مقدار متوسط متغیر وابسته است وقتی که متغیرهای مستقل ثابت هستند. کمترین کاربرد آن تمرکز روی چندک یا پارامتر مکانی توزیع شرطی متغیر وابسته از متغیر مستقل معین است. در همه موارد هدف تخمین یک تابع از متغیرهای مستقل است که تابع رگرسیون نامیده شده است. در تحلیل رگرسیون تعیین پراکندگی متغیر وابسته اطراف تابع رگرسیون مورد توجه است که می‌تواند توسط یک توزیع احتمال توضیح داده شود. تحلیل رگرسیون به صورت گسترده برای پیش‌بینی استفاده شده است. تحلیل رگرسیون همچنین برای شناخت ارتباط میان متغیر مستقل و وابسته و شکل این روابط استفاده شده است. رگرسیون خطی چندگانه یکی از تکنیک های پیچیده آماری است که معمولاً برای داده هایی بکار می رود که سطح سنجش آنها فاصله‌ای است. رگرسیون خطی به دو صورت رگرسیون خطی ساده و رگرسیون خطی چندمتغیره مطرح می گردد. رگرسیون خطی ساده به پیش بینی مقدار یک متغیر وابسته بر اساس مقدار یک متغیر مستقل می پردازد. اما رگرسیون چند متغیره روشی است برای مشارکت جمعی و فردی دو یا چند متغیر مستقل در تغییرات یک متغیر وابسته است. برای ورود متغیرهای رگرسیونی به مدل، چهار روش اصلی وجود دارد که در این مطالعه از دوروش همزمان و پسرونده استفاده شده است. در روش همزمان (Enter Method) کلیه متغیرهای مستقل بطور همزمان وارد مدل می شوند تا تأثیر کلیه متغیرهای مهم و غیر مهم بر متغیر وابسته مشخص گردد. در این روش تمام متغیرها در یک

مرحله به ترتیب حداقل تغییرات وارد تحلیل می‌شوند. یکی از مشکلات روش همزمان این است که چون تمامی متغیرها بدون توجه به ضریب همبستگی آنها با متغیر وابسته وارد معادله می شوند، بنابراین احتمالاً متغیرهایی هم که حضورشان در معادله معنی دار نیست، در آن باقی می مانند که در اثر حضور نابجا، مقادیر F و R^2 کاهش می یابد. روش حذف پس رونده، در این روش همانند روش Enter ابتدا کلیه متغیرهای مستقل وارد معادله شده و اثر کلیه متغیرها روی متغیر وابسته سنجیده می‌شود. اما بر خلاف روش Enter، در این روش به مرور متغیرهای ضعیف تر و کم اثرتر یکی پس از دیگری از معادله خارج شده و در نهایت این مراحل تا زمانی ادامه می یابد که خطای آزمون معنی داری به ده درصد برسد. در این روش متغیرهای مهم شناخته شده و در معادله باقی می مانند. مدل رگرسیون چند متغیری بر پیش‌بینی یک متغیر وابسته از طریق چند متغیر مستقل تاکید دارد که موجب تبیین موضوع می‌شود. در این تحقیق سعی بر آن است تا میزان رواناب حوضه حبله رود براساس مطالعات صحرایی، آزمایشگاهی با استفاده از دستگاه شبیه ساز باران مورد بررسی قرارگیرد. سپس با استفاده از معادله رگرسیون چندگانه بین متغییر وابسته با متغییرهای مستقل مورفومتری و محیطی، اقدام به تعیین مهمترین پارامترها و ارائه رابطه ناحیه ای گردد.

مواد و روش ها

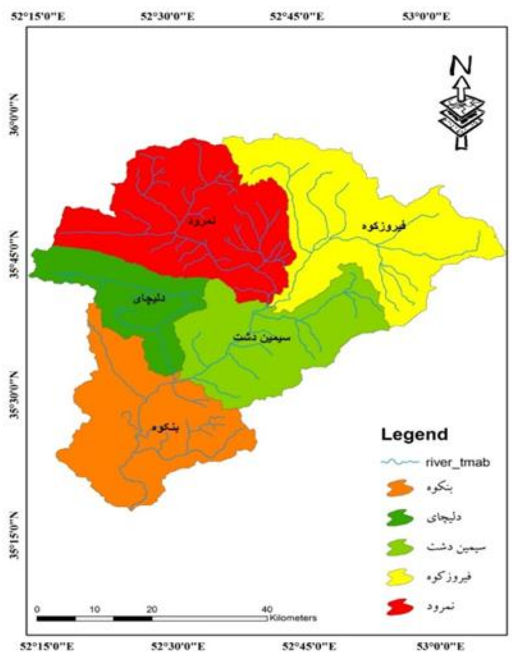
حوضه حبله رود در حاشیه جنوبی البرز مرکزی بین ۵۲ درجه ۱۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. از نظر تقسیمات کشوری در استان تهران و شهرستان-های فیروزکوه و نمرود قرارگرفته است (شکل۱). مساحت حوضه مورد مطالعه ۳۲۳۵/۲۷ کیلومتر مربع است. بلندترین نقطه ارتفاعی این حوضه ٤۰۰۳ متر و حداقل ارتفاعی آن ۱۰۰۰ متر از سطح دریا است. حوضه حبله‌رود دارای٤ ایستگاه رسوب‌سنجی مهم شامل دلیچای، سیمین‌دشت، فیروزکوه و نمرود است. مهمترین ایستگاه رسوب‌سنجی در خروجی حوضه با دوره آماربلند مدت دبی (۱۳۹۰–۱۳۲۷)، ایستگاه بنکوه می‌باشد. حداکثر دمای میانگین ٢٤/۷ درجه و حداقل مطلق دما ۹/٦– در ایستگاه سینوپتیک فیروزکوه ثبت گردیده است. واحدهای زمین‌شناسی این حوزه در محدودهٔ زمانی پرکامبرین تا کواترنری قرار دارند حبله‌رود پرآب‌ترین رودخانه جنوب البرز در استان سمنان و از رودخانه‌های دائمی استان به طول ٢٤۰ کیلومتر می‌باشد که از دامنه کوه‌های سایو و شاه‌محمدقله و هما در۳۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان فیروزکوه در استان تهران سرچشمه می‌گیرد و به نام رودخانه گورسفید به سوی دامنه شمالی کوه ماراب جاری می‌گردد بنابراین حوضه آبریز اصلی آن در خارج از استان سمنان واقع شده است. این رود منبع اصلی آب کشاورزی شهرستان گرمسار بوده و تأثیر مهمی در اقتصاد و آبادانی منطقه دارد. برای تفکیک زیرحوضه ها از برنامه سوات[1] استفاده شده است. برای این منظور با دستور جداسازی زیرحوضه‌ها [2] در مدل نرم افزار سوات، تعداد ۲۱ زیر حوضه مشخص گردیده است(شکل ۲).

1 -Soil and Water Assessment Tool(SWAT)

2 - Watershed Delineator

روش تحقیق

روش این تحقیق بر پایه بررسی‌های میدانی و روش آماری استوار است. در بازدید میدانی اقدام به انجام آزمایش (بر روی سازندها) با دستگاه شبیه‌ساز باران نوع کامفورست با شدّت بارش ٤ میلی‌متر در دقیقه با تداوم بارش متوسط ۱۰ دقیقه در سه تکرار بر سطح دامنه با شیب ۲۰٪، میزان رواناب اندازه‌گیری شد. میزان رواناب و رسوب واحدهای لیتولوژی در بطری جمع‌آوری‌گردیده و نمونه‌ها جهت توزین میزان رسوب و رواناب به آزمایشگاه پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری منتقل شد. پس از ته-نشینی کامل رسوب در آزمایشگاه حجم رواناب با استفاده از استوانه¬های مدرج محاسبه شده است. درصد رواناب تولیدی با توجه به مشخص بودن سطح پلات آزمایشی، محاسبه شد. متوسط وزنی داده‌ها، با تعمیم رواناب به تفکیک هر زیرحوضه در محیط ARC_GIS/10.2 بدست آمد. برای تکمیل و افزایش تعداد داده-ها، از نتایج شبیه‌ساز سایر محققان استفاده شد (Peyrowan et al., 2014). میزان ارتباط و وابستگی مقدار رسوب ویژه به تفکیک زیرحوضه‌ها با متغیرهای مستقل مورفومتری و محیطی در محیط نرم افزارSPSS/20 با روش رگرسیون چندگانه با دو روش همزمان [1]و پسرونده[2] بررسی شد و نتایج آن در ادامه ارائه شده است.



شکل ۱ نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه تحقیق

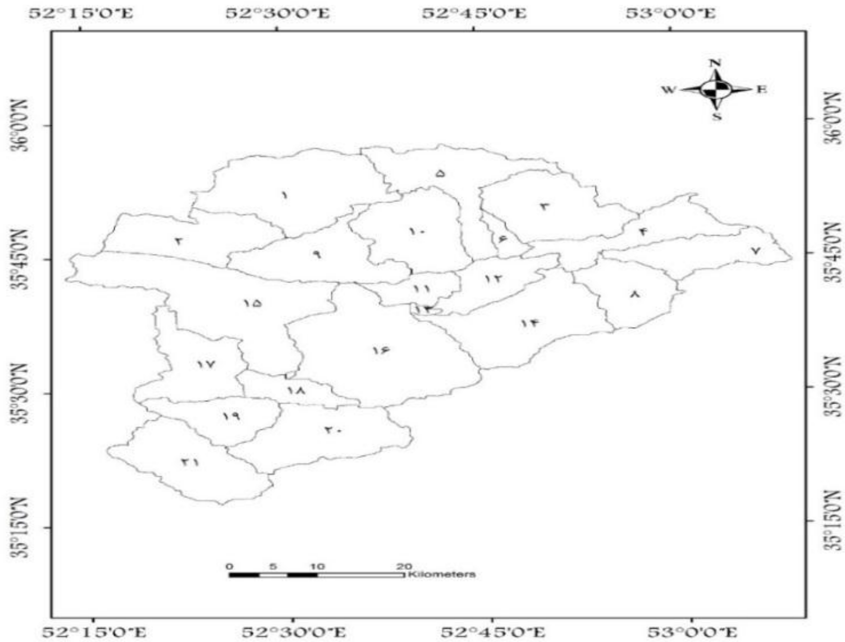
Figure 1: Geographic location map of the research area

[1] -Enter
[2] -backward

جدول۱- متوسط دبی درازمدت ایستگاه‌ها

Table 1 - Average long-term runway of stations

نام ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
بنکوه	۵/۷	۷/۵	۷/۵	٦/۹	٦/۸	۸/۷	۱۲/٦	۱۳/۷	۸/۸	٦/۲	۵/۳	٤/٦
سیمین‌دشت	۲/۸	۳/۸	۳/۸	۳/۳	۳/۲	٤/۲	٦/۰۵	٦/۳۲	۳/۹۱	۲/٦	۲/۳	۲/۲۸
فیروزکوه	۰/۸۹	۱/۳۲	۱/۳۹	۱/۲۵	۱/۲٦	۱/٤۲	۱/۵۱	۱/۲۳	۰/٦٦	۰/۵۷	۰/٦۲	۰/٦۲
نمرود	۳/۵	۳/۷	۳/٦	۳/۳	۳/۲	۳/۸	۵/٦	۷/۲	۵/۸	٤/۳	۳/۵	۳/۲



شکل ۲: نقشه زیرحوزه‌ها ترسیم شده در مدل سوات

Figure 2: The map of the sub-basins drawn in the SWAT model

دستگاه شبیه‌ساز باران صحرایی :

دستگاه از نوع بارانساز کوچک قابل حمل است. مشخصات فنی دستگاه با ارتفاع سقوط قطرات در بالای شیب ۳۷۵ میلی‌متر و متوسط قطر قطرات ۵/٦ میلی‌متر با سطح کرت ۰/۰٦۲۵ متر مربع با جرم قطره ۰/۱۰٦ گرم و تعداد لوله‌های موئینه ٤۹ عدد می‌باشد. در این تحقیق ابتدا دستگاه در آزمایشگاه پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کالیبره شده است. اساس کار شبیه‌ساز باران با حرکت‌دادن لوله هوادهی به سمت بالا، میزان فشار آب خروجی از لوله‌های موئین افزایش می‌یابد. لذا با همین عمل، یعنی بالا و پایین بردن لوله هوادهی می‌توان شدت‌های مختلف بارش را شبیه‌سازی نمود. رواناب و رسوب حاصل از اجرای بارانساز به تفکیک در بطری جمع‌آوری گردیده است. پس از توزین در آزمایشگاه، نتایج حاصل در جدول (۲) ارائه شده است.

شکل۳: دستگاه شبیه‌سازباران در مارن گچی قرمز زیرین با اندازه گیری رواناب درآزمایشگاه

Figure 3: A simulator in the lower red gypsum marl by measuring runoff in the laboratory

نتایج و بحث

نتایج بارانساز در اثر یک واقعه بارش نشان داد که بیشترین میزان رواناب در جنوب حوضه در اراضی مارنی و کمترین میزان در شمال حوضه برروی سازندهای ماسه سنگی لالون و شیلی زاگون بوده است. حداکثر رواناب۱۰۵۰ برروی مارن‌ها و کمترین میزان ۱۲۵ سی‌سی برروی سازند شیلی زاگون است (جدول۲). در جدول (۳) خصوصیات مورفومتری و محیطی هر زیرحوضه جداگانه محاسبه شده است. اطلاعات متغیرهای وابسته و مستقل هر زیرحوضه به برنامه SPSS/20 وارد و ضرایب همبستگی، معنادار بودن و تجزیه واریانس به دقت انجام شد.

جدول ۲- نتایج میانگین سه تکرار آزمایش شبیه‌ساز باران بر روی سازندهای حوضه

Table 2- Average results of three repetitions of rain simulator experiment on basin formations

ردیف	سازند	زمان (ثانیه)	عمق نفوذ (سانتی‌متر)	حجم‌رواناب جمع‌آوری شده (سی‌سی)
s1	کنگلومرای پیلوسن	٥٦٠	٥	٨٥٠
s2	مارن گچی قرمز زیرینOlg	٤٩٠	٣/٤	٨١٠
s3	مارن M3	٤٨٧	٥/٣	٦٦٥
s4	مارن M2	٤٦٠	٢/٣	١٠٥٠
s5	مارن M1	٥١٠	٢/٥	١٠٢٠
S6	شیل سازند کرج	٤٥٦	٨	٥٠٢
S7	شیل شمشک	٤٩٣	١٠/٥	٣٥٠
S8	ملافیرهای بالای سازند شمشک	٤٧٧	٨	٨٩٠
S9	سازند الیکا	٤٩٤	٧/٨	٥٨٠
S10	سازند جیرود	٣٨٨	٦/٥	٧٦٠
S11	بازالت‌های قدیمی تیره رنگ(حدفاصل مبارک و الیکا)	٤٥٢	٦/٢	٤٦٠
S12	ماسه سنگ لالون	٣٩٨	١٠	١٦٠
S13	سازند شیلی زاگون	٤٢٢	٧/٥	١٢٥
S14	سازند باروت	٤٠٨	٥/٥	٤٩٠
S15	کواترنر QT2	٤٠٢	٥/٤	٥٨٠

جدول۳- محاسبه وزنی متغیرهای مورفومتری و محیطی در ۲۱ زیرحوضه حبله‌رود

Table 3- Calculating the weight of the morphometric and environmental variables at 21 sub basin of Hbelerod

متغیرهای مورفومتری									متغیرهای محیطی						
شماره زیر حوضه	متوسط رواناب (سی‌سی)با شبیه‌ساز باران	شیب وزنی(میانگین)	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)	تراکم زهکشی (کیلومتر بر کیلومتر مربع)	ضریب فشردگی	ضریب گردی	متوسط ارتفاعی	میانگین شاخص پوشش گیاهی (NDVI)	متوسط بارش (میلیمتر)	متوسط دما (درجه)	رس	سیلت	ماسه	تراوایی سازندها زمین شناسی و خاک رسوب
۱	۴۲۳/۷۷	/۷۲ ۲۷	۲۶۴	۹۷	۲/۲۵	۱/۶۸	۰/۳۵	۲۹۰۷	۰/۱۱	۴۵۰/۸	۲/۴۸	۲۵	۳۷	۳۸	۰/۲۱
۲	۳۹۵/۸۱	/۲۷ ۳۳	۱۵۸	۷۹/۸	۲/۵۳	۱/۷۹	۰/۳۱	۲۸۴۷	۰/۱۲	۴۴۵	۲/۹۱	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۳۳
۳	۵۳۰/۲۸	/۸۲ ۱۶	۱۷۸	۷۷/۶	۲/۵۲	۱/۶۴	۰/۳۷	۲۳۷۴	۰/۱۹	۳۷۰	۶/۳۶	۲۵	۳۷	۳۸	۰/۳۰
۴	۵۸۲/۹۶	/۱۴ ۲۳	۱۲۷	۱۰۱	۲/۵۱	۲/۵۳	۰/۱۶	۲۴۷۶	۰/۱۵	۳۸۶	۵/۶۳	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۳۴
۵	۵۱۷/۶۱	/۴۲ ۲۸	۱۸۱	۱۲۳	۲/۵۴	۲/۵۸	۰/۱۴	۲۷۶۰	۰/۱۳	۴۲۷	۳/۵۴	۲۶	۳۸	۳۶	۰/۳۹
۶	۶۳۲/۶۵	۸/۷۸	۲۴/۳	۳۵/۸	۳/۳۱	۲/۰۵	۰/۲۴	۲۰۷۲	۰/۲۱	۳۳۹	۸/۵۷	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۴۱
۷	۴۲۶/۴۹	/۱۶ ۲۰	۱۱۷	۷۵/۷	۲/۴۴	۱/۹۷	۰/۲۶	۲۶۱۵	۰/۱۴	۴۱۰	۴/۶۱	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۴۵
۸	۷۰۶/۳۲	۶/۸۵	۱۱۴	۶۲/۵	۲/۴۹	۱/۶۵	۰/۳۷	۲۶۰۰	۰/۱۷	۴۰۳/۳	۴/۷۲	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۵۲
۹	۵۰۴/۲۷	/۳۹ ۲۱	۱۶۵	۹۴	۲/۱۳	۲/۰۶	/۲۶۹ ۰	۲۳۴۵	۰/۱۸	۳۶۹	۶/۵۸	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۶۱
۱۰	۶۱۲/۱۹	/۸۷ ۱۳	۱۶۹	۷۵/۷	۲/۱۹	۱/۶۴	۰/۳۷	۲۲۳۸	۰/۱۹	۳۳۸	۷/۳۶	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۶۵
۱۱	۵۰۰/۴۶	۱۹/۷۳	۵۲/۴	۴۹/۶	۲/۴۳	۱/۹۳	۰/۲۷	۲۰۱۶	۰/۲۱	۳۰۸	۸/۹۸	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۵۱
۱۲	۵۳۶/۲۹	۲۴/۴۱	۹۲/۶	۶۹/۲	۲/۲۱	۲/۰۲	/۲۴۷ ۰	۲۲۱۶	۰/۱۹۶	۳۳۹	۷/۵۲	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۵۴
۱۳	۵۳۵/۰۳	۳۴/۱۹	۵۱/۸	۱۳	۲/۰۴	۱/۵۳	۰/۴۶	۱۹۴۸	۰/۲۲	۳۰۰	۹/۴۸	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۷۱
۱۴	۶۹۸/۴۲	۱۷/۵۳	۲۲۵	۱۰۰	۲/۳۱	۱/۸۸	۰/۲۸	۲۶۰۵	۰/۱۶	۴۰۳	۴/۶۸	۲۴	۳۶	۴۰	۰/۷۵
۱۵	۴۸۲/۰۸	۳۲/۳۷	۳۴۵	۱۳۸	۲/۴۶	۲/۱۲	۰/۲۳	۲۴۵۵	۰/۱۷	۳۸۱	۷/۷۶	۲۴	۳۷	۳۸	۰/۷۸
۱۶	۶۲۵/۴۴	۲۵/۱۳	۳۵۲	۱۱۲	۲/۴۱	۱/۶۸	۰/۳۵	۲۱۷۳	۰/۱۸	۳۳۶	۷/۸۴	۲۴	۳۸	۳۸	۰/۸۸
۱۷	۶۶۱/۱۸	۱۶/۳۶	۱۴۴	۸۶/۲	۲/۳۱	۲/۰۳	۰/۲۶	۲۰۸۸	۰/۲۱	۳۲۳	۸/۴۵	۲۵	۴۵	۲۹	۰/۸۹
۱۸	۶۲۹/۰۷	۲۱/۴۳	۶۰/۵	۵۵/۱	۲/۲۳	۲/۰۶	۰/۲۵	۱۸۵۶	۰/۱۶	۲۹۰	/۱۵ ۱۰	۲۵	۴۶	۲۹	۰/۹۱
۱۹	۸۱۲/۶۱	۲۹/۵۱	۹۹/۳	۵۸/۸	۲/۴۲	۱/۶۶	۰/۳۸	۱۸۳۳	۰/۱۵	۲۸۹	/۳۱ ۱۰	۳۶	۴۲	۲۲	۰/۹۱
۲۰	۷۱۰/۹۴	۲۸/۰۶	۱۸۵	۸۱/۲	۲/۳۷	۱/۶۸	۰/۳۵	۲۰۱۴	۰/۱۳	۳۱۲	۹/۰۲	۳۹	۴۱	۲۰	۰/۹۳
۲۱	۹۰۹/۴۸	۳۳/۵۸	۱۷۸	۷۸/۷	۲/۴۳	۱/۶۶	۰/۳۶	۱۵۸۴	۰/۱۱	۲۴۲	/۱۳ ۱۲	۴۱	۴۰	۱۹	۰/۹۵

در واقع تبیین علمی مبتنی است بر تعیین روابط موجود میان رویدادهای تجربی، متغیر وابسته به صورت Y و متغیر مستقل به صورت Xi,X1,X2.X3….. Xk نشان داده می‌شود. برای تبیین روابط بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل دو روش جداگانه به شرح زیر انجام شد. برای تعیین مهمترین پارامترهای موثر در عامل فرسایش‌پذیری خاک هر منطقه لازم است که ابتدا کلیه عوامل موثر در فرسایش را صرف نظر از اهمیت آنها تعیین و سپس با انجام آزمایش و دخیل نمودن همه عوامل، مهمترین عامل یا عوامل را شناسایی نمود. در این تحقیق تعداد معدودی از عوامل موثر بر فرسایش خاک تحت آزمایش و مورد بررسی قرار گرفت. از این رو تنها قادر به تشخیص و بیان عامل موثر از میان عوامل مورد بررسی قرار گرفته شده می‌باشیم. یکی از راه های تعیین مهمترین پارامتر موثر در عامل فرسایش‌پذیری، ایجاد روابط رگرسیون چندمتغیره بین عامل فرسایش‌پذیری و عوامل موثر می‌باشد. در این تحقیق رابطه رگرسیونی بین عامل فرسایش‌پذیری و پارامترهای مورفومتری و محیطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS/20 به روش هم زمان و پسرونده بهترین مدل‌ها با ضریب همبستگی بالا تعیین گردید. در این تحلیل هر چه مقدار بتای مربوط به یک پارامتر بیشتر باشد، نشان‌دهنده تاثیر بیشتر نسبت به عوامل دیگر است. اطلاعات وارد برنامه آماری SPSS/20 شده و در مرحله اول با روش پیرسون، همبستگی داده‌ها مشخص می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای NDVI، RAIN، DEM، TEMP، SOIL-K1، SOIL-AWC1، SOIL - CBN، CLAY، SILT، SAND با متغیرهای رواناب دارای همبستگی معنی‌داری در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد به صورت مثبت و منفی می‌باشند. برخی از پارامترها مانند پوشش گیاهی و فاکتورهای خاک در رواناب به صورت مشترک با شدت‌های مختلف عمل می‌نمایند. که در جدول ٤ به طور اختصار ارائه شده است .

جدول٤- نتایج خلاصه شده حاصل از همبستگی پیرسون دو دامنه در نرم‌افزار **spss**

Table 4 - Summary results obtained from Pearson correlation of two domains in spss software

Varaiable		Slope	Area	Perimeter	NDVI	Rain	Temp	Tarakom_zeh	Gerdi_Rate	Feshordegi_Rate	DEM	soil_k1	soil_AWC1	SOIL_CBN	CLAY	SILT	SAND	LITO_ERO	NOFOZ_RATE
Runoff	Pearson	-۰/۰۵۴	-۰/۰۸۴	-۰/۱۶	**-۰/۴۳۸	**-۰/۶۶۴	**۰/۶۶۵	۰/۰۹۳	۰/۲۷۵	-۰/۲۷	-۰/۶۶۵	-۰/۳۴۲	۰/۶۹۳	**۰/۷۵۰	**۰/۷۱۴	**۰/۴۶۱	-۰/۷۲۳	۰/۰۵۹	۰/۶۷۲
	Sig	۰/۶۸۶	۰/۷۴۸	۰/۴۸۹	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۹	۰/۲۱۱	۰/۲۳۷	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۰۱	۰	۰	۰/۰۳۵	۰	۰/۸	۰/۰۰۱

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed) **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

با استفاده از قابلیت رگرسیون در نرم‌افزار SPSS/20، بین عوامل موثر به عنوان عوامل مستقل و میزان تولید رواناب به عنوان عامل وابسته، رگرسیون خطی چندگانه به دو روش برقرار شد تا از این طریق عوامل موثر بر تولید رواناب حوزه

شناسایی و رتبه بندی شوند. در این روش متغیرهای مستقل یکباره وارد معادله شده با این تفاوت که هر بار یک یا چند متغیر، که سطح معنی‌داری‌شان کاسته شد از مدل خارج شده و گرنه باقی می مانند. بر اساس تحلیل رگرسیون این امکان برای ما بوجود می آید که بتوان تغییرات متغیر وابسته تولید رواناب را از طریق متغیرهای مستقل پیش بینی نماییم و سهم هر یک از این عوامل را نیز تعیین کنیم. در این راستا از دو روش ورود داده‌های متغیر یعنی روش هم‌زمان داده‌ها و روش پسرونده بهره گرفته شد. این آزمون برای ۲۱ زیر حوضه حبله‌رود بکارگرفته شد که نتایج آن در جداول بعدی گزارش شده است. برای شناسایی متغیرهای تاثیرگذار بر رواناب کلیه متغیرهای با دو روش اینتر و پسرونده وارد مدل گردید. ضریب تراوایی سازندها به منظور نفوذپذیری رواناب، براساس روش Peyrowan et al (2014)، ارائه گردیده،کلاس تراوایی سازندهای زمین شناسی، خاک و رسوب در این روش بین ۰ تا ۱ از خیلی کم تا خیلی زیاد تعریف می‌گردد. مقدار میانگین وزنی برای هر زیر حوضه ارائه شده است. متغیرهای مهم و موثر محیطی مانند بارش، دما، پوشش گیاهی، فرسایش‌پذیری، ضریب تراوایی واحدهای سنگ و خاک به همراه خصوصیات مورفومتری به مدل معرفی گردیده است.

الف- مدل رگرسیون چندگانه با روش هم‌زمان ورود داده‌ها

در گام نخست کلیه داده‌های مورفومتری و محیطی محاسبه شده، به صورت یکجا (روش اینتر)، به مدل رگرسیون چند متغیره وارد شد. نرم‌افزار spss چند جدول را جهت تحلیل ارائه می‌دهد. اولین جدول Model Summary به معنای خلاصه مدل است. این جدول مقادیر R و R^2 را نشان می‌دهد. ابتدا با روش اینتر (همزمان) متغیرهای مستقل مورفومتری و محیطی را وارد مدل SPSS می‌نماید. رواناب به عنوان متغیر وابسته به مدل معرفی شده است. نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد، مقدار R برابر است با ۰/۹۳۶، که نشان می‌دهد همبستگی ساده بین دو متغیر مستقل و وابسته وجود دارد. به عبارتی شدت همبستگی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. همان‌طور که از مقدار همبستگی پیرسون بین دو متغیر (R) نمایان است، بین متغیرها، همبستگی در حد خیلی قوی وجود دارد. مقدارR^2 نشان می‌دهد چه مقدار از متغیر وابسته می‌تواند توسط متغیرهای مستقل، تبیین شود. در این مثال متغیرها می‌تواند ۸۷/۵ درصد از تغییرات را تبیین کند، که در واقع مقدار چشم‌گیری است. اما متغیر تعدیل شده که همه پارامترهای دخیل را نشان می‌دهد برابر با ٦١/٤ درصد قابل توجیه است.

جدول ۵- خلاصه مدل با روش اینتر در باره عوامل موثر بر رواناب

Table 5- Summary of the model with Inter method on the factors affecting runoff

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰/۹۳٦[a]	۰/۸۷۵	۰/٦١٤	۸۳/٤۹٦۰۷

جدول ANOVA: این جدول نشان می‌دهد که آیا مدل رگرسیون می تواند به طور معنی‌دار و مناسبی تغییرات متغیر وابسته را پیش‌بینی کند. ستون معنی‌داری (sig) آماری مدل رگرسیون را نشان می دهد که چنان چه میزان به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد نتیجه می گیریم که مدل به کار رفته، پیش‌بینی کننده خوبی برای متغیر رواناب است(جدول٦).

جدول ۶- نتایج آزمون تحلیل (ANOVA) روش اینتر در باره عوامل موثر بر رواناب

Table 6- Analytic Analysis (ANOVA) of the Inter method on the factors affecting runoff

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	۲۹۳٦۲٦/٦٧	١٤	۲۰۹۷۳/۳۳٤	۳/۰۰۸	۰/۰۹۱ b
	Residual	٤١٨۲۹/٥٦۳	٦	٦۹۷۱/٥۹٤		
	Total	۳۳٥٤٥٦/۲٤	۲۰			

b. Predictors: (Constant), NOFOZ_RATE, Primeter, Tarakom_zeh, Slope, Feshordegi_Rate, NDVI, SILT, Rain, soil_AWC1, lito_rat, Gerdi_Rate, Area, Temp, CLAY

ب- مدل رگرسیون چند متغیره با روش پسرونده

بسیاری از پدیده‌های طبیعی اغلب تحت تاثیر بیش از یک متغیر قرار دارند. برای مثال، فقط میزان بارندگی تعیین‌کننده تولید رواناب نیست، بلکه عوامل دیگری مانند خاک، شیب، نوع کاربری و ... نیز بر رواناب تاثیر دارند. با توجه با اینکه علوم محیطی، با پدیده‌های مختلفی سر و کار دارند، بنابراین رگرسیون چندگانه از اهمیت زیادی برخوردار است. در این بخش، روش پسرونده را انتخاب می‌کنیم که با اهمیت‌ترین متغیرها، مرحله به مرحله از معادله رگرسیون خارج می‌شود و این عمل تا هنگامی ادامه پیدا می‌کند که سطح خطای آزمون معنی‌داری به زیر ۵ درصد برسد (Hair et al., 2006). برای این منظور ابتدا تمامی متغیرهای محاسبه شده به مدل معرفی گردیده ده نوع مدل بین متغیرها مشخص شده، که نتایج به صورت خلاصه شده فقط دو مدل آخر جدول آورده شده است. در جدول خلاصه مدل، مقادیر R و R^2 را نشان می‌دهد. با روش پسرونده متغیرهای مستقل مورفومتری و محیطی را وارد مدل SPSS می‌نماید. رواناب به عنوان متغیر وابسته به مدل معرفی شده است. نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد، مقدار R برابر است با ۰/۹۳٦ و۰/۹۲٤، که نشان می‌دهد که همبستگی ساده بین دو متغیر مستقل و وابسته وجود دارد. به عبارتی شدت همبستگی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. همان‌طور که از مقدار همبستگی پیرسون بین دو متغیر(R) نمایان است، بین متغیرها همبستگی در حد خیلی قوی وجود دارد. مقدارR^2 نشان می‌دهد، چه مقدار از متغیر وابسته، می‌تواند توسط متغیرهای مستقل، تبیین شود. در این مثال متغیرها می‌تواند ۵/ ۸۷ و۸۵/٤ درصد از تغییرات را تبیین کند، که در واقع مقدار چشم‌گیری است. اما مهمترین نوع متغیر، متغیر تعدیل شده بوده که همه پارامترهای دخیل را نشان می‌دهد. نتایج نشان می دهد این متغیر توانسته به خوبی پارامتر موثر را شناسایی نماید و از۵۸/٤ در مرحله اول به ۸۰/۵ درصد در مرحله ده ارتقا یابد.

جدول ۷- خلاصه مدل با روش پسرونده در باره عوامل موثر بر تولید رواناب

Table 7- Summary of the model with regression method on factors affecting runoff production

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰/۹۳۶[a]	۰/۸۷۵	۰/۸۵٤	۸۳/٤۹٦۰۷۱
۱۰	۰/۹۲٤[j]	۰/۸۵٤	۰/۸۰۵	۵۷/۲۰۹۰۰۹

a Predictors: (Constant), NOFOZ_rate, Primeter, Tarakom_zeh, Slope, Feshordegi_rate, NDVI, SILT, Rain, soil_AWC1, lito_rate, Gerdi_rate, Area, Temp, Clay j. Predictors: (Constant), NOFOZ_rate, Slope, Feshordegi_rate, Gerdi_rate, CLAY

نتایج آزمون تحلیل (ANOVA) نشان داد، جدول تجزیه واریانس با استفاده از مدل رگرسیون می‌تواند به طور معنی‌دار و مناسبی تغییرات متغیر وابسته را پیش‌بینی کند. این ستون معنی‌داری (sig) آماری مدل رگرسیون را نشان می‌دهد که چنانچه میزان به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد نتیجه می‌گیریم که مدل به کار رفته، پیش‌بینی‌کننده خوبی برای متغیر رواناب است (جدول ۸).

جدول ۸- نتایج آزمون تحلیل (ANOVA) روش پسرونده در باره عوامل موثر بر رواناب

Table 8- Results of ANOVA of the retrograde method on the factors affecting runoff

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	Regression	۹۸٦/۹۳٤	۱۰	۹۸/٦۹۳	۵/٦۷۸	۰/۰۰٦b
۱	Residual	۱۷۳/۸۱٤	۱۰	۱۷/۳۸۱		
	Total	۱۱٦۰/۷٤۸	۲۰			
	Regression	۹٤۹/۳٦۲	٦	۱۵۸/۲۲۷	۱۰/٤۷۹	۰/۰۰۰f
۱۰	Residual	۲۱۱/۳۸٦	۱٤	۱۵/۰۹۹		
	Total	۱۱٦۰/۷٤۸	۲۰			

جدول۹- ضرایب آزمون تحلیل رگرسیون خطی چندگانه رواناب در روش پسرونده

Table 9. Multiplier coefficients of linear regression analysis of runoff in regression method

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	٦/۷٤	۱۰/۰٤۲		۰/٦۷۱	۰/۵۲٤		
	Slope	۰/۰۵٤	۰/۰۲	۰/۷۳۱	۲/۷۳۵	۰/۰۲۹	۰/۱۸٤	۵/٤٤۹
	Area	۰/۰۰۵	۰/۰۰٦	۰/۷۱٤	۰/۷٦۳	۰/٤۷۱	۰/۰۱۵	٦٦/۹۹٦
	Primeter	−۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	−۱/٤۱۹	−۱/۱۵٤	۰/۲۸٦	۰/۰۰۹	۱۱۵/٤٤٦
	NDVI	−۱۰/۵۳	٤/۸۱٦	−۰/٦۲۵	−۲/۱۸٦	۰/۰٦۵	۰/۱٦	٦/۲۳٤
	Rain	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۲/۳٦٦	۱/۱۱	۰/۳۰٤	۰/۰۰۳	۳٤٦/۸۵۳
	Density	−۰/٦۵۹	۰/۵۵	−۰/۲۸٤	−۱/۲	۰/۲٦۹	۰/۲۳٤	٤/۲٦٦
	Round	−۱/۹۰٦	٤/۸۰۱	−۰/۲٤۸	−۰/۳۹۷	۰/۷۰۳	۰/۰۳٤	۲۹/۷۳۷

	Wring	۰/۵۲۶	۱/۷۳۱	۰.۲۵۷	۰/۳۰٤	۰/۷۷	۰/۰۱۸	٥٤/٦٤٣
	DEM	−۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	−۲/۲٤۳	−۱/۰۰۹	۰/۳٤۷	۰/۰۰۳	۳۷۷/۷۲۷
	Clay	۰/۱۳۲	۰/۱۸٦	۱/۱۷۵	۰/۷۱۱	۰/۵	۰/۰۰۵	۲۰۸/۲٤۸
	Silt	۰/۰۵۱	۰/۰٦٦	۰/۲۷۵	۰.۷۷٦	۰/٤٦۳	۰/۱۰٤	۹/۵۷۸
	Lito_ero	−۰/۰۳۸	۰/۰۲	−۰/۵۳۷	۱/۹۲	۰/۰۹٦	۰/۱٦۸	۵/۹۷
	(Constant)	۲/۸۸۱	۰/٤۵۲		٦/۳٦۸	۰		
	Slope	۰/۰٦۱	۰/۰۰۸	۰/۸۲۵	۸/۰۷۷	۰	۰/۸٦۵	۱/۱۵۷
10	Primeter	−۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	−۰/٤٤٦	۲/۷۲٦	۰/۰۰۱۵	۰/۳۳۸	۲/۹٦۳
	NDVI	−۱۰/۸۳۸	۱/٦٦۲	−۰/٦٤۳	٦/۵۲۲	۰	۰/۹۲۷	۱/۰۷۸
	Lito_ero	−۰/۰۲۹	۰/۰۱۱	−۰/٤۲۱	−۲/٦۱۳	۰/۰۲۹	۰/۳٤۸	۲/۸۷۵

چهار متغیر مستقل شیب، محیط حوضه، پوشش گیاهی و لیتولوژی به عنوان موثرترین پارامترها از بین ۱۵ پارامتر در روش پسرونده نیز شناسایی گردید. ارائه مدل برای حوضه حبله رود بر اساس مرحله ۱۰ رگرسیون به شرح ذیل است:

$$y = 2/881 + 0/825\mathrm{slope} - \frac{0}{446\mathrm{primeter}} - 0/643\mathrm{NDVI} - 0/421\mathrm{LITO}$$

نتیجه گیری

برای تعیین مهمترین پارامترهای موثر در رواناب هر منطقه لازم است که ابتدا کلیه عوامل موثر در ایجاد رواناب را صرفه نظر از اهمیت آنها تعیین و سپس با انجام آزمایش و دخیل نمودن همه عوامل، مهمترین عامل یا عوامل را شناسایی نمود. در این تحقیق تعداد ۱۵ پارامتر از عوامل مورفومتری و محیطی که می‌تواند بر فرسایش و رسوبدهی موثر باشد، انتخاب گردیده است. این پارامترها در دو دسته شکل‌شناسی (شیب، شکل حوضه، تراکم زهکشی و...) و محیطی (پوشش گیاهی، بارش و..) مورد بررسی قرار گرفته است. به عبارتی با توجه به اهمیت این پارامترها در یک حوضه می‌توان، ادعا کرد که امکان تشخیص و بیان عامل موثر از میان عوامل مورد بررسی وجود دارد. یکی از راه‌های تعیین مهمترین پارامتر موثر در رواناب حوضه، ایجاد روابط رگرسیون چند متغیره بین متغیر وابسته رواناب و عوامل موثر یا عوامل مستقل می-باشد. در این تحقیق رابطه رگرسیونی بین عامل رواناب و پارامترهای شیب، مساحت، محیط، میانگین شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، تراکم زهکشی، متوسط بارش، متوسط دما، ضریب فشردگی، ضریب گردی، متوسط ارتفاعی، میزان رس، سیلت و ماسه، میانگین وزنی حساسیت سازندها به فرسایش، تراوایی سازندهای زمین شناسی و خاک رسوب با استفاده از نرم افزار SPSS/20 به روش پسرونده در ده مدل اجرا گردیده است . بهترین مدل‌ها با ضریب همبستگی بالا تعیین گردید. در این تحلیل هر چه مقدار بتای مربوط به یک پارامتر بیشتر باشد، نشان‌دهنده تاثیر بیشتر نسبت به عوامل دیگر است. بر اساس جدول زمانی که تمامی پارامترها مورفومتری و محیطی وارد مدل می‌گردد ضریب تبیین جامعه (اصلاحی) عدد ۰/۵۸٤را نشان داده می‌دهد و پس از اجرای روش پسرونده در مدل۱۰ این ضریب به ۰/۸۰۵ افزایش یافته است که نشان‌دهنده این مطلب است که شیب، محیط، پوشش گیاهی و لیتولوژی بیشترین تاثیر را نشان می‌دهد.

References

- Ajili Lahiji,A.,Mohammadi Torkashvand,A.,Mehnatkesh,A.,Navidi,M.,(2020),"Determination of the most important factors affecting yield of olive (Olea europaea L.) Orchards in the North of Iran ", ***Journal Of Horticultural Science*",** 33(4):743-755. [In Persian].
- Afshari Azad, M. R., Pourki,H., (2013), "The amount of surface runoff in Rasht city" ,***Geographic Space***,37:121-140 .[In Persian].
- Alizade, A., (2009), ***Principles of Applied Hydrology***, Mashhad,University of Imam Reza (AS). [In Persian].
- Arnaez, J., Lasanta, T., Ruiz-Flano, P.,Ortigosa, L., (2007)" Factors Affecting Runoff and Erosion under Simulated Rainfall in Mediterranean Vineyards", ***Soil and Tillage Research*** 93:324-334.
- Arsham, A., (1996), "***Comparison of run off-sediment of different geological formations using rain simulator***". Tehran:, University of Tehran. [In Persian].
- Asghari Saraskanrood, S., Mozaffari, H., Esfandiari, F., (2022) ," Modeling the erosion and Sedimentation rate of Sojasrood river before and after construction of Golaber dam with machine learning algorithms", ***E.E.R***, 12 (2) :172-204 . [In Persian].
- Brooks, K. N., (2003), "***Hydrology and the management of watersheds***",Iwoa: Iowa Static University Prees.
- Davodirad, A., Mahdavi, M., (1999)," Climate models and morphological study of flood discharge in arid and semi-arid case Study (Salt Lake basin)" , ***The second Conference on Climate Change,1999,*** November 13,Tehran, the Meteorological Agency. [In Persian].
- Faiznia, S., Khajeh, M., Ghayoumian, J., (2014), "Investigation of the effect of physical, chemical and weather factors on sediment production caused by surface erosion of loamy soils", ***Journal of Research and Construction In Natural Resources*** 24:66 -14.[In Persian].
- Farajzadeh, M., (2007), ***Climatology techniques***, printing pub: Tehran. [In Persian].
- Fazlelahi Aghamaliki, A.H., (2015), "Investigating sedimentation of alluvial dams using rain simulator and erodibility factor". Tehran: ***Faculty of Natural Resources, University of Tehran***. [In Persian].
- Ghanbarpour, M., Amiri, M., Gholami, S., (2008), "Evaluation of the monthly flow forecasting model based on time series analysis, case study: Karkheh Basin", ***Iranian Journal of Natural***. 61(1): 43-56. [In Persian].
- Ghasempour, F., (1999), "Regional analysis of flood in West Mazandaran (Chalose-Ramsar)" , Master Thesis, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University,Tehran, Iran. [In Persian]
- Hair, J.F.; Black, W.C., Babin, B., Anderson, R.E., Tathum, R.L., (2006), "***Multivariate data analysis***". Sixth Ed., Prentic-Hall pub: New Jersey.
- Hamed, Y., Albergel, J., Pepin, Y., Asseline, J., Nasri, S., Zante, P., Berndtsson, R., Niazy, M. and Balah, M., (2002),"Comparison between Rainfall Simulator Erosion and Observed Reservoir Sedimentation in an Erosion-Sensitive Semiarid Catchment", ***Catena,*** 50: 1-16.
- Jokarsarhangi, A., Amirahmadi, A., Nikzad, A., (2009), "Modeling of flood water basin on the northern slopes of the Alborz using geomorphological and morphometric characteristics and application of GIS", ***Journal of Geography and Planning***, 29: 141- 162. [In Persian]
- Jordan, A., and Martinez-Zavala, L., (2008) "Soil Loss and Runoff Rates on Unpaved Forest Roads in Southern Spain after Simulated Rainfall", ***Journal of Forest Ecology and Management*** 255:913-919.

- Kinnell, P.I.A., (2005), "Sediment Transport by Medium to Large Drops Impacting Flows at Sub terminal Velocity", ***Journal of Soil Science Society of America***, 69(3): 902-905.
- Li, H., Zhang, y., Chiew, F. H. S., Xu, sh., (2009), "Predicting runoff in ungauged catchments by using Xinanjiang model with MODIS leaf area index", ***Journal of Hydrology*** 370: 155-162.
- Peyrowan, H. R., Ghyomiyan, J., Ardakani, A., (2014), "Classification and Determination of erodibility of marls in tehran province", Final Report of Research Project, published in ***Soil Conservation and Watershed Management Research Institute***, Tehran, Iran. [In Persian].
- Saghfian, B., Ghermez Cheshme, B., Ghaffari, A., Taluori, A., (2002), "Investigating and determining the criteria for making a laboratory rain simulator suitable for the climatic conditions of the country". Tehran: Final report of the research project. *Research Institute of Soil Protection and Watershed Management*. Registration number 81/533. [In Persian].
- Salavati, B., Sadeghi, HR., Telori, A., (2010)," Runoff modeling watersheds Kurdistan province of physiographic and climatic variables"**,** ***Journal of Soil and Water***, 24: 84-96.[In Persian].
- Shadfar, S., Arabkhedri, M., Nabipay Lashkarian, S., (2022)," An investigation on sediment particle size and main soil elements losses using rainfall simulator in the dry farming fields", ***Geographical Space.*** 78: 15-30.[In Persian].
- Sheklabadi, M.H. A Khademi and a Charkhabadi. A., (2012)," Runoff production in soils with different parent materials in Golabad watershed, Ardestan", ***Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources*** 7(2): 101-85. [In Persian].
- Singh vijay, p., (1988), "***Hydrologic systems***"**,Vol. 1&2,** Prentice Hall,pub Englwood cliffs, New Jersey.
- Sorinejad, A., (2002), "*Kashkan river basin watershed runoff*" ,volume estimation using GIS, ***Geographic Research***, 43: 57 -80. [In Persian].
- Stamy, TC., Hess, GW., (1993), "***Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in Georgia***"**,** Water Resources Investigations Report, U.S.G.S Pub , Atlanta, Georgia, 94p.
- Stedinger, I. R., Vogel, R. M.,Foufoule, G.,(1992)," **Frequncy analysis of extreme events",** In:Ihmaidment, DR.,(Ed), **Hand book of hydrology**, Mc Graw- Hill pub: Newyork. USA.
- Talebi Khiavi, H., Shafizadeh Moghadam, H., Karimian Eghbal, M., (2020), "Modeling the probability of gully occurrence and investigating the spatial effects of its drivers using the boosted tree regression", ***Environmental Sciences***, 18(3):167-183. [In Persian].
- Tavakoli, M., Rostaminia, M.,(2006)," Model of regional flood basins in Ilam", ***Journal of Agricultural Sciences***, 12, (2):347- 357. [In Persian].
- Viessman, W., JR., Lewis, G.L.L., Knapp, JW., (1989)," ***Introduction to hydrology***"**,** Delhi : Happev and Row Pub.
- Zabihi, M., Mirchooli, F., Motevalli, A., Khaledi Darvishan, A., Pourghasemi, H.R., Zakeri, M.A., Sadighi, F.,(2018)," Spatial modelling of gully erosion in Mazandaran province, northern Iran",***Catena.*** 161, 1–13

Investigation Runoff Regression Model Using Morphometric and Environmental

Alireza Ghodrati*[1], Alireza Habibi[2] ,Ali Lahiji[3]

[1]Rangelands and Watershed Management Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Agricultural Research, Training and Extension Organization, Rasht, Iran,*(Corespound author)

[2]Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, River and Coastal Engineering Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[3]Soil and Water Research Department gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

Abstract

Knowing the flow behavior in the basin is one of the concerns of the watershed managers. That human knowledge, understanding and knowledge of the physical laws governing it is limited in some respects from the point of view of mathematical formulas. Numerous factors are effective in floods in the region, including topographic features, river morphology, rainfall dynamics and human activities. This research was carried out in Hableh Roud Basin. The purpose of this research is to determine the amount of runoff production of different lithology units by identifying the factors affecting sediment production through the regression model in the scale of the rain simulator. The research method is based on field studies and statistical methods. During the field visit, an experiment was performed (on the formations) with a rain simulator with a rainfall intensity of 4 mm per minute with an average rainfall of 10 minutes in three repetitions on the slope surface with a slope of 20%. For each sub-area, environmental parameters and morphometric parameters as dependent variable and runoff production as independent variables were analyzed by SPSS software using multiple regression (simultaneous and retrograde) methods. This test was applied for 21 sub-basins of Hableh River the results showed that retrograde method was the most suitable method. The adjusted coefficient increased from 58.4 in the first stage to 80.5% at the 10th stage. And the effective factors in flood are slope, environment, vegetation and lithology shows the greatest impact.

Introduction and Objective

Several factors are effective in the occurrence of floods in the regions, among these factors we can mention the topographical characteristics, river morphology, rainfall dynamics and human activities. This research has been carried out in the Hable Rood basin. The purpose of this research is to determine the amount of runoff production of different lithological units by identifying the effective factors in sediment production through a regression model on the scale of a rain simulator. The research method is based on field surveys and statistical methods. The experiment (on the structures) with a rain simulator with a rainfall intensity of 4 mm per minute, with an average rainfall of 10 minutes in three repetitions on the surface of the slope with a slope of 20%, the amount of runoff was measured. It was analyzed in SPSS software with multiple regression method (simultaneous and regression). This test was used for 21 sub-basins of Hableroud and the results showed that the analysis with the regression method was the most suitable method. The adjusted coefficient increased from 58.4% in the first stage to 80.5% in the tenth stage, and the effective factors in flood are slope, environment, vegetation and lithology show the greatest impact.

Material and Methods:

Habla-Roud basin is located in the southern margin of central Alborz between 52°12' to 53°9' east longitude and 35°17' to 35°58' north latitude. The geological units of this area are located in the Precambrian to Quaternary period. Hableroud is the wateriest river in the south of Alborz in Semnan province and it is one of the permanent rivers of the province with a length of 240 km. It originates in Tehran province. This river is the main source of agricultural water in Garmsar city and has an important effect on the economy and prosperity of the region. SWAT program has been used to separate the sub-basins. For this purpose, the number of 21 sub-basins has been determined by the sub-basin separation command in the SWAT software model. This research is based on field studies and statistical methods. During the field visit, experiments were carried out (on the structures) with a Comforest type rain simulator with a rainfall intensity of 4 mm per minute, with an average rainfall of 10 minutes in three repetitions on the surface of the slope with a slope of 20%, the amount of runoff It was measured. The amount of runoff and sediment of the lithology units and the samples were transferred to the laboratory of the Soil Conservation and Watershed Research Institute to weigh the amount of sediment and runoff. The percentage of produced runoff was calculated according to the specificity of the surface of the experimental plot. The weighted average of the data was obtained by generalizing the runoff separately for each sub-basin in the ARC_GIS/10.2 environment. To complete and increase the number of data, the simulator results of other researchers were used (Peyrowan et al., 2014). The degree of correlation and dependence of the amount of specific sediment, separated by sub-basins, with independent morphometric and environmental variables was investigated in the SPSS/20 software environment with the multiple regression method with two simultaneous and regression methods.

Results

The results of the rain gauge as a result of a rainfall event showed that the highest amount of runoff in the south of the basin was in Marni lands and the lowest amount was in the north of the basin on the sandstone formations of Lalon and Shili Zagon. The maximum runoff is 1050 on marls and the lowest is 125 cc on Shili Zagun Formation.The results show that NDVI, RAIN, DEM, TEMP, SOIL-K1, SOIL-AWC1, SOIL-CBN, CLAY, SILT, SAND variables have significant correlations with the runoff variables at the 95 and 99 percent levels, both positively and negatively. Parameters such as vegetation and soil factors in runoff act jointly with different intensities. Multiple regression was used for 21 Habaleroud sub-basins. Runoff is introduced as a dependent variable in the model. The results show that the R value is equal to 0.936, which indicates that there is a simple correlation between the two independent and dependent variables. As it is evident from the value of Pearson's correlation between two variables (R), there is a very strong correlation between the variables. It shows the value of R2

The most important type of variable is the adjusted variable that shows all the involved parameters. The results show that this variable was able to identify the effective parameter well and it increased from 58.4% in the first stage to 80.5% in the tenth stage.The results of the analysis test (ANOVA) showed that the regression model can predict the changes of the dependent variable significantly and appropriately. This column shows the statistical significance (sig) of the regression model. If the value obtained is less than 0.05, we conclude that the used model is a good predictor for the runoff variable. Four independent variables of slope, basin environment, vegetation and lithology were identified as the most effective parameters among 15 parameters in the regression method. The presentation of the model for Hable Rood basin based on the 10th stage of regression is as follows:

y=2.881+0.825slope-0/446primeter-0.643NDVI-0.421LITO

Conclusion:
15 parameters of morphometric and environmental factors that can be effective on erosion and sedimentation have been selected. These parameters have been investigated in two categories: morphological (slope, basin shape, drainage density, etc.) and environmental (vegetation, precipitation, etc.). The best models with a high correlation coefficient were determined. In this analysis, the higher the beta value of a parameter, the greater the effect compared to other factors. Based on the results obtained, all the morphometric and environmental parameters were entered into the model. The coefficient of explanation of society (adjusted) shows the number 0.584 and after the implementation of the regression method in model 10, this coefficient has increased to 0.805, which shows It shows that slope, environment, vegetation and lithology show the greatest impact.

Keywords: Morphometric Parameters, Adjustment Coefficient, Regression, Runoff