ژئومورفولوژی لس های منطقه یلی بدراق شمال شرق استان گلستان، شمال شهرستان کلاله

دکتر محمد رضا ثروتی
دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
دکتر جمال قدوسی
استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
زینب تیموری یانسری
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی، گروه جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

به علت فعالیت مداوم فرسایش، عوارض ناهمواری ها هیچ وقت ثابت نیستند، ازبین انواع فرسایش، رخداد فرسایش آبی از فرایندهای تاثیر گذار در تغییر چهره دامنه ها می باشد. از این رو در تحقیق حاضر با هدف شناسایی مهم ترین رخساره های فرسایشی و عوامل موثر در شکل گیری و تشدید انواع فرسایش جهت معرفی راهبرد های کنترل و مبارزه با فرسایش در منطقه که گستره وسیعی از نهشته های لسی را در استان گلستان شامل می شود اقدام شده است. بدین منظور با استفاده از نقشه ها و تصویر ماهواره ای لندست ETM Plus مربوط به دوره زمانی ۲۰۰۲ و بهره گیری از تکنیک های سامانه اطلاعات جغرافیایی و بسته نرم افزاری ILWIS، خصوصیات ژئومورفولوژی و رخساره های فرسایشی در منطقه مورد مطالعه مشخص گردیده و رابطه بین آن ها از طریق تجزیه و تحلیل همبستگی و ایجاد روابط رگرسیونی مشخص شده است. به طوری که شکل، شیب، جهت اراضی، مقدار بارندگی ، تیپ گیاهی و تراکم گیاهی و کاربری اراضی در مناطق لسی به عنوان متغیرهای مستقل و هر یک از رخساره های فرسایش آبی شامل فرسایش های ورقه ای، شیاری، خندقی، آبراهه ای و بالاخره بیرون زدگی سنگی به عنوان متغییرهای وابسته بوده اند. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شده است که خصوصیات ژئومورفولوژی لس های منطقه در گذشته و هم چنین در آینده با توجه به تغییر کاربری غیر اصولی توسط عامل انسان از یک طرف و تغییرات کاهشی پوشش گیاهی به ویژه تراکم آن از سوی دیگر موجب تشدید فرسایش آبی و شکل گیری و گسترش انواع رخساره های فرسایش آبی به ویژه فرسایش خندقی و افزایش وسعت رخساره بیرون زدگی سنگی در منطقه می شود. به طوری که این امر موجب تغییرات کاملا بارز در وضعیت و نظم دامنه ها در مناطق لسی قلمداد می گردد.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، لس، فرسایش آبی، رخساره های فرسایشی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، بسته نرم افزاری ILWIS، تصویر ماهواره ای ETM Plus ، تغییر کاربری اراضی، تراکم پوشش گیاهی.

مقدمه

در مطالعات ژئومورفولوژی یک منطقه ویژگی های زمین محیطی مانند خصوصیات سازندهای زمین شناسی و واحدهای سنگی، فیزیوگرافی، خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی و حتی هیدرولوژی مدنظر قرار می گیرند. زیرا در هر منطقه سازندهای زمین شناسی یا واحدهای سنگی در شرایط خاصی شکل گرفته و تشکیل شده اند و با توجه به خصوصیات آنها و عملکرد عامل آب و هوا نوع و تیپ خاک مشخصی را به وجود آورده اند. خاک نیز به نوبه خود در معرض عامل فرسایش اعم از آب یا باد و عوامل تشدید کننده فرسایش قرار می گیرند به نحوی که بسته به شرایط محیطی حاکم بر منطقه آثار فرسایش به صور مختلف ظاهر شده و موجب تغییر شکل زمین می گردد(Sttepenson، ۱۹۹۴).

پدیده فرسایش و آثار سوء آن شاید در کوتاه مدت چندان چشمگیر و محسوس نباشد ولی در بلند مدت محسوس خواهد بود. برای جلوگیری از آثار سوء فرسایش باید از زمین به گونه ای استفاده کرد که در آن ایجاد فرسایش به حداقل برسد (Gautier و Descroix، ۲۰۰۲). به علت فعالیت مداوم فرسایش عوارض ناهمواری ها هیچ وقت ثابت نیستند، از بین عوامل فرسایشی، رخداد فرسایش آبی از فرایندهای تاثیر گذار در تغییر چهره دامنه ها می باشد. اولین تحقیقات علمی در زمینه فرسایش خاک بین سال های ۱۸۷۷ و ۱۸۹۵ توسط Wollny، دانشمند آلمانی انجام گرفت. این دانشمند اثر پوشش گیاهی را در جلوگیری از برخورد باران با خاک بررسی نمود و به این نتیجه رسید که تاثیر عمده پوشش گیاهی خاک مربوط به خاصیت حفاظتی آن دربرابر برخورد قطرات باران است. او هم چنین تاثیر عوامل مختلف مانند پوشش گیاهی، شیب زمین ونوع خاک را روی رواناب سطحی وفرسایش تحت مطالعه قرار داد (رفاهی، ۱۳۷۸). پیشینه مطالعات انجام شده در باره عوامل موثر در فرسایش حاکی از این است که در تمامی مطالعات و پژوهش های انجام شده، در مورد موثر بودن عوامل فرسایش پذیری خاک شیب زمین و وضعیت پوشش گیاهی در رخداد فرسایش خاک اتفاق نظر وجود دارد. اما زمان رخداد و مقدار فرسایش خاک و عوامل موثر بر آنها دارای دامنه وسیعی بوده و از مکانی به مکان دیگر متفاوت می باشد (Brunnerو همکاران،۲۰۰۴). در این میان شرایط اقلیمی که نشان دهنده رفتار خاک نسبت به بارندگی از نقطه نظر فرسایش آبی می باشد، بیشتر از سایر عوامل تعیین کننده است. به طور مثال در اکثر موارد با وقوع بارندگی و زمانی که خاک خشک باشد، مادامی که رواناب سطحی ایجاد نشود، مقدار فرسایش محدود به کنش و جابجایی خاک به صورت فرسایش پاشمانی می تواند باشد و چنانچه وضعیت خاک از نظر رطوبت در حد اشباع باشد مقدار و شدت فرسایش در مقایسه با وضعیت خشک بسیار زیادتر خواهد بود (مورگان، ۱۳۶۸، هادسون، ۱۳۷۲). فرسایش خاک به تغییرات بارش و پوشش زمین حساسیت بیشتری نسبت به رواناب نشان می دهد (Nearing و همکاران، ۲۰۰۵). باران یکی از عوامل اصلی در فرسایش آبی بوده و اثرات فرسایندگی آن مربوط به مقدار و شدت آن می باشد(morgan، ۱۹۹۶). دما نیز از عواملی است که در فرسایش خاک دخالت دارد. دمای زیاد باعث کم شدن رطوبت خاک شده و از چسبندگی ذرات خاک می کاهد و انتقال آن را آسان می سازد (رفاهی،۱۳۷۸). آبی که نتواند در خاک نفوذ کند به صورت رواناب سطحی درآمده و در جهت شیب دامنه ها بر روی خاک حرکت می کند. خاک قادر به جذب آن نبوده و یا این که شدت بارندگی بیشتر از ظرفیت نفوذ سطحی است (Bissonnais و همکاران، ۲۰۰۱). Auzet و همکاران ۱۹۹۵، نشان دادند که بین رواناب سطحی و وضعیت آبخیز همبستگی زیادی وجود دارد. مقاومت خاک در برابر نیروهای فرساینده به مقدار زیادی توسط خصوصیات خاک تعیین می شود. به این ترتیب

ویژگی های خاک از عوامل مهم در تعیین الگوهای مکانی و زمانی انتقال رسوب بر روی دامنه ها می باشد (Troeh و همکاران، Schwab و همکاران، ۱۹۹۳، Bryan، ۲۰۰۰). در میان عوامل وابسته به هم عامل توپوگرافی، غالب بر عوامل هیدرولوژیکی در رواناب باعث ایجاد فرسایش می گردند. با افزایش اثرات عوامل پستی و بلندی ممکن است فرسایش تغییر پذیری مشابهی با شرایط آب و هوایی و وضعیت خاک شناسی نشان دهد (Huang و همکاران، ۲۰۰۱). بهره گیری از تغییرات سطح زمین به ویژه در اثر عملکرد انواع مختلف فرسایش آبی و بادی هر چند در ابتدا محدود به نوع ونقاط رخداد پدیده فرسایش و رسوبگذاری بوده، اما با پیشرفتهای بعدی در روش ها و ابزار تهیه عکس های هوایی و به دنبال آن فن و دانش تصاویر ماهواره ای به دلیل میسر شدن ثبت مستمر داده ها (درباره پدیده هایی نظیر پوشش گیاهی، خاک، زمین شناسی، ژئومورفولوژی) امکان مطالعات و تحقیقات دقیق در سطوح وسیع و از جنبه های مختلف در مورد تغییرات سطح زمین فراهم گردیده است. به نحوی که امروزه با دسترس بودن عکس های هوایی و انواع تصاویر ماهواره ای تهیه نقشه های مختلف از سطح زمین و عملکرد پدیده فرسایش در مقیاسهای کوچک و بزرگ و بررسی و تحقیق درباره هریک از پدیده ها امکان پذیر شده است(Morganو Williams، Verstappen، ۱۹۸۳). پایش و پیش بینی خسارات ناشی از پدیده های موثر در ایجاد تغییرات در سطح زمین مانند پدیده فرسایش از جمله مواردی هستند که امکان پذیری آنها با استفاده از بکارگیری داده های توصیفی و عددی ژئومورفولوژی قابل حصول از تصاویر ماهواره ای، آن هم با دقت کافی به اثبات رسیده است (Tonshend، ۱۹۸۷). به این ترتیب یکی از نکات مهم به عنوان فناوری در سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور امکان دست یابی به اطلاعات کامل و صحیح از مناطقی است که از طریق پردازش داده ها و اطلاعات پایه توسط سیستم رایانه در تلفیق با نرم افزارهای قابل اجرا در محیط GIS فراهم می گردد (Banham-Carter، ۱۹۹۶). بیش از نیمی از وسعت استان گلستان را نهشته های کواترنر تشکیل می دهند ودر بین نهشته های کواترنر رسوبات لس به دلیل گسترش زیاد و اهمیت آن در کشاورزی، مرتع، اهمیت ویژه ای دارد. و از آنجایی که هدف از این تحقیق شناخت و معرفی مهمترین عوامل موثر در شکل گیری و تشدید انواع فرسایش درمنطقه مورد مطالعه می باشد و بیش از۵۰ درصد محدوده مورد مطالعه را نهشته های لس تشکیل می دهند اقدام به بررسی اجمالی خصوصیات، پراکنش، منشاء، سوابق پژوهشی در مورد رسوبات لسی شده است.

شایان ذکر است که برای اولین بارTietze(۱۸۷۷)، به وجود لس در ایران اشاره نموده است و سپس Bobek(۱۹۷۳)، از نهشته های لس در ایران نام برد و اطلاعاتی در ارتباط با ماهیت و منشاء آنها منتشر نموده است. Barbier(۱۹۶۰)، توصیف کوتاهی از نهشته های لس در دره سفیدرود و ارتباط آن با زمان هلوسن ارائه داد. Ehlers(۱۹۷۱)، پیشنهاد کردکه میان لایه های افقی خاک های قدیمی در سفید رود و نکاء در دوره های مرطوب در زمان هولوسن تشکیل شده است و هم چنین نهشته های لس در این مکان ها در طول دوره های خشک اقلیمی ایجاد شده اند (Kehl، ۲۰۰۵). لطیف (۱۳۶۷)، با مطالعه پراکنندگی، منشاء سن و آثار دیرینه اقلیم لس ها در شمال مرکزی ایران، این لس ها را ناشی از دشت های سیلابی مجاورمی داند که بوسیله باد از فاصله کوتاهی از مناطق کم ارتفاع حمل شده اند. هم چنین نشان داده است که لس های شمال مرکزی ایران تحت شرایط سرد، خشک و بادی که بوسیله تشکیلات خاک های فسیل در دوره های گرم و کوتاه قطع شده اند نهشته شده اند.

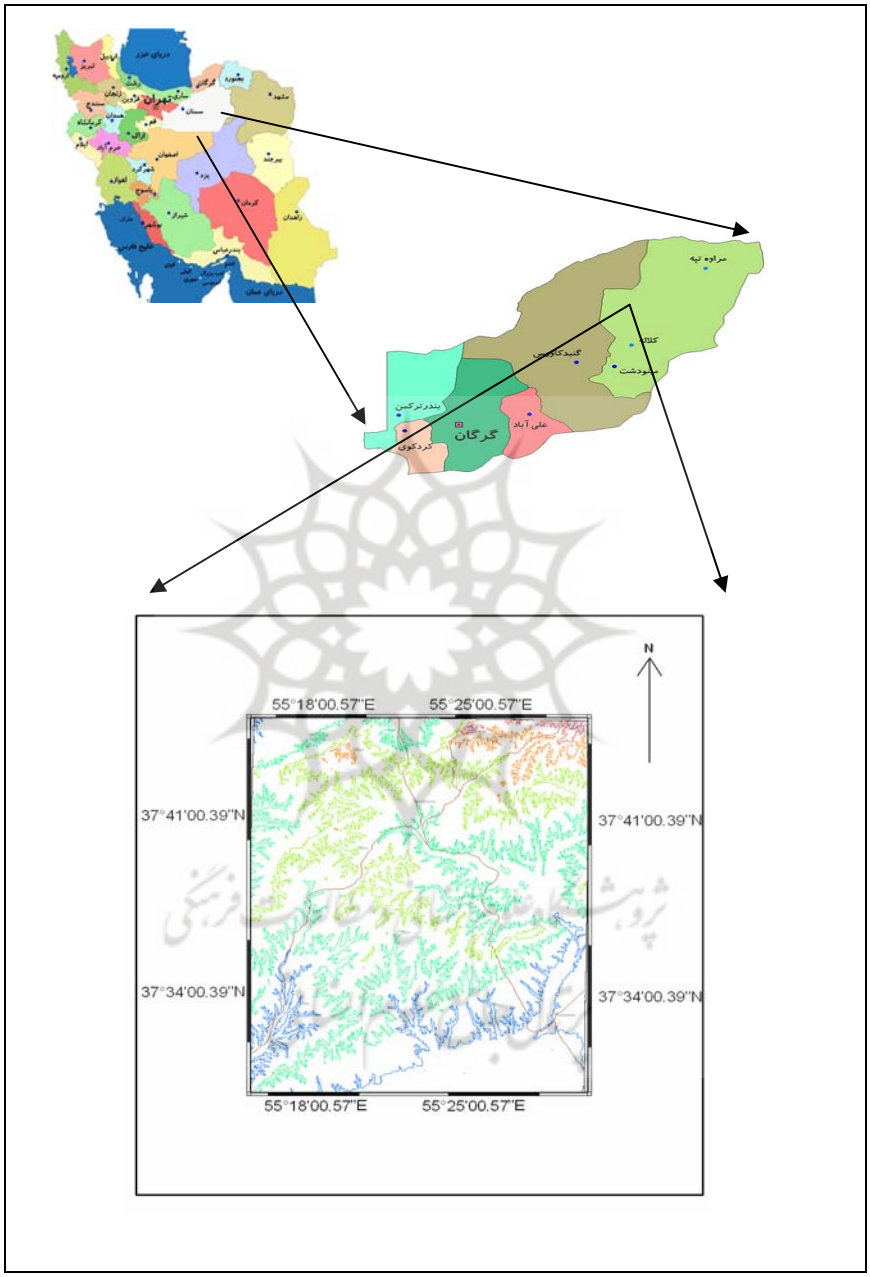
امینی(۱۳۷۴)، با مطالعه لس های حوضه آبریز قره تیکان (شمال شرق استان خراسان) از نظر ویژگی های رسوب شناسی، کانی شناسی و فرسایش پذیری معتقد به تشکیل لس های این حوضه ابتدا در یک محیط یخچالی و حمل آنها

توسط باد پس از ذوب یخچال به محل فعلی می باشد. هم چنین رخساره های فرسایشی در لس های این حوضه را به صورت کیفی برررسی نموده و نشان داد که فرسایش شیاری در لس های منطقه گسترش چندانی ندارند در حالی که فرسایش خندقی و سطحی نقش قابل توجه ای در هدر رفت خاک برعهده دارند. هم چنین نشان داد که فرسایش تونلی و خندقی در لس های با ضخامت زیاد در منطقه تحت تاثیر انحلال املاح قابل حل به ویژه کاتیون های اسیدی شکل گرفته است. پاشایی (۱۳۷۶)، ویژگی های شیمیایی و فیزیکی رسوبات لس دشت گرگان را بررسی و با تاکید بر بادی بودن این نهشته ها و آزمایشات فیزیکی (بافت رسوب) و شیمیایی (کلسی متری، EC PH، درصد مواد آلی) منشاء این نهشته ها را با توجه به بادهای غالب منطقه (شمال تا شمال غربی) به رسوبات سیلابی و تپه های ماسه ای واقع در فرورفتگی دریای مازندران که جنس آن بیشتر از همان نوع مواد سیلابی می باشد نسبت می دهد. نهتانی (۱۳۷۶)، در بررسی رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش رسوبات لس در حوضه آبخیز کاشیدار (زیرحوضه گرگانرود) عامل فرسایش رودخانه ای و عامل استفاده از زمین را دو عامل مهم وتاثیر گذار در تشدید فرسایش در این حوضه معرفی کرد. اعتراف (۱۳۷۹)، با مطالعه اثرات بهره برداری از اراضی لسی بر حاصلخیزی و فرسایش خاک در منطقه مراه تپه نتیجه می گیرد که بهره برداری زراعی از اراضی شیب دار باعث کاهش مواد آلی، نفوذپذیری، درصد ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و افزایش انواع فرسایش آبی به ویژه فرسایش خندقی می گردد و بهره برداری از این اراضی بصورت مرتع موجب افزایش میزان نفوذپذیری، حاصلخیزی و کاهش میزان فرسایش می گردد. دولت خواهی(۱۳۸۰)، با بررسی رابطه بین خصوصیات خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی با تولید رسوب نهشته های لسی در حوضه آبخیز کچیک (زیرحوضه گرگانرود) به این نتایج دست یافته است که فرسایش با پوشش گیاهی رابطه معکوس و با شیب رابطه مستقیم دارد. هم چنین جهت های آفتابگیر (جنوبی) نسبت به جهت های رو به سایه (شمالی) دارای فرسایش بیشتری می باشند. از خصوصیات خاک: درصد رس، میزان مواد آلی، PH و ظرفیت نگهداری آب با فرسایش رابطه معکوس و درصد سیلت و EC با فرسایش رابطه مستقیم دارد. خواجه(۱۳۸۱)، فراوان ترین اشکال فرسایشی در لس های شمال و شمال شرقی استان گلستان را اشکال فرسایشی خندقی وانحلالی ذکرکرده است. صیادی(۱۳۸۵)، با بررسی عوامل موثر در رخداد فرسایش خندقی و گسترش آنها در اراضی لسی استان گلستان نتیجه گیری نموده است که مساحت آبخیز واقع در پیشانی خندق و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از مهمترین عوامل در شکل گیری خندق ها و ویژگی های مورفومتریک آنها هستند. دادخواه (۱۳۸۵)، با مطالعه عوامل موثر در شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس ها ی حوضه آبخیز عرب قره حاجی نشان داد که شکل گیری وشدت گسترش فرسایش خندقی در اراضی لسی تابعی است از ارتفاع متوسط بارندگی و دمای متوسط سالانه هوا، شیب و جهت دامنه اراضی، سازند زمین شناسی، منابع اراضی، نوع سازند، عمق خاک، میزان املاح محلول،SAR، هدایت الکتریکی و میزان سدیم قابل تبادل موجود در خاک که موثر در رخداد فرسایش تونلی نیز هستند بیشترین نقش و تاثیر را در شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی و مشخصات مرفومتریک خندق ها دارند.

مواد و روشها

الف- موقعیت مکانی منطقه تحقیق

منطقه تحقیق در ناحیه معروف به یلی بدراق در شمال شرق استان گلستان و شمال شهرستان کلاله با مساحتی بالغ بر ۶۱۲,۴۳ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ′۱۵ ۰ ۵۵ تا ′۳۰ ۰ ۵۵ طول شرقی و ′۳۰ ۰ ۳۷ تا ′۴۵ ۰ ۳۷ درجه عرض شمالی واقع شده است که دارای گستره وسیعی از نهشته های لسی می باشد (شکل ۱).



شکل شماره ۱. نقشه موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه

ب- مواد مورد استفاده

با توجه به ماهیت و نوع تحقیق مواد مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر می باشد.

آمار و اطلاعات حاصل از بررسی های پیشین انجام شده در منطقه تحقیق در قالب مطالعات زمین شناسی، ژئومورفولوژی و منابع طبیعی و کشاورزی و . . .،آمار و اطلاعات هواشناسی نزدیک ترین ایستگاه های هواشناسی منطقه

مورد مطالعه اعم، از سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران سنجی از اداره کل هواشناسی استان گلستان و مدیریت منابع آب کشور،.نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ منتشر شده توسط سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه قابلیت اراضی تهیه شده در مرکز تحقیقات خاک و آب کشور، تصاویر ماهواره ای لندست ETM Plus منطقه مورد مطالعه مربوط به سال ۲۰۰۲ تهیه شده توسط سازمان فضایی کشور. نرم افزار ILWIS و Excel قابل اجرا در محیط GIS برای ایجاد بانک اطلاعاتی از ویژگی ها و مشخصات منطقه تحقیق مانند داده های هواشناسی، فیزیوگرافی و توپوگرافی، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و تهیه نقشه های موضوعی رقومی شده مانند: نقشه های طبقات ارتفاعی، شیب، جهت دامنه اراضی، شبکه آبراهه ها، همدما، همبارش، زمین شناسی سطحی، تیپ اراضی (شکل زمین)، رخساره های فرسایشی اجزاء واحد اراضی، خاک، تیپ گیاهی، تراکم گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از آمار و اطلاعات و نقشه های پایه موجود جهت پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها و ایجاد همبستگی بین عوامل محیطی و ویژگی های آن ها با رخساره های فرسایشی با استفاده از روابط و معادلات رگرسیونی.

ج- روش تحقیق

روش های مورد استفاده در این تحقیق با توجه به ماهیت و نوع تحقیق در قالب تحقیقات پایه وکاربردی مبتنی بر به کارگیری روش های کتابخانه ای و میدانی و با استفاده از آمار واطلاعات مربوط به منطقه مورد مطالعه در ارتباط با موضوع تحقیق به شرح زیر می باشد.

ج-۱- جمع آوری آمار و اطلاعات در ارتباط با موضوع تحقیق شامل: تهیه نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ منتشر شده توسط سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح ، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منتشر شده توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تصاویر ماهواره های لندستETM Plus ۲۰۰۲ تهیه شده از سازمان فضایی کشور، نقشه قابلیت اراضی منتشر شده توسط مرکز تحقیقات خاک و آب کشور، نقشه تیپ گیاهی ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده از مرکز تحقیقات علوم کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به ترتیب جهت تعیین محدوده مورد مطالعه و ابزار اطلاعاتی جهت مطالعات فیزیوگرافی و توپوگرافی، اقلیم شناسی، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، خاکشناسی و قابلیت اراضی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی منطقه تحقیق.

ج-۲- قطع دادن(Cross) هر یک از لایه های اطلاعاتی هواشناسی (طبقات بارش)، فیزیوگرافی و توپوگرافی (طبقات ارتفاع ، طبقات شیب و جهت دامنه اراضی)، سازندهای زمین شناسی، تیپ اراضی، گروه های خاک، پوشش گیاهی (تیپ گیاهی و طبقات تراکم گیاهی) و کاربری اراضی با رخساره های فرسایشی به صورت دو به دو در محیط نرم افزار ILWIS جهت مشخص کردن ویژگی های هر یک از رخساره های فرسایشی در محدوده رسوبات لسی و کل منطقه مورد مطالعه به منظور تعیین عوامل موثر و تاثیر گذار در شکل گیری و گسترش هر یک از رخساره های فرسایشی.

ج-۳- تجزیه و تحلیل و ایجاد همبستگی و روابط رگرسیونی بین داده های حاصل از فراوانی رخداد انواع رخساره های فرسایشی با عوامل ژئومورفولوژی (طبقات بارش، طبقات ارتفاع، طبقات شیب، جهت دامنه اراضی، سازندهای زمین شناسی، تیپ اراضی، تیپ گیاهی، طبقات تراکم گیاهی و کاربری اراضی) در محدوده رسوبات لسی و کل منطقه مورد مطالعه در محیط نرم افزار Excel با استفاده از روابط و معادلات رگرسیونی.

نتایج

الف- خصوصیات ژئومورفولوژی

شکل و تیپ ناهمواری ها

منطقه مورد مطالعه متشکل از سه تیپ ناهمواری شامل تپه ماهور، تراس های فوقانی(فلات) و دشت های رسوبی رودخانه ای است. هم چنین مهم ترین رخساره های فرسایش منطقه شامل رخساره های فرسایش ورقه ای، ورقه های همراه با شیاری ناچیز، شیاری همراه با خندقی شدید و انحلالی، شیاری شدید همراه با خندقی پراکنده، آبراهه ای، بیرون زدگی سنگی می باشد (جدول ۱ و ۲).

جدول شماره ۱. فراوانی وگستره های تحت پوشش شکل و تیپ اراضی

شکل زمین (تیپ اراضی)	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
تپه ماهور	۱۱۴/۱۳	۱۸/۶۴
تراس های فوقانی (فلات)	۴۶۸/۶۵	۷۶/۵۲
دشت رسوبی و رودخانه ای	۲۹/۶۵	۴/۸۴
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

جدول شماره ۲: گستره های تحت پوشش، فراوانی و ویژگی های رخساره های فرسایشی

رخساره فرسایشی	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی (درصد)	دامنه تغییرات شیب (درصد)	دامنه تغییرات ارتفاع (متر)	دامنه تغییرات بارش(میلیمتر)	کاربری عمده
ورقه ای	۶۱/۵۳	۱۰/۰۵	۰-۱۵	۱۲۰-۳۴۰	۴۷۵-۶۰۰	زراعت
ورقه ای همراه با شیاری ناچیز	۵/۴۴	۰/۸۹	۰-۴۰	۱۶۰-۴۵۰	۵۰۰-۶۵۰	مرتع-زراعت
شیاری شدید همراه با خندقی پراکنده	۴۳/۰۲	۷/۰۲	۰->۵۰	۱۹۰-۷۱۲	۵۰۰-۸۰۰	مرتع
شیاری همراه با خندقی شدید و انحلالی	۴۵۴/۴	۷۴/۲	۰->۵۰	۱۲۰-۷۵۰	۴۷۵->۸۰۰	مرتع
آبراهه ای	۴۳/۲۷	۷/۰۶	۰->۵۰	۱۲۰-۵۰۰	۴۷۵-۷۰۰	زراعت-مرتع
بیرون زدگی سنگی	۴/۷۷	۰/۷۸	۰->۵۰	۳۵۰-۷۰۰	۶۰۰-۸۰۰	فاقد توان تولیدی
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰	---	---	---	---

توپوگرافی و فیزیوگرافی

منطقه مورد مطالعه با حداقل ارتفاع۱۲۰ و حداکثر ارتفاع۷۵۰ متر دارای بیشترین گستره ارتفاعی در طبقه ارتفاعی۴۰۰-۳۰۰ مترو ارتفاع متوسط۳۰۲/۶۸ متر از سطح دریا می باشد طبقه شیب۱۰-۰ درصد با فراوانی ۷۳/۹۹ درصد با وسعتی معادل ۴۵۳/۱ کیلومترمربع بیشترین مساحت منطقه را شامل می شود و اراضی با جهت جنوبی با فراوانی۳۰/۱۸ درصد بیشترین وسعت منطقه مورد مطالعه را تحت پوشش قرار داده اند (جدول ۳ تا۵).

جدول شماره۳ : طبقه بندی طبقات ارتفاعی (هیپسومتری)

طبقات ارتفاعی (متر)	مساحت (کیلومتر مربع)	فراوانی نسبی (درصد)
۱۲۰-۲۰۰	۸۹/۴۶	۱۴/۶۱
۲۰۰-۳۰۰	۲۱۴/۵۷	۳۵/۰۳
۳۰۰-۴۰۰	۲۳۱/۵۴	۳۷/۸
۴۰۰-۵۰۰	۶۱/۴۷	۱۰/۰۴
۵۰۰-۶۰۰	۱۲/۹۶	۲/۱۲
۶۰۰-۷۰۰	۲/۲۸	۰/۳۷
>۷۰۰	۰/۱۵	۰/۰۳
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

جدول شماره ٤. طبقه بندی شیب

طبقات شیب	مساحت (کیلومتر مربع)	فراوانی نسبی(درصد)
۰-۱۰	۴۵۳/۱	۷۳/۹۹
۱۰-۲۰	۱۲۳/۱۴	۲۰/۱۱
۲۰-۳۰	۲۶/۲۱	۴/۲۸
۳۰-۴۰	۵/۲۳	۰/۸۵
۴۰-۵۰	۳/۳۹	۰/۵۵
>۵۰	۱/۳۶	۰/۲۲
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

جدول شماره ۵. توزیع فراوانی جهت دامنه ها

جهت دامنه	علامت	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبی (درصد)
جنوب	S	۱۸۵/۶۶	۳۰/۳۲
غرب	W	۱۸۳/۱۳	۲۹/۹
شرق	E	۱۷۱/۶۳	۲۸/۰۲
شمال	N	۷۲/۰۱	۱۱/۷۶
جمع	---	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

هوا و اقلیم

منطقه مورد مطالعه با متوسط بارندگی ۵۸۴/۱۹ میلی متر که بیشترین و کمترین مقدار بارش مربوط به ماه های اسفند و تیر به ترتیب با ۷۷/۳۷ و ۱۴/۱۲ میلی متر و با متوسط دمای سالانه هوای ۱۶/۷۷ درجه سانتی گراد که حداکثر و حداقل متوسط دما به ترتیب مربوط به ماه های بهمن و مرداد با ۷/۵۱ و ۲۶/۶ درجه سانتی گراد می باشد، بر اساس روش دومارتن در اقلیم مدیترانه ای قرار گرفته است.

زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه درحوضه رسوبی کپه داغ که در شمال شرق ایران واقع می باشد که در اثر فاز کوهزایی سیمیرین پیشین در خلال یک سری گسل های طولی در ترياس فوقانی شکل گرفته و بر اثر آخرین فاز چین خوردگی آلپ و

فرسایش پیامد آن سیمای کنونی را به خود گرفته است (افشار حرب،۱۳۷۳). و متشکل از واحد های سنگی لسی، شیلی و آهکی و رسوبات آبرفتی به شرح زیر می باشد (جدول ۶).

جدول شماره ٦ . سازندها زمین شناسی و سطح تحت پوشش هر یک از آنها

نام سازند	زمان	علامت	لیتولوژی	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی (درصد)
سنگانه	کرتاسه	KS	شیل خاکستری تیره	۷۵/۶۳	۱۲/۳۵
آتامیر	کرتاسه	Kat	شیل های سبز تا سیاه	۶۰/۳۴	۹/۸۵
آبدراز	کرتاسه	Kad	آهک مارنی	۷/۰۴	۱/۱۵
آب تلخ	کرتاسه	Kab	شیل و سیلتستون	۷/۱۵	۱/۱۷
لس	کواترنری	Qgeh	سیلت و کمی رس	۳۲۶/۴۲	۵۳/۳
رسوبات رودخانه ای	کواترنری	Qv	سیلتو رس	۳۵/۶۹	۵/۸۳
رسوبات آبرفتی تحت فرسایش	کواترنری	Qff	ماسه، سیلت و دیگر مواد آواری	۳۲/۱۳	۵/۲۴
رسوبات آبرفتی بدون فرسایش	کواترنری	Qff1	ماسه وسیلت و رس	۶۸/۰۳	۱۱/۱۱
جمع				۶۱۲/۴۳	۱۰۰

منابع ارضی و خاک

منطقه مورد مطالعه مشتمل برچهار جزء واحد اراضی است (جدول ۷).

جدول شماره ۷. مشخصات واحد ها و تیپ اراضی

اجزاء واحد اراضی	تیپ	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبی (درصد)	تیپ خاک	شیب متوسط وزنی (درصد)	کاربری عمده
۲.۲	تپه	۰/۷۱	۰/۱۲	Calcaric regosols	۵	زراعت آبی
۲.۴	تپه	۱۱۳/۴۲	۱۸/۵۲	Calcaric regosols	۶/۵۶	مرتع و زراعت دیم
۳.۱	تراس های فوقانی (فلات)	۴۶۸/۶۵	۷۶/۵۲	Calcaric regosols	۹/۱۸	مرتع
۵.۳	دشت رسوبی و رودخانه ای	۲۹/۶۵	۴/۸۴	Calcaric fluvisols	کمتر از ۵	زراعت آبی
جمع	-	۶۱۲/۴۳	۱۰۰	-	۸/۴۴	-

پوشش گیاهی

تاثیر عوامل فیزیکی (توپوگرافی، آب و هوا و خاک) و عوامل حیاتی (انسان، دام و حیات وحش) موجب تشکیل رویشگاه های مختلف گیاهی در هر منطقه می شود و منطقه مورد مطالعه به علت تحت تاثیر قرار گرفتن جبهه های محلی (دریای خزر)، جبهه های مدیترانه ای و قطبی، وجود رشته کوههای البرز در جنوب و بیابان قره قوم در شمال و وجود خاکهای ضخیم لسی از این قاعده مستثنی نبوده. کوه ها و تپه ماهورهای کم ارتفاع منطقه به علت شرایط خاص بوم شناسانه سیمای کاملا متمایزی دارند، خاک این مناطق بطور کلی از لس بسیار ضخیم تشکیل شده است و تیپ های گیاهی در قسمت اعظم این مناطق تقریبا یکنواخت بوده و تعدادی از گیاهان خانواده گرامینه و گونه ای از جنس درمنه به

نام Artemisa Compestris نقش اصلی را در سیمای واقعی آن بازی می کند. علاوه بر این پوشش گیاهی قسمت های جنوبی و مسیر آبراهه های اصلی از نوع گیاهان زراعی است (جدول ۸).

جدول شماره ۸. فراوانی و گستره های تحت پوشش تیپ های گیاهی

تیپ گیاهی	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی (درصد)
Artemisa-Poa-Hordeum	۳۷/۲۶	۶۱/۹۳
Artemisa-Festuca-Astragalus	۱۱۵/۲۵	۱۸/۸۱
اراضی زراعی	۱۱۳/۱۵	۱۸/۴۸
اراضی فاقد پوشش گیاهی	۴/۷۷	۰/۷۸
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

جدول شماره ۹. فراوانی و گستره های تحت پوشش طبقات تراکم گیاهی

تراکم گیاهی (درصد)	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی (درصد)
۰-۵	۴۶۷/۹۶	۷۶/۴۱
۵-۱۰	۱۱۲/۱۹	۱۸/۳۲
۱۰-۲۰	۴/۸۹	۰/۸
۲۰-۳۰	۲۰/۳۷	۳/۳۲
۳۰-۴۰	۵/۳۸	۰/۸۸
>۴۰	۱/۶۴	۰/۲۷
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

کاربری اراضی

با توجه به اینکه بخش عمده منطقه مورد مطالعه متشکل از اراضی با تیپ تراس های فوقانی و تپه ماهورهای لسی با خاک های عمیق و بافت ریز دانه است به غیر از اراضی فاقد پوشش گیاهی و غیر تولیدی به دو نوع کاربری عمده مرتع و زراعت اختصاص یافته است.

جدول شماره ۱۰. فراوانی و گستره های تحت پوشش کاربری اراضی در محدوده رسوبات لسی

کاربری اراضی	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
زراعی	۱۱۳/۱۵	۱۸/۴۸
مرتعی	۴۹۴/۵۱	۸۰/۷۴
فاقد پوشش گیاهی	۴/۷۷	۰/۷۸
جمع	۶۱۲/۴۳	۱۰۰

ب- عوامل موثر بر مورفولوژی منطقه

ب-۱- نتایج رابطه بین تجزیه و تحلیل فراوانی خصوصیات ژئومورفولوژی با رخساره های فرسایشی بر اساس تجزیه و تحلیل فراوانی در جداول ۱۱ تا ۱۸ ارائه شده است.

جدول شماره ۱۱. فراوانی و گستره های تحت پوشش تیپ اراضی در محدوده رسوبات لسی

شکل زمین (تیپ اراضی)	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
تپه ماهور	۱۷/۱	۴/۷۲
تراس های فوقانی (فلات)	۳۴۲/۵۴	۹۴/۶
دشت رسوبی و رودخانه ای	۲/۴۷	۰/۶۸
جمع	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول شماره ۱۲. فراوانی و گستره های تحت پوشش طبقات شیب در محدوده رسوبات لسی

طبقه شیب (درصد)	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
۰-۱۰	۲۵۷/۳۸	۷۱/۰۸
۱۰-۲۰	۸۳/۴۵	۲۳/۰۴
۲۰-۳۰	۱۶/۷۳	۴/۶۲
۳۰-۴۰	۲/۶۷	۰/۷۴
۴۰-۵۰	۰/۵۵	۰/۱۵
>۵۰	۱/۳۳	۰/۳۷
جمع	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول شماره ۱۳. فراوانی و گستره های تحت پوشش جهت دامنه اراضی در محدوده رسوبات لسی

جهت دامنه اراضی	علامت	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
شمال	N	۴۵/۸۴	۱۲/۶۶
جنوب	S	۱۰۴/۵۵	۲۸/۸۷
شرق	E	۱۰۱/۴۵	۲۸/۰۲
غرب	W	۱۱۰/۲۷	۳۰/۴۵
جمع	---	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول شماره۱٤. فراوانی و گستره های تحت پوشش طبقات ارتفاعی در محدوده رسوبات لسی

طبقات ارتفاع (متر)	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
۱۲۰-۲۰۰	۲۷/۲	۷/۵۱
۲۰۰-۳۰۰	۱۴۳/۴۳	۳۹/۶۱
۳۰۰-۴۰۰	۱۶۲/۱۸	۴۴/۷۹
۴۰۰-۵۰۰	۲۶/۵۲	۷/۳۲
۵۰۰-۶۰۰	۲/۷۷	۰/۷۷
۶۰۰-۷۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰۲
جمع	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول شماره ۱۵ : فراوانی و گستره های تحت پوشش رخساره های فرسایشی در محدوده رسوبات لسی

رخساره فرسایشی	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
ورقه ای	۱/۹۴	۰/۵۴
ورقه ای همراه باشیاری ناچیز	۴/۶۵	۱/۲۸
شیاری همراه با خندقی شدید و انحلالی	۳۲۲/۱۱	۸۸/۹۵
شیاری شدید همراه با خندقی پراکنده	۱/۵	۰/۴۱
آبراهه ای	۳۱/۷۱	۸/۷۶
بیرون زدگی سنگی	۰/۲	۰/۰۶
جمع	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول شماره ۱۶. فراوانی و گستره های تحت پوشش کاربری اراضی در محدوده رسوبات لسی

کاربری اراضی	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
زراعت	۴۰/۰۶	۱۱/۰۶
مرتع	۳۲۱/۸۵	۸۸/۸۸
فاقد پوشش گیاهی	۰/۲	۰/۰۶
جمع	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول شماره ۱۷: فراوانی و گستره های تحت پوشش تیپ های گیاهی در محدوده رسوبات لسی

تیپ گیاهی	علامت	مساحت (کیلومترمربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
Artemisa-Poa-Hordeum	Ar-Po-Ho	۲۷۸/۲۹	۷۶/۸۵
Artemisa-Festuca-Astragalus	Ar-Fe-As	۴۳/۵۶	۱۲/۰۳
اراضی زراعی	CL	۴۰/۰۶	۱۱/۰۶
فاقد پوشش گیاهی	RP	۰/۲	۰/۰۶
جمع	---	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

جدول ۱۸: فراوانی و گستره های تحت پوشش طبقات بارش در محدوده رسوبات لسی

طبقه بارش (میلی متر)	مساحت (کیلومتر مربع)	فراوانی نسبت به محدوده رسوبات لسی (درصد)
۴۷۵-۵۵۰	۶۰/۹۸	۱۶/۸۴
۵۵۰-۶۵۰	۲۸۹/۸۴	۸۰/۰۴
۶۵۰-۷۵۰	۱۱/۲۹	۳/۱۲
جمع	۳۶۲/۱۱	۱۰۰

ب-۲- نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل همبستگی عوامل ژئومورفولوژی با رخساره های فرسایشی بر اساس ایجاد روابط رگرسیونی خطی در جدول ۱۹ تا ۲۴ آورده شده است.

جدول شماره ۱۹. همبستگی بین رخساره های فرسایشی ورقه ای با خصوصیات ژئومورفولوژی

ردیف	عامل ژئومورفولوژی(به عنوان متغیر مستقل)		معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)	ضریب همبستگی (r)	سطح معنی دار (α)	سطح اطمینان (درصد)	نوع همبستگی
۱	شکل زمین	کل منطقه	x۰/۰۰۱-۰/۱۲۱۰y=	۰/۶۴	۰/۸	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۰۰۰۲-۰/۲۰۶۶y=	۰/۶۲۶	۰/۷۹	۰/۰۵	۹۹	منفی
۳	جهت دامنه اراضی	کل منطقه	۰/۰۴۹x- ۰/۰۰۱۴y=	۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۰۵	۹۵	مثبت
		محدوده لسی	-۰/۰۷۷۱x۰/۰۰۲۳y=	۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۰۵	۹۵	مثبت
۳	ارتفاع از سطح	کل منطقه	x۰/۰۸-۰/۲۶۶۷y=	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۰۱	۹۹	منفی
	دریا	محدوده لسی	x۰/۱۴۰-۰/۴۶۰y=	۰/۹۸۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	منفی
۴	زمین شناسی	کل منطقه	x۰/۰۱۰۶-۳/۷۴۳۹y=	۰/۳۰۶	۰/۵۵	۰/۰۵	۹۵	منفی
۵	تراکم گیاهی	کل منطقه	1x۰/۰۳۶۱-۰/۱۷۸۱y=	۰/۶۶	۰/۸۱	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۰/۰۶۲۱-۰/۳۰۶۷y=	۰/۶۶۳	۰/۸۱	۰/۰۵	۹۵	منفی

جدول شماره ۲۰. همبستگی بین رخساره فرسایش ورقه ای همراه با فرسایش شیاری ناچیز با خصوصیات ژئومورفولوژی

ردیف	عامل ژئومورفولوژی (به عنوان متغیر مستقل)		معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)	ضریب همبستگی (r)	سطح معنی دار (α)	سطح اطمینان (درصد)	نوع همبستگی
۱	شیب زمین	کل منطقه	x۰/۱۱۹۶-۰/۴۸۶y=	۰/۹۹۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	منفی
		محدوده لسی	x۰/۲۰۸۰-۰/۸۴y=	۰/۹۹۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	منفی
۲	جهت دامنه اراضی	کل منطقه	۰/۲۰۲x-۰/۰۰۲۳y=	۰/۷۲۲	۰/۸۴	۰/۰۵	۹۵	مثبت
		محدوده لسی	۰/۰۴۶۷x-۰/۰۰۴۱ y=	۰/۷۴۱	۰/۸۶	۰/۰۵	۹۵	مثبت
۳	زمین شناسی	کل منطقه	۰/۰۷۰۷x-۰/۰۰۲۵y=	۰/۹۶۸	۰/۹۸	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۴	تیپ گیاهی	کل منطقه	۰/۰۵۸۱x-۰/۰۰۲۶y=	۰/۹۹۵	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۰/۰۹۶۶x-۰/۰۰۴۳y=	۰/۹۹۵	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۵	تراکم گیاهی	کل منطقه	x۰/۱۱۴-۰/۴۹۳۲y=	۰/۶۹۳	۰/۸۳	۰/۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۰/۱۹۲-۰/۸۳۴۰y=	۰/۶۹	۰/۸۳	۰/۰۵	۹۵	منفی
۶	کاربری اراضی	کل منطقه	۰/۰۰۸۱x-۰/۰۰۲y=	۰/۹۹۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۰/۰۱۲۴x-۰/۰۰۳۶Y	۰/۹۹۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت

جدول شماره ۲۱. همبستگی بین رخساره فرسایش شیاری همراه با فرسایش های خندقی شدید و انحلالی با خصوصیات ژئومورفولوژی

ردیف	عامل (به عنوان متغیر مستقل)		معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)	ضریب همبستگی (r)	سطح معنی دار (α)	سطح اطمینان (درصد)	نوع همبستگی
۱	شکل زمین	کل منطقه	۰/۶۵۱۶x-۰/۱۵۰۷y=	۰/۹۹۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۱/۱۰x-۰/۲۵۴۸y=	۰/۹۹۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۲	شیب زمین	کل منطقه	x۶/۳۷۵۱-۳۱/۷۰۸y=	۰/۶۶۹	۰/۸۱	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۱۰/۷۸۳۰-۵۲/۵۶۴y=	۰/۶۶۹	۰/۸۱	۰/۰۵	۹۵	منفی
۳	جهت دامنه اراضی	کل منطقه	۰/۵۳۰۵x-۰/۱۵۱۱y=	۰/۹۹۷	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۰/۸۷۶۹x-۰/۲۵۵۴y=	۰/۹۹۷	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۴	ارتفاع از سطح دریا	کل منطقه	x۲/۶۷۷-۱۸/۱۳۷y=	۰/۲۰۷	۰/۴۵	۰/۰۵	۹۵	منفی

		محدوده لسی	x۴/۵۲۹۱-۳۰/۶۷۷ y=	۰/۲۰۷	۰/۴۵	۰/۰۵	۹۵	منفی
۵	زمین شناسی	کل منطقه	۳/۷۶۲۶x-۰/۱۶۱۸y=	۰/۹۸۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۶	تیپ گیاهی	کل منطقه	۱/۴۹۱۹x-۰/۱۵۷۶y=	۰/۹۹۴	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۲/۵۲۲۶x-۰/۲۶۶۶۶y=	۰/۹۹۴	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۷	تراکم گیاهی	کل منطقه	x۶/۵۱۳-۳۱/۵۶۳y=	۰/۵۷۱	۰/۷۵	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۱۱/۰۱۴-۵۳/۳۷۴y=	۰/۵۷۱	۰/۷۵	۰/۰۵	۹۵	منفی
۸	کاربری اراضی	کل منطقه	۱/۴۱۱۳x-۰/۱۵۶۹y=	۰/۹۹۷	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۲/۳۸۷۹x-۰/۲۶۵۰y=	۰/۹۹۷	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۹	مثبت

جدول شماره ۲۲. همبستگی بین رخساره فرسایش شیاری شدید همراه با فرسایش خندقی پراکنده با خصوصیات ژئومورفولوژی

ردیف	عامل ژئومورفولوژی (به عنوان متغیر مستقل)		معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)	ضریب همبستگی (r)	سطح معنی دار (α)	سطح اطمینان (درصد)	نوع همبستگی
۱	شیب زمین	کل منطقه	x۰/۰۳۱۷-۰/۱۳۹۵y=	۰/۸۲۶	۰/۹	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۰/۰۵۳۴-۰/۲۳۹y=	۰/۷۷۱	۰/۸۷	۰/۰۵	۹۵	منفی
۲	جهت دامنه اراضی	کل منطقه	x۰/۰۰۰۸-۰/۱۲۹۹y=	۰/۲۳۷	۰/۴۸	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۰/۰۰۱۲-۰/۲۱۲۱y=	۰/۲۳۵	۰/۴۸	۰/۰۵	۹۵	منفی
۳	ارتفاع از سطح دریا	کل منطقه	x۰/۰۳-۰/۱۴۳۳y=	۰/۶۲۸	۰/۷۹	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۰/۰۵۵-۰/۲۴۶۷y=	۰/۶۸۲	۰/۸۲	۰/۰۵	۹۵	منفی

جدول شماره ۲۳. همبستگی بین رخساره فرسایش آبراهه ای با خصوصیات ژئومورفولوژی

ردیف	عامل ژئومورفولوژی (به عنوان متغیر مستقل)		معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)	ضریب همبستگی (r)	سطح معنی دار (α)	سطح اطمینان (درصد)	نوع همبستگی
۱	شکل زمین	کل منطقه	۰/۵۲۰۶x+۰/۰۱y=	۰/۹۴۷	۰/۹۷	۰/۰۱	۹۹	مثبت
		محدوده لسی	۰/۸۸۶x+۰/۱۶y=	۰/۹۴۷	۰/۹۷	۰/۰۱	۹۹	مثبت
۲	شیب زمین	کل منطقه	x۰/۶۷۴۹-۳/۲۲۶۵y=	۰/۵۱۶	۰/۷۱	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۱/۱۴۲-۵/۴۵۵۳y=	۰/۵۱۶	۰/۷۱	۰/۰۵	۹۵	منفی
۳	جهت دامنه اراضی	کل منطقه	۰/۴۹۱۳x+۰/۰۰۸۹y=	۰/۳۶۲	۰/۶	۰/۰۵	۹۵	مثبت
		محدوده لسی	۰/۸۲۱۷x+۰/۰۱۵۱y=	۰/۳۶۲	۰/۶	۰/۰۵	۹۵	مثبت
۴	ارتفاع از سطح دریا	کل منطقه	x۰/۶۵۱-۲/۹۲y=	۰/۶۰۳	۰/۷۷	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۱/۱۰۱-۴/۹۴y=	۰/۶۰۵	۰/۷۷	۰/۰۵	۹۵	منفی
۵	بارندگی	کل منطقه	x۱/۱۵۵-۴/۰۳۶۷y=	۰/۵۹۴	۰/۷۷	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۱/۹۵۵-۶/۸۳y=	۰/۵۹۳	۰/۷۷	۰/۰۵	۹۵	منفی
۶	تراکم گیاهی	کل منطقه	x۰/۶۰۴-۲/۹۷۷۳y=	۰/۶۴۲	۰/۸	۰/۰۵	۹۵	منفی
		محدوده لسی	x۱/۰۱۹۷-۵/۰۲۷۳y=	۰/۶۴۱	۰/۸	۰/۰۵	۹۵	منفی

جدول شماره۲٤. همبستگی بین رخساره بیرون زدگی سنگی با خصوصیات ژئومورفولوژی

ردیف	عامل ژئومورفولوژی (به عنوان متغیر مستقل)		معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)	ضریب همبستگی (r)	سطح معنی دار (α)	سطح اطمینان (درصد)	نوع همبستگی
۱	زمین شناسی	کل منطقه	x۰/۰۰۱۳-۰/۴۲۲۶y=	۰/۹۱۷	۰/۹۵	۰/۰۱	۹۹	منفی
۲	تراکم گیاهی	کل منطقه	x۰/۰۱۴۲-۰/۰۳۹۹y=	۰/۷۸۷	۰/۸۸	۰/۰۱	۹۹	منفی
		محدوده لسی	x۰/۰۲۳۵-۰/۰۶۶۳y=	۰/۷۸۲	۰/۸۸	۰/۰۱	۹۹	منفی

بحث و نتیجه گیری

منطقه مورد مطالعه با توجه به مختصات جغرافیایی و موقعیت مکانی منطقه از مناطق تحت تاثیر اقلیم مدیترانه ای بر اساس اقلیم نمای دومارتن و مرطوب معتدل بر اساس اقلیم نمای آمبرژه با متوسط بارندگی سالانه ۵۸۳/۱۹ میلی متر و دمای متوسط سالانه هوا حدود ۱۶/۷۷ درجه سانتی گراد است. این منطقه متشکل از سه تیپ ناهمواری یا لندفرم شامل تپه ماهور، تراس های فوقانی (فلات)،دشت رسوبی رودخانه ای است که خصوصیات آنها به شرح جدول۷ می باشد .

با توجه به جدول۷ می توان نتیجه گیری نمود که منطقه مورد بررسی مشتمل بر چهار واحد اراضی متشکل :

الف- تپه های کم ارتفاع لسی با قلل مدور و مسطح هستند که خاک آن ها از نوع خاک های Calcaric Regosols کم عمق تا نیمه عمیق با بافت سنگین بوده و اکثرا تحت تاثیر زراعت می باشد.

ب- تپه های کم ارتفاع فرسایش یافته دارای واحدهای سنگی رسوبات آبرفتی، شیل متشکل از سازندهای زمین شناسی آتامیر است که خاک آن ها از نوع خاک های Calcaric Regosols نیمه عمیق تا عمیق با بافت سنگین بوده و اکثرا در برگیرنده مراتع همراه با دیمزارهای پراکنده در اراضی کم شیب هستند.

ج- تراس های فوقانی لسی و شیلی با شیب کمتر از ۱۰ درصد (به طور متوسط ۹/۱۸ درصد) دارای پوشش خاکی عمیق با بافت سنگین و تجمع آهک از نوع خاک های لسی Calcaric Regosols با کاربری مرتع می باشد که تحت تاثیر فرسایش خندقی هستند.

د- دشت های رسوبی رودخانه ای که از نوع دشت های سیلابی با شیب کمتر از ۵ درصد هستند و متشکل از رسوبات آبرفتی با پوشش خاکی عمیق و بافت متوسط تاسنگین از نوع خاکهای Calcaric Fluvisols هستند که اکثرا به زراعت آبی اختصاص داده شده اند .

نکات مهم و قابل توجه در منطقه تحقیق با وسعت ۶۱۲۴۳/۱۸ هکتار (۴۳,۶۱۲ کیلومترمربع) همبستگی معنی دار بین ارتفاع اراضی از سطح دریا با مقادیر بارش و دمای هوا از یکسو و وجود رابطه قوی و قابل ملاحظه بین تیپ های گیاهی با تغییرات ارتفاع اراضی از سطح دریا و مقادیر بارش و دمای هوا از سوی دیگر است. به طوری که همبستگی بین ارتفاع اراضی از سطح دریا با دمای هوا از نوع همبستگی منفی است که تاثیر آن ها در منطقه موردمطالعه صرفنظر از تاثیر اقدامات و عملیات انسان، در تیپ های گیاهی و رخساره های فرسایش آبی به نحو بارزی قابل مشاهده است .

نتیجه به دست آمده که در تطبیق و همخوانی با گزارش های پژوهشی Fergusen و Thornes (۱۹۸۱)، احمدی(۱۳۸۶) و دادخواه(۱۳۸۵) است مبین متاثر بودن تیپ های گیاهی، تراکم گیاهی و رخساره های فرسایش آبی از مقادیر بارش در رابطه با تغییرات ارتفاع اراضی از سطح دریا علاوه بر نوع خاک وسازندهای زمین شناسی و واحدهای سنگی به ویژه لس ها در منطقه تحقیق است. به نحوی که عملا وجود دو تیپ گیاهی Artemisa-Hordeum و

Artemisa-Astragalus و رخساره های فرسایش آبی ورقه ای، ورقه ای همراه با شیاری ناچیز، شیاری همراه با فرسایش خندقی پراکنده، شیاری همراه با فرسایش خندقی شدید و انحلالی و آبراهه ای تحت تاثیر و کنترل مقدار بارندگی، دما از یک طرف و نوع خاک و شیب اراضی از طرف دیگر در منطقه مورد مطالعه است .

افزون بر موارد فوق، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فراوانی تراکم پوشش گیاهی که نشانگر تراکم حدود ۷۶/۴۱ درصد در اراضی با شیب صفر تا ۵ درصد است و مقدار آن با افزایش شیب اراضی به طور قابل توجهی کاهش می یابد در تلفیق و ترکیب با عملکرد سایر عوامل مانند شکل زمینی تیپ یا فرم اراضی، نوع خاک به ویژه خاکهای لسی که حدود ۷۱/۰۸ درصد آنها نیز در اراضی با شیب صفر تا ۱۰ درصد قرار دارند و توزیع فراوانی آن با افزایش شیب کاهشی تا میزان حدود ۰/۱۵ درصد در اراضی با شیب ۵۰-۴۰ درصد در اراضی با ارتفاع ۴۰۰-۲۰۰ متر از سطح دریا می باشد، نشان دهنده بیشترین رخداد و گسترش فرسایش خندقی قالب رخساره فرسایش آبی شیاری همراه با خندقی شدید و انحلالی با فراوانی ۸۸/۹۵ درصد در اراضی لسی است. به عبارت دیگر می توان نتیجه گیری نمود که رخداد و شکل گیری فرسایش خندقی و گسترش آن در منطقه تحقیق رابطه مستقیم با وجود یا عدم وجود لس و خاک های لسی دارد. این درحالی است که سایر عوامل به ویژه کاربری اراضی از جمله عوامل تشدیدی این نوع فرسایش در اراضی لسی منطقه به خصوص مقدار بارندگی است. به طوری که فرسایش شیاری همراه با خندقی شدید و انحلالی در منطقه مورد مطالعه با بیشترین فراوانی در مقایسه با سایر رخساره های فرسایشی نیز مربوط به طبقه بارش ۵۵۰-۴۷۵ میلی متر با فراوانی ۱۲/۳۳ درصد در اراضی لسی می باشد. یافته فوق با توجه به تحقیقات انجام شده در کشور در سازگاری و تطبیق با یافته های امینی (۱۳۷۴)، اونق و نهتانی (۱۳۸۲)، دادخواه (۱۳۸۵) می باشد.

با در نظر گرفتن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل رابطه بین رخساره های فرسایش آبی با عوامل ژئومورفولوژی با استفاده از روش تجزیه وتحلیل همبستگی از طریق ایجاد روابط رگرسیون خطی می توان نتیجه گیری نمود که انواع رخساره های فرسایش آبی در منطقه تحقیق دارای همبستگی مثبت و منفی معنی دار با انواع سازندهای زمین شناسی، واحد سنگی به خصوص نهشته های لسی، شیب، ارتفاع از سطح دریا (که خود شاخص مقدار بارش با توجه به وجود همبستگی مثبت معنی دار بین مقدار بارندگی با تغییرات ارتفاع می باشد)، جهت دامنه اراضی، تیپ و تراکم گیاهی و کاربری اراضی هستند .

به بیان دیگر عوامل ژئومورفولوژی شامل شکل زمین، شیب زمین، جهت دامنه اراضی، مقدار بارندگی با معیار و شاخصیت ارتفاع از سطح دریا، تیپ گیاهی، تراکم گیاهی و کاربری اراضی در مناطق یا اراضی لسی به عنوان متغیرهای مستقل و رخساره های فرسایش آبی شامل فرسایش های ورقه ای، ورقه ای توام با شیاری، شیاری توام با فرسایش خندقی شدید و انحلالی و آبراهه ای به عنوان متغییرهای وابسته همبستگی معنی دار وجود دارد که مبین تاثیر گذاری آن ها در رخداد انواع فرسایش آبی در لس ها و تاثیر پذیری رخساره های فرسایش آبی از عوامل ژئومورفولوژی است. این یافته در منطقه تحقیق در سازگاری و همخوانی با یافته های پژوهشی شهریور(۱۳۷۶)، قدوسی(۱۳۸۳)، ایلخانی(۱۳۸۵)، صیادی(۱۳۸۵)، دادخواه(۱۳۸۵)، سعیدی(۱۳۸۶) و رضازاده(۱۳۸۶) می باشد.

شایان ذکر است که رابطه بین رخساره بیرون زدگی سنگی به عنوان متغییر وابسته تنها با عوامل سازند های زمین شناسی، تراکم پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه معنی دار می باشد که خود بیانگر نقش اساسی تراکم پوشش گیاهی

در ممانعت از شکل گیری فرسایش از یک سو و تاثیر نوع سازند زمین شناسی در شکل گیری این پدیده در طبیعت از سوی دیگر است.

بر این اساس نتیجه گیری می شود که خصوصیات ژئومورفولوژی لس های منطقه در گذشته و هم چنین در آینده با توجه به تغییر کاربری اراضی توسط عامل انسان از یک طرف و تغییرات پوشش گیاهی به ویژه تراکم پوشش گیاهی از سوی دیگر موجب تشدید فرسایش آبی و شکل گیری و گسترش انواع رخساره های فرسایشی در منطقه می شود. به طوری که این امر موجب تغییرات کاملا بارز در طبیعت و نظم دامنه ها می گردد .

با در نظر گرفتن مباحث مطرح شده و نتیجه گیری های حاصله و اینکه عواملی نظیر شکل زمین، نوع سازند زمین شناسی و واحد های سنگی، جهت و ارتفاع اراضی، نوع خاک و مقدار بارندگی از جمله عوامل ثابت و غیر قابل تغییر توسط عامل انسان به خصوص در مقیاس کوتاه مدت هستند، از اینرو به منظور اتخاذ راهبرد کاربردی و ارائه راه حل های عملی برای مهار و مبارزه با شکل گیری و گسترش انواع فرسایش های آبی در قالب رخساره های فرسایش آبی تنها می توان اقدام به تغییر و یا دخالت در خصوصیات عواملی نظیر شیب زمینی، تیپ گیاهی، تراکم پوشش گیاهی و کاربری اراضی در راستای ممانعت از به وجود آمدن شرایط مساعد برای رخداد انواع فرسایش آبی در منطقه تحقیق نمود.

منابع

۱. احمدی، حسن(۱۳۸۶): ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، (فرسایش آبی). انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۸ صفحه.

۲. اسمعلی عوری، اباذر(۱۳۸۶): مدلسازی و تهیه نقشه پیش بینی خطر فرسایش آبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بالغی چای، اردبیل). رساله دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۸۳ صفحه.

۳. اعتراف، حسین(۱۳۷۹): اثرات بهره برداری از اراضی لسی بر حاصلخیزی و فرسایش خاک در منطقه مراوه تپه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۱۰۳ صفحه.

۴. افشار حرب، عباس(۱۳۷۳): زمین شناسی ایران (زمین شناسی کپه داغ). انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۵. امینی، آرش (۱۳۷۴): مطالعه و برخاستگاه و مکانیزم رسوب زایی لس ها در حوزه آبخیز قره تیکان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تهران، ۱۷۵ صفحه.

۶. پاشایی، عباس(۱۳۷۶): بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و چگونگی خاستگاه رسوب های لسی در منطقه گرگان و دشت، مجله علوم زمین، سال ششم، شماره ۲۳-۲۴، ۶۷-۶۸ صفحه.

۷. خواجه، منصور(۱۳۸۱): بررسی رسوب شناسی، محیط رسوبی و رسوب زایی نهشته های کواترنر حوزه گرگانرود (یل چشمه و قورچای). رساله دکتری زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲۴۹ صفحه.

۸. دادخواه، معصومه(۱۳۸۵): شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس های حوضه عرب قره حاجی (شمال شرق گنبد کاووس). پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

۹. دولت خواهی، محمد.(۱۳۸۰): بررسی رابطه بین خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی با تولید رسوب نهشته های لسی در حوزه آبخیز کچیک (زیر حوزه گرگانرود)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۷۵ صفحه.

۱۰. رضا زاده، سپیده(۱۳۸۶): بررسی فرسایش آبی و تخریب اراضی (مطالعه موردی حوزه آبخیز حبله رود). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۷۸ صفحه.

۱۱. رفاهی، حسینقلی(۱۳۷۸): فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱ صفحه.
۱۲. سعیدی، امید(۱۳۸۶): بررسی تاثیر عوامل ژئومورفولوژی در زمین لغزش (مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان). پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۰۱ صفحه.
۱۳. قدوسی، جمال(۱۳۸۲): مدل سازی مورفولوژی فرسایش خندقی و پهنه بندی خطر آن (مطالعه موردی در آبخیز زنجان رود). رساله دکتری آبخیز داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۳۶۶ صفحه.
۱۴. صیادی، محمد جمیل (۱۳۸۵):بررسی اثر برخی از عوامل موثر بر توسعه فرسایش خندقی در سازند لسی (مطالعه موردی حوزه آبخیز آق امام کچیک استان گلستان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹۵صفحه.
۱۵. لطیف(۱۳۶۷): پراکندگی، منشاء، سن و آثار دیرینه اقلیم لس ها در شمال مرکزی ایران. مجموعه مقالات سمپوزیوم بین المللی لس نیوزلند. ترجمه محمد رضا ثروتی و رضا اسماعیلی. مجله جغرافیا و توسعه، بهار وتابستان ۱۳۸۲، ۱۰۵-۱۱۸ صفحه.
۱۶. مورگان، آر. پی. سی(۱۳۶۸): فرسایش و حفاظت خاک. ترجمه امین علیزاده، انتشارات آستان قدس رضوی.
۱۷. نهتانی، محمد(۱۳۷۶):رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش رسوبات لس حوضه آبخیز کاشیدار (زیر حوضه گرگانرود). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۱۸. هادسون، نورمن(۱۳۷۲): حفاظت خاک، ترجمه حسین قدیری، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۷۰ صفحه.
19. Auzet, A. V. J. Boiffin, and B. Ludwig(1995): Concentrated flow erosion in cultivated catchments: influence of soil surface state. Earth. Surf. Process Landforms 20: 759-769.
20. Bissonnais, Y. L. C. Monitor, M. Jamagne, J. Daroussin and D. King (2001): Mapping erosion risk for cultivated soil in france, J. Daroussin and D. King, 2001.
21. Brunner, A. C., S. J. Park, G. R. Ruecker, R. Dikau and P. L. G. Vlek (2004): Catenary soil Development influencing erosion susceptibility along a hillslope in Uganda, Catena 58:1-22.
22. bility and processes of water erosion on hillslope, Gomorphology 32:385-415. 23- Descroix, L. and E. Gautier (2002): Water erosion in the southern French Alps: Climatic and human mechanisms, Catena 50: 53-85.
23. Huang, C., C. Gascuel-Odoux and Cros-Cayot (2001): Hillslope topographic and hydrologiceffects on overland flow and erosion. Catena 46:177-188.
24. Kehl, Martin, Reza Sarvati, Hassan Ahmadi, Manfred Frechen, Armin Skowronek 92005): On loess deposits of northern Iran. This work is funded by the German Research Foundation. 12pp.
25. Morgan, R. P. C (1996): Soil erosion and conservation. Second Edition. Silsoe College, Cranfield University. 198pp.
26. Nearing, M. A., V. Jetten, C. Baffaut,O. Cerdan, A. Couturier, Hernandez, Y. Bissonnais, m,H. Nichols, J. P. Nunes, C. S. Renschler, V. Souchere and K. Oost (2005): Modeling resonse of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. Catena 61:131-154.
27. Schwab, G., Fangmeier, W. J. Elloit and R. K. Frevert (1993): Soil and water conservation Engineering.
28. Troeh, F. R., J. A. Hobbs and R. l. Donahuse (1991): Soil and water conservation.
29. Verstappen. H. Th (1977): Remote sensing in Geomorphology. Elsevier. Amsterdam.
30. Williams, A.R. and R. P. C. Morgan (1976): Geomorphology mapping applied to soil erosion evaluation. J. Soil and Water Cons. 31(4): 164-168.