

## نقش لندفرم ها در فرسایش پذیری (مطالعه موردی حوضه حسنجون)

محسن رنجبر\*

استادیار، گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری

مریم سید عبدالهی

مربی، دانشگاه پیام نور طالقان

### چکیده

ویژگی های ژئومورفولوژی پایه و اساس بررسی های منابع طبیعی حوضه های آبخیز به شمار می رود، زیرا این ویژگی ها تحت تاثیر عوامل زیادی مانند اقلیم و خاک، هیدرولوژی، اکولوژی، زمین شناسی و غیره قرار دارند که می توانند اشکال فرسایشی را به وجود آورند. بدون شک اشکال فرسایشی نیز متناسب با خصوصیات و ویژگی های ژئومورفولوژی توسعه خواهند یافت. در این تحقیق با استفاده از نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، تصاویر ماهواره ای، عکس های هوایی و GIS به شناسایی اشکال ژئومورفولوژی موجود در محیط در ارتباط با سایر پارامترهای طبیعی (منابع آب و خاک، ویژگی های فیزیکی حوضه و زمین شناسی و ...)، و تاثیر این عوامل بر فرسایش پذیری خاک در منطقه، مورد مطالعه قرار می گیرد.

نتایج مطالعات نشان داد که سیمای ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه بر اساس مشخصات ارتفاعی، شیب و تظاهرات شکل شناسی عوارض زمین به ترتیب به واحدهای کوهستان (۱) تپه ماهور (۲) دشت دامنه ای و مخروط افکنه (۳) قابل تفکیک هستند در مجموع ۱۲ رخساره ناشی از فرایند های مختلف ژئومورفولوژی مشخص شد، که از این میان رخساره توده سنگی با پوشش فرسایش و نهشته های منفصل همراه با خاک مناسب جهت پوشش گیاهی مرتعی تا حدود ۲۰ درصد رخنمون سنگی میان پوشش های خاکی در واحد کوهستان تا تپه دامنه منظم (۳۸/۵ درصد از کل مساحت حوضه) بیشترین سطح را به خود اختصاص داده است، از بین اشکال فرسایشی (فرسایش سطحی) به نحو چشمگیری در منطقه وجود دارد که به صورت لکه های روشن در سطح خاک فاقد پوشش گیاهی و یا با پوشش گیاهی ضعیف است، تقریباً در تمامی سطوح حوضه قابل مشاهده است. علاوه بر عوامل طبیعی، عوامل انسانی نیز با عدم رعایت اصول مرتع داری و فقر پوشش گیاهی می تواند در گسترش چنین اشکالی موثر می باشند.

**واژگان کلیدی:** ژئومورفولوژی، حسنجون، فرسایش، لندفرم، طالقان، رخساره.

### مقدمه

یکی از موضوعاتی که در حوضه های آبخیز مورد توجه قرار می گیرد، بررسی عوامل موثر در ایجاد اشکال فرسایش و تغییرات ژئومورفولوژی می باشد. اصولاً عوامل طبیعی به همراه استفاده ناصحیح از منابع آب و

خاک باعث تشدید فرسایش و ایجاد لندفرم های متنوعی می شود، این اشکال را می توان با توجه به عوامل عمده پدید آورنده آن ها به دو دسته فرسایش آبی و بادی تقسیم کرد، از آن جایی که هرگونه تغییر در ویژگی های ژئومورفولوژی و اشکال فرسایش رابطه مستقیم با میزان تخریب و فرسایش در سطح زمین دارد بنابراین با پی بردن به عوامل موثر آن ها و تعیین محدوده هایی که این اشکال ظهور پیدا می کنند، علاوه بر این که می توان بررسی های دقیق بر روی آن ها انجام داد، برای آینده نیز چشم انداز و نگرش واقع بینانه تری برای مقابله با این اشکال پیدا کرد. در بررسی حوضه مورد مطالعه در وضعیت کلیه اشکال فرسایش، مشاهدات صحرائی، استفاده از عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای (رقومی شده)، در دستیابی به اهداف طرح کمک شایانی نمود.

در سطح جهانی ژئومورفولوژی رودخانه نسبت به سایر گرایش های ژئومورفولوژی از سابقه طولانی تری برخوردار است و تحقیقات زیادی در مورد اشکال متعدد ژئومورفولوژی و نقش آن در میزان تولید رسوب انجام گرفته است که به تعدادی از آن ها به عنوان نمونه اشاره می شود.

میان لی ۲۰۱۰ (Mian li & etal)، و همکاران در منطقه سیچوان بر روی اثرات لندفرم ها در فرسایش خاک پرداختند و به این نتایج رسیدند که در شیب های بلند و طولانی فرسایش بیشتر از شیب های کوتاه می باشد (۱۴).

نوری کاز و ماتسوکا ۲۰۰۱ (Norikazu Matsuoka)، طی مقاله ای بر روی میزان سولیفلوکسیون، فرایندها و لندفرم ها به این نتیجه رسید، که خاکسره در دامنه های با شیب زیاد، با سرعت بیشتری انجام می شود (۱۵). گانگالا کونتا و همکاران، ۲۰۰۴ (Gangalakunta P)، مطالعاتی در منطقه ماهاراشترای هند، طی مطالعه ای بر روی مورفومتری شبکه زهکشی و اثر آن بر روی لندفرم ها و ویژگی های آن به تاثیر سنگ شناسی و تغییرات سطح زمین در فرسایش اشاره می کنند (۱۲).

جنیفر دبلیو هاردن ۱۹۹۰ (Jennifer W. Harden)، در مقاله توسعه پایدار خاک، در لندفرم ها به نقش متقابل خاک در شکل گیری لندفرم ها و نیز لندفرم ها در فرسایش خاک اشاره دارد (۱۳).

محسن رنجبر (۱۳۸۰)، در رساله دکتری خود پیرامون بررسی ژئومورفولوژی حوضه آبریز ماسوله به این نتیجه رسید که شیب زیاد حوضه و وجود سازندهای حساس به فرسایش مانند سازند شمشک و وجود بارش زیاد و بهره برداری زیاد از مراتع و جنگل در میزان رسوب و فرسایش حوضه نقش داشته و در قسمت های مرتفع افزایش چشمگیری می یابد. ابراهیم حق شناس، در سال ۱۳۷۴، طی مطالعاتی به این نتیجه رسید، که زمین لغزش های طالقان نقش مهمی در میزان فرسایش و تولید رسوب بر عهده دارد.

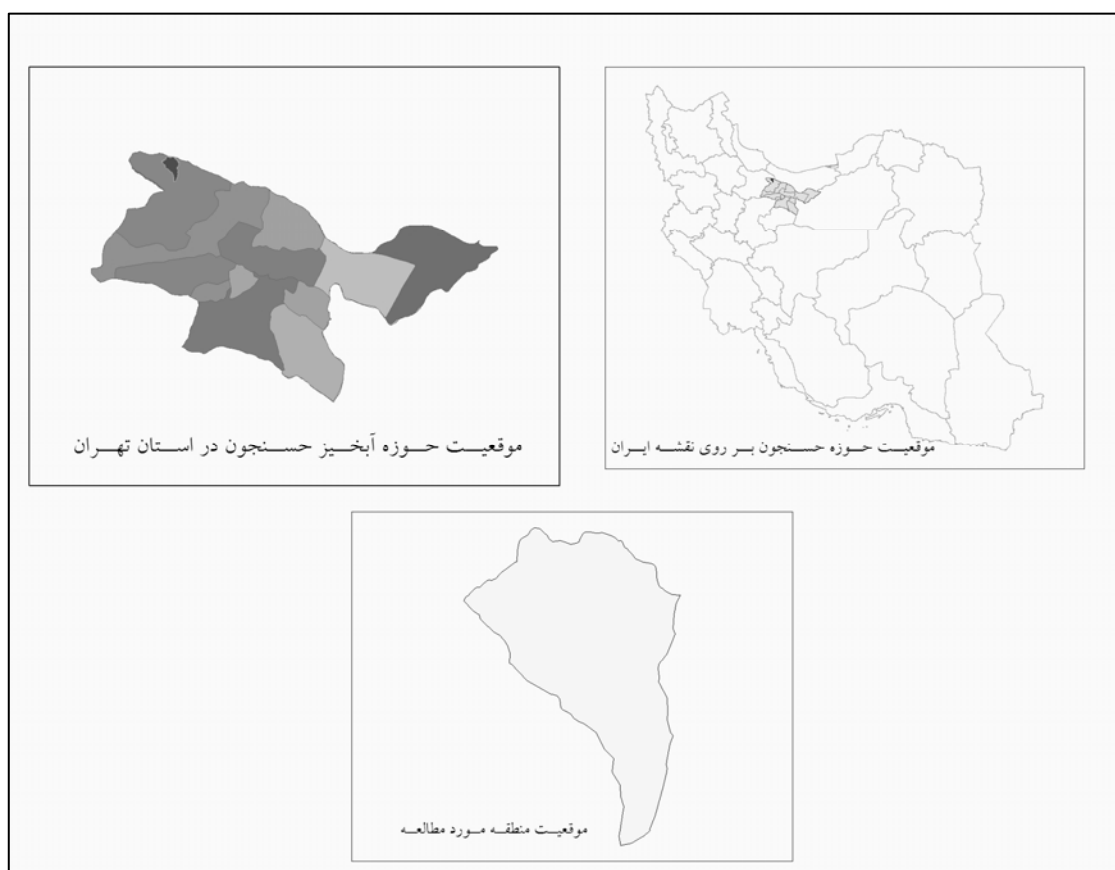
طبق تحقیقات شهاب الدین قوامی (۱۳۶۹)، عوامل سنگ شناسی، خاک شناسی و اقلیم منطقه در پدید آمدن اشکال فرسایش موثر می باشد. محسن ملکی (۱۳۸۲)، در تحقیق و پژوهشی که انجام داد، به این نتیجه رسید که از کل مساحت منطقه ۶/۲۵ درصد حوضه دارای حساسیت متوسط، ۶/۰۸ درصد حوضه دارای حساسیت زیاد و ۱۰/۷۱ درصد حوضه دارای حساسیت شدید به فرسایش می باشد. پرویز گرشاسبی

(۱۳۸۱)، در ارتباط با ژئومورفولوژی کواترنر در حوضه آبخیز طالقان مطالعاتی در قالب پایان نامه ارشد انجام داده و نتیجه گرفت که ۱۲ درصد حوضه طالقان را نهشته های کواترنری تشکیل می دهد که پادگانه های کواترنری گونز تا جنگ ترویا و زمین لغزش های فسیل تا جدیدی از نظر ژئومورفولوژی را شامل می شود. با توجه به سوابق مطالعاتی در این تحقیق سعی شده است که نسبت به اثرات و نقش لندفرم ها در فرسایش پذیری حوضه حسنجون مطالعاتی انجام شود. در این تحقیق با کاربست کلیه عوامل موثر در فرسایش نقش لندفرم ها در این فرایند مورد مطالعه قرار گرفته است.

## بحث

### موقعیت جغرافیایی منطقه

حوضه حسنجون در محدوده ۱۰° ۳۶ تا ۲۰° ۳۶ عرض شمالی و ۳۸° ۵۰ تا ۴۶° ۵۰ طول شرقی در شمال

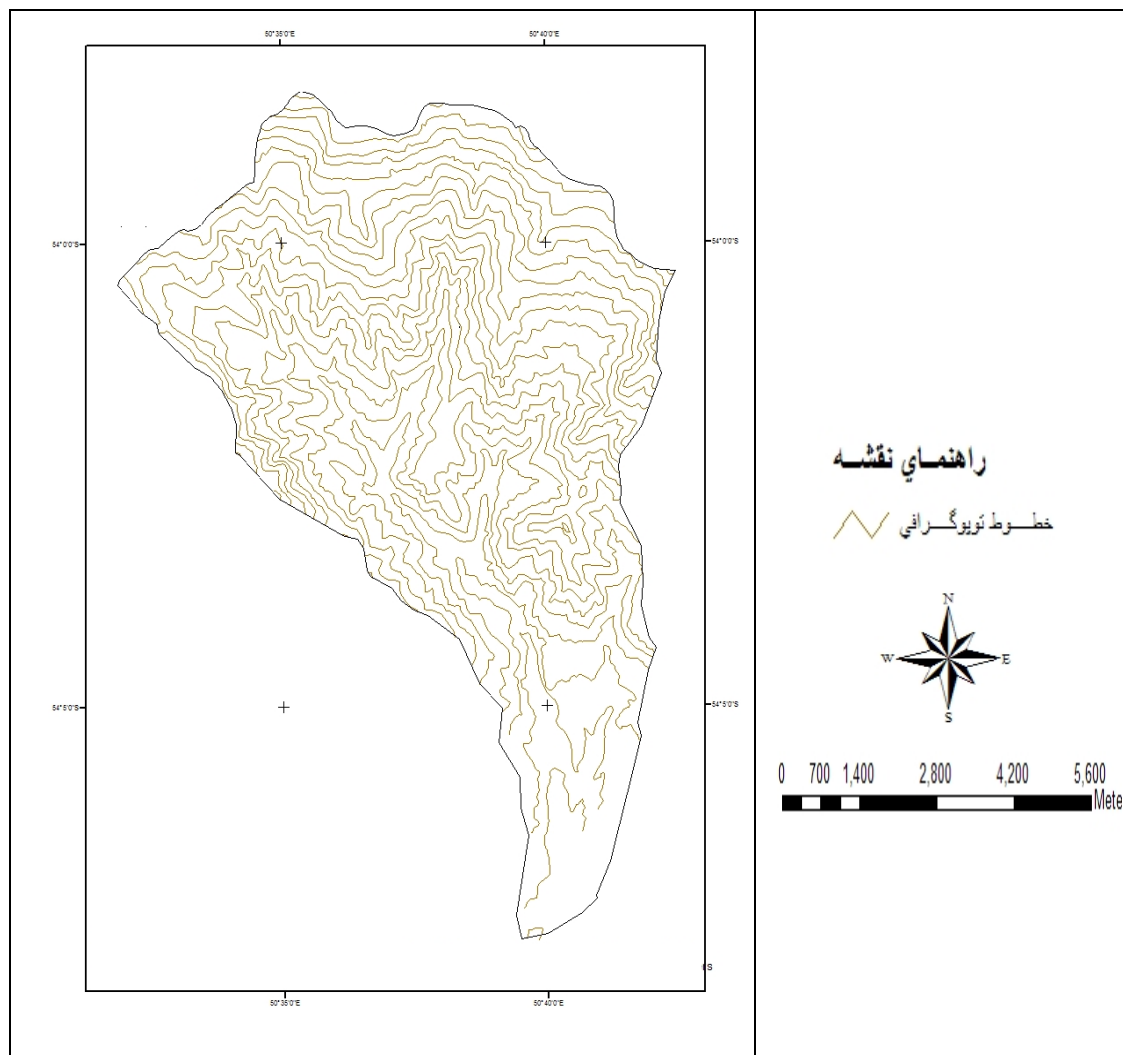


رودخانه طالقان قرار دارد که از لحاظ تقسیم بندی استانی جزو استان تهران محسوب می شود (شکل ۱).

شکل ۱: موقعیت توپوگرافی حوضه حسنجون

رودخانه اصلی در حوضه مطالعاتی رودخانه حسنجون می باشد، این رودخانه از ارتفاعاتی مانند خشه چال، شاه البرز، سفید آب و میان آب در شمال سرچشمه گرفته، و با یک روند شمالی - جنوبی پس از گذشتن از آبادی هایی نظیر هرنج، سید آباد و حسنجون با طی مسافت طولانی به رودخانه طالقان در جنوب

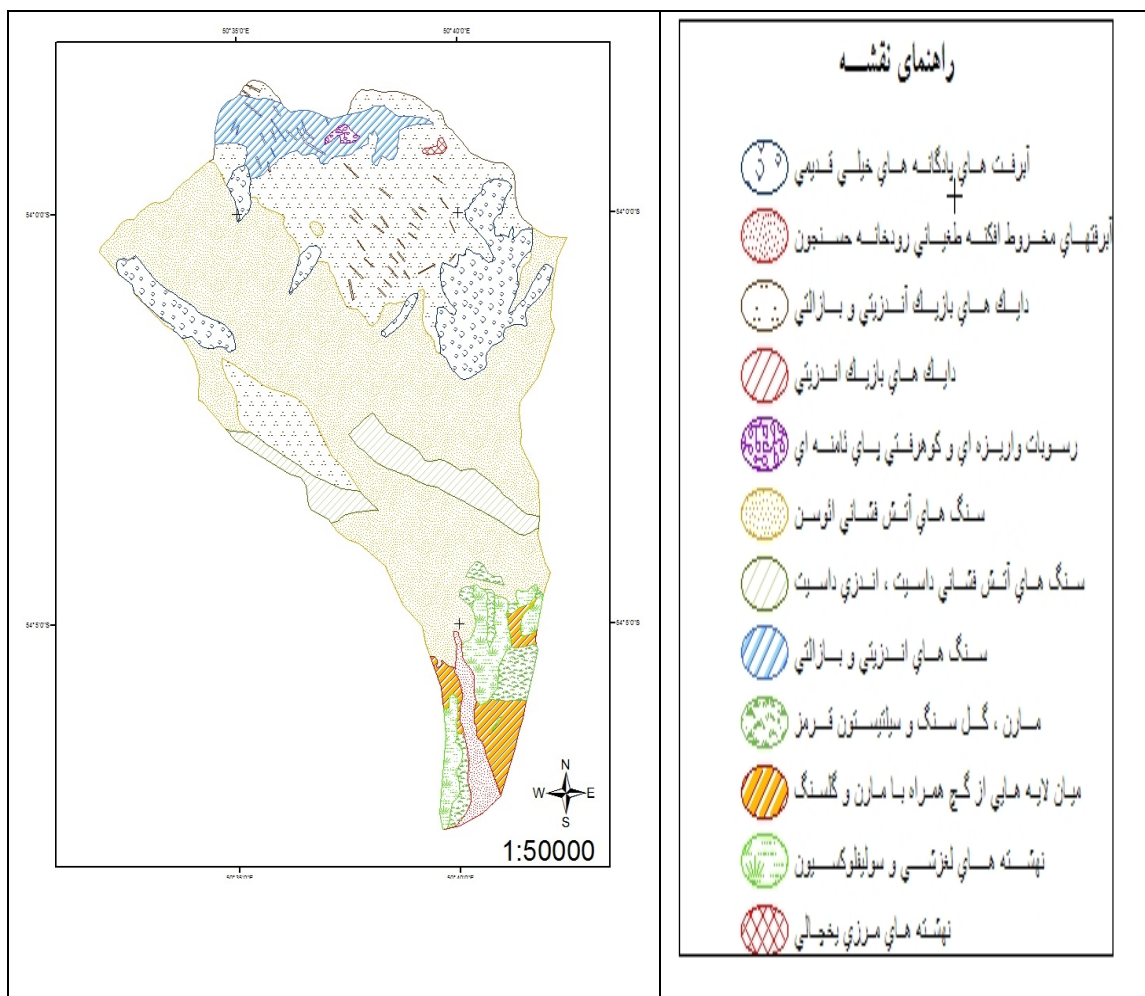
پیوند می خورد، بلندترین ارتفاع حوضه مربوط به خشه چال با ارتفاعی معادل ۴۰۸۹ متر، و پست ترین ارتفاع حوضه در محل تلاقی رودخانه حسنجون به طالقان رود ۱۷۷۰ متر از سطح دریا می باشد. (شکل ۲).



شکل ۲: نقشه توپوگرافی حوضه حسنجون

#### کلیات جغرافیایی منطقه

حوضه آبخیز حسنجون با مساحت ۹۸۲۶/۸۱ کیلومتر مربع، یکی از ۱۷ زیر حوضه بزرگ آبخیز سد طالقان است جهت دامنه ها و جریان آب رودخانه های آن رو به جنوب است این حوضه دارای ۱۴ زیر حوضه می باشد، با توجه به نقشه زمین شناسی (شکل ۳)، این حوضه آبخیز از سازندهای کرج، قرمز فوقانی و نهشته های کوترنری تشکیل شده است.



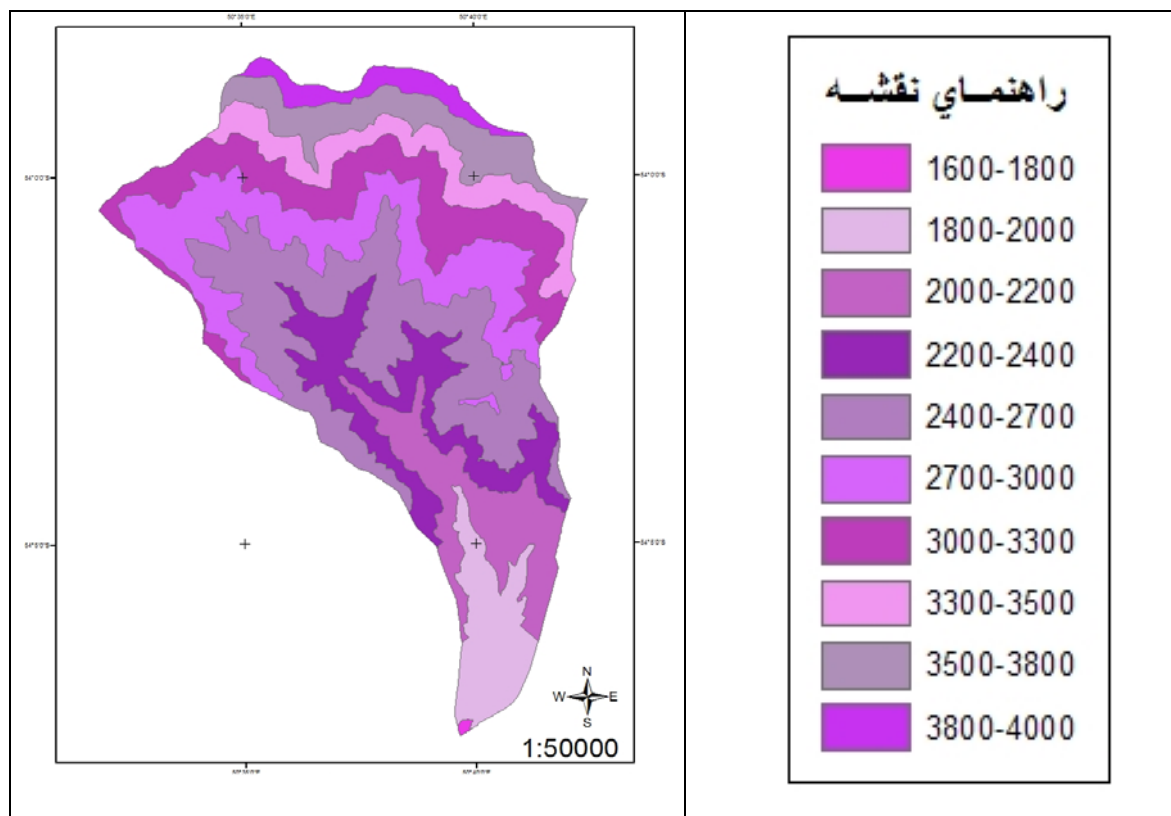
شکل ۳: زمین شناسی حوضه حسنجون

ارتفاعات شمالی حوضه را نهشته های لغزشی و سولیفلوکسیون و نهشته های مرزی یخچالی و بخش های جنوبی حوضه را پادگانه های آبرفتی خیلی قدیمی تشکیل می دهد، که شامل واریزه ها و نهشته های کوهرفتی دامنه ای که بر روی آن ها اراضی کشاورزی و باغات حسنجون واقع شده است، گسل های شمال طالقان و درزه ها در آبخیز حسنجون در فرسایش و رسوب و ایجاد حرکات توده ای و زمین لغزش های آن موثر هستند.

متوسط روزهای یخبندان در طول سال در حوضه حدود ۱۲۷ روز می باشد، متوسط بارندگی حوضه ۶۰۸/۸ میلیمتر و بیشتر، در فصل زمستان اتفاق می افتد، بخش اعظم بارندگی در ارتفاعات به صورت برف است. در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متری انباشت برف به مدت ۴ الی ۵ ماه از سال شرایط تشکیل فرسایش یخ برفی را فراهم می کند. با بررسی میانگین سالانه و ماهانه دمای منطقه ماه های مرداد و تیر گرمترین ماه های سال و دی و بهمن سردترین ماه های سال است.

مرتفع ترین زیر حوضه دارای ارتفاع متوسط ۳۴۴۰/۶ متر و پست ترین زیر حوضه با ارتفاع متوسط ۲۰۵۵/۹ از سطح دریا می باشد. حدود ۲۸/۵ درصد حوضه، دارای ارتفاع متوسط بین ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر

است و  $42/8$  درصد حوضه، ارتفاع متوسط بین  $2500$  تا  $3000$  متر می باشد و  $28/7$  درصد دارای متوسط  $3000$  متر به بالا است، با توجه به کشیده بودن شکل حوضه، رژیم بارندگی برفی و مساحت حوضه از سیل خیزی نسبتاً پایین برخوردار است (شکل ۴).



شکل ۴ : طبقات ارتفاعی حوضه حسنجون

پوشش گیاهی حوضه حسنجون شدیداً تحت تاثیر توپوگرافی، سنگ مادر و اقلیم منطقه بوده و دخالت های انسانی در آن تغییراتی را طی سال های متمادی به وجود آورده است، و در بیشتر مناطق حوضه سیر قهقرایی نمود داشته و گونه های نامرغوب مهاجم جایگزین گونه های مرغوب شده است، با وجود این همه معضلات هنوز برخی از گونه های مرغوب مانند گراسهای دائمی به همراه برخی از گونه های خوشخوراک از خانواده لگوم ها و چتریان مانند جاشیر و نعنایان به چشم می خورد. با توجه به کوهستانی و مرتفع بودن حوضه، فرآیندهای با منشا هوا زدگی و نقش عملکرد آب های جاری از مشخص ترین عوامل فرسایش محسوب می شود، تناوب یخ بستن و ذوب شدن برف در فضای بین شکستگی ها و سرد و گرم شدن تناوبی سنگ ها در شب و روز، رایج ترین فرآیند هوا زدگی فیزیکی در حوضه مورد مطالعه می باشد. در ایستگاه تبخیر سنجی طالقان متوسط روزهای یخبندان  $127$  روز می باشد و به مدت  $4$  تا  $5$  ماه از سال انباشت برف در ارتفاعات وجود دارد، و میزان بارندگی هم به طور متوسط  $608/8$  میلیمتر می باشد، لذا

عملکرد آب های حاصل از ریزش باران و ذوب برف به صورت یکنواخت بر روی دامنه جریان یافته و همراه با مواد فرسایشی حاصل از هوا زدگی به پایین دامنه ها منتقل می کند این شکل فرسایش تقریباً در تمامی سطح منطقه با شدت و ضعف دیده می شود. در اغلب قسمت های ارتفاعی حوضه فرسایش سطحی یا ورقه ای، فرسایش شیاری و خندقی مشاهده می شود. و فرسایش رودخانه ای در نقاط کوهستانی و نواحی پست دیده می شود، در قسمت های جنوبی حوضه بیشتر فرسایش شیاری و خندقی و در دامنه های شمالی لغزش و سولیفلوکسیون به چشم می خورد.

ارزیابی های انجام شده در حوضه حسنجون از نظر میزان فرسایش و تولید رسوب نشان می دهد که حوضه از نظر تولید رسوب وضعیتی با درجه زیاد و نسبتاً زیاد می باشد و متوسط رسوب ویژه تولید شده بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال طبق روش MPSIAC، حدود ۶۹۰/۰۵ می باشد، و میزان رسوب کل حوضه به روش EPM, MPSIAC، به ترتیب ۲۵۴۳۵/۳۲ و ۲۴۴۰۰۵/۸۳ تن در سال می باشد.

به طور کلی می توان نتیجه گرفت که مهمترین عوامل فرسایش حوضه حسنجون شامل شیب زیاد دامنه ها، همسو بودن شیب طبقات سنگ مادری با شیب دامنه ها، بارندگی شدید و مداوم و ذوب تدریجی برف که حرکات دامنه ای را در سازندهای حساس تشدید می کند و زیر شویی دامنه های مشرف به رودخانه در نهایت تخریب پوشش گیاهی و مرتعی در اثر بهره برداری غیر اصولی می باشد.

#### مواد و روش ها

داده ها و اطلاعات استفاده شده در این تحقیق شامل موارد زیر می باشد:

- ۱ - مطالعات کتابخانه ای؛
- ۲ - عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای؛
- ۳ - استفاده از نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ : ۱ شکران؛
- ۴ - استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیای (GLS)؛
- ۵ - عملیات میدانی.

ابتدا کتاب ها و پایان نامه های مختلف در مورد فرسایش و اشکال ژئومورفولوژی و نقش آن ها در تولید رسوب حوضه های مختلف را مورد مطالعه قرار داده (در پیشینه تحقیق ارائه شد)، سپس با تهیه تصاویر ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی محدوده مورد مطالعه تعیین شد و با استفاده از GLS نقشه های مانند زمین شناسی، منحنی های ارتفاعی، شبکه های آبراهه و شیب و جهات شیب، واحدها و تیپ های ژئومورفولوژی تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شد، در مرحله پایانی با عملیات میدانی نقشه ژئومورفولوژی حوضه تهیه شد و نقش لندفرم ها در فرسایش پذیری حوضه حسنجون و در برآورد میزان تولید رسوب و فرسایش با روش های EPM, MPSIAC، مورد بررسی و محاسبه قرار گرفت.

### نتیجه گیری

از دیدگاه شکل شناسی واحدهای کوهستان (۱)، تپه ماهور (۲)، و مخروطه افکنه و دشت دامنه ای (۳)، و اراضی کشاورزی در گستره حوضه آبخیز حسنجون و زیر حوضه های آن مشخص شد، شکل عمومی حوضه تقریباً به شکل بیضی کشیده می باشد، حدود ۸۶/۶ درصد این حوضه، در واحد کوهستان قرار دارد. و مناطق غرب، شمال و شرق حوضه توسط ارتفاعات و بخش های جنوب توسط واحد تپه ماهور در برگرفته شده است. واحد تپه ماهور ۱/۵ درصد این حوضه آبخیز را تشکیل می دهند و در مرز کوهستان و خروجی حوضه واقع شده است. بر اساس خصوصیات انتظام دامنه ها واحد کوهستان به دو تیپ عرصه های کوهستانی با دامنه منظم و دامنه نامنظم تفکیک شده است.

در واحد کوهستان با تیپ دامنه منظم رخساره پوشش فرسایش و نهشته های منفصل و خاکدار مناسب جهت پوشش گیاهی مرتعی قابل تشخیص بوده در واحد کوهستان با تیپ دامنه نامنظم رخساره پوشش فرسایشی و نهشته های منفصل درشت دانه و رخساره برونزدگی و مواد تخریبی قابل مشاهده هستند به طور کلی در واحد کوهستان واریزه ای درشت دانه و بلوکی در پای رخنمون های سنگی آذرین و آذر آواری دیده می شود و زمین لغزش و حرکات توده ای زمین، خزش و سولیفلوکسیون به طور عام اتفاق می افتد.

در رخساره واحد تپه ماهور با دو تیپ دامنه منظم و نامنظم قابل مشاهده هستند، در دامنه منظم پوشش فرسایشی منفصل و خاکدار نسبتاً مناسب و پوشش گیاهی مرتعی و اراضی دیم کشاورزی به چشم می خورد. دامنه منظم واحد تپه ماهور گاهی نامنظم با پوشش فرسایشی از نوع بدلند و شبکه زهکشی موازی درجه ۱ و ۲، بر روی مارن های میوسن در حوضه حسنجون دیده می شود.

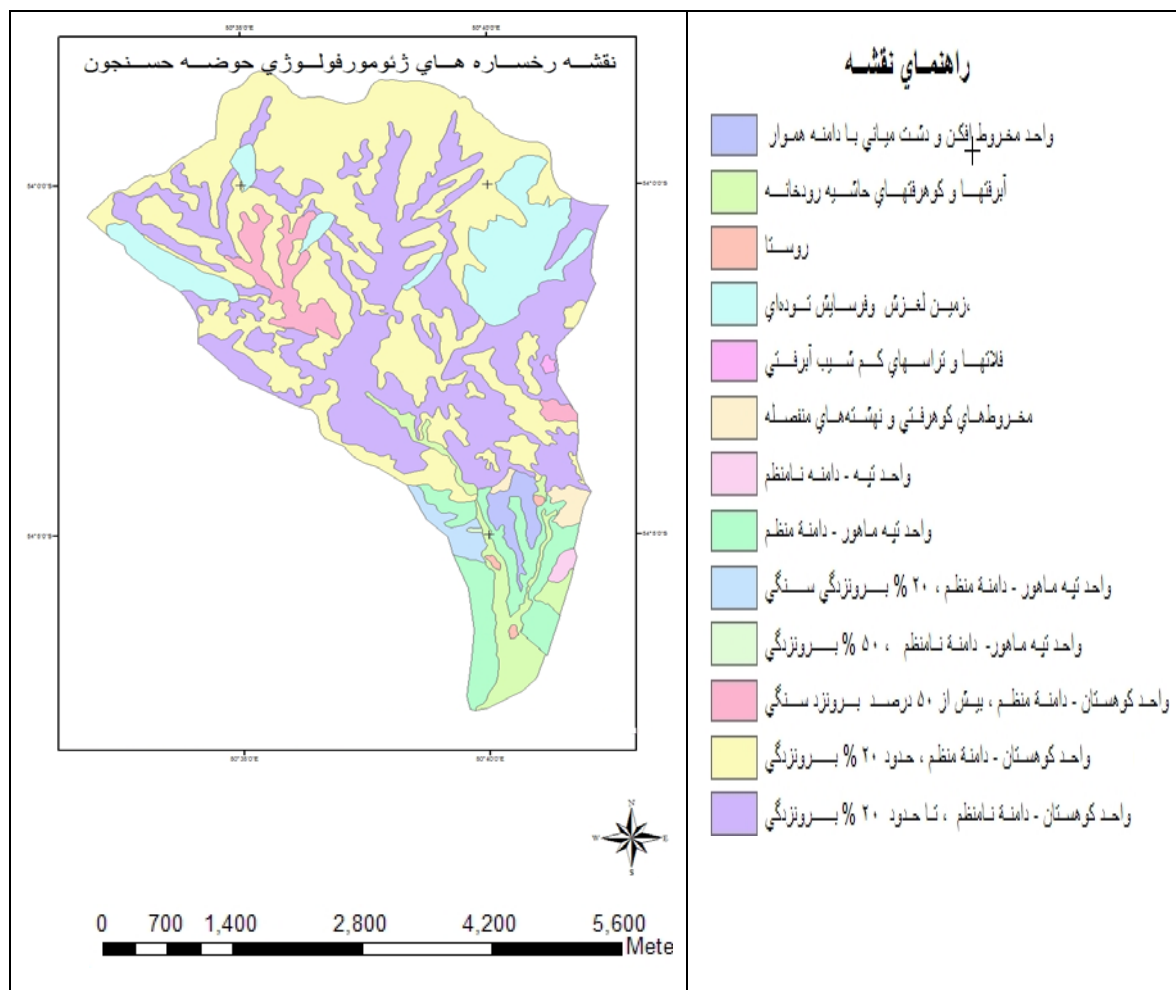
دامنه نامنظم واحد تپه ماهور با پوشش فرسایش و نهشته های منفصل و خاکدار درشت دانه با برونزدگی سنگی در اطراف شمال و جنوب شرقی حوضه پراکنده می باشد. واحد مخروط افکنه و دشت میانکوهی شامل مخروط های کوهرفتی و نهشته های منفصل زاویه دار در پای ارتفاعات دیده می شود، فلات ها و تراس های کم شیب آبرفتی بر روی مارن های میوسن در اطراف روستاهای هرنج و حسنجون که اراضی کشاورزی آبی و باغات در اطراف رودخانه اصلی حسنجون تشخیص داده شد.

جدول (۱)، کد نام، مساحت درصد واحدها و تیپ ها و رخساره های ژئومورفولوژی و اشکال (۵)، به ترتیب نقشه واحدهای ژئومورفولوژی و رخساره های ژئومورفولوژی حوضه را نشان می دهند. بیشترین سطح مربوط به نهشته های منفصل و برون زدگی سنگی منظم، در واحد کوهستان و کمترین آن مربوط به واحد تپه ماهور با دامنه نامنظم می باشد.

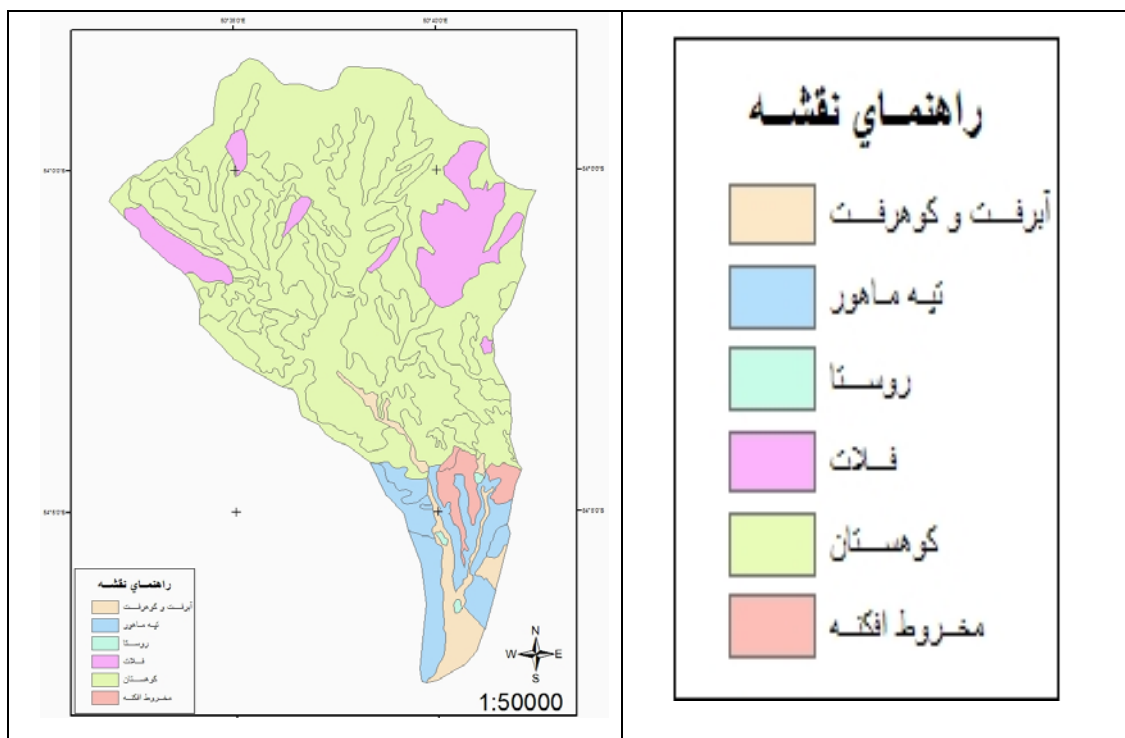
نتایج حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره ای و بازدیدهای صحرایی نشان داد از بین اشکال فرسایشی در حوضه فرسایش سطحی به نحو چشمگیری در منطقه وجود دارد، این شکل از فرسایش حاصل عملکرد فرسایش ورقه ای، بین شیاری و پاش مانی می باشد. این فرسایش در اثر عوامل مختلفی مانند ضربه قطرات باران، باعث متلاشی شدن خاک دانه و انهدام ساختمان خاک، یخبندان، تغییرات شدید در جه حرارت که موجب سست و ناپایدار شدن خاک شده و موجب حمل جریان های آبی شوند دلایل به وجود آمدن بیشتر،



فقر پوشش گیاهی کافی جهت جلوگیری از برخورد مستقیم قطرات باران و رگبارهای شدید در فصول خشک می باشد. در منطقه مورد مطالعه، به دلیل این که بخش اعظم آن به وسیله واحد کوهستان پوشیده شده است و در این واحد در بسیاری از نقاط شیب طولی از گستردگی بیشتری برخوردار می باشد، و همچنین از پوشش گیاهی کمتری برخوردار بوده و خاک دارای ضخامت کمتر و منفصل می باشد از قابلیت و گستردگی بیشتر فرسایش برخوردار است، و خاک حاصل از فرسایش در واحدهای کم ارتفاع و با شیب کمتر رسوب می نماید.



شکل ۴ : رخساره های ژئومورفولوژی حوضه حسنجون



شکل ۵: واحدهای ژئومورفولوژی حوضه حسنجون

جدول ۱ کد نام، مساحت و درصد واحدها، تپه ها و رخساره های ژئومورفولوژی حوضه حسنجون

کد، نام، مساحت و درصد واحدهای ژئومورفولوژی				کد، نام، مساحت و درصد تپه های ژئومورفولوژی				کد، نام، مساحت و درصد رخساره های ژئومورفولوژی			
کد	نام	مساحت (هکتار)	درصد	کد	نام	مساحت (هکتار)	درصد	کد	نام	مساحت (هکتار)	درصد
۱	کوهستان	۸۵۶۴	۸۷/۱۴	۱-۱-۱	واریزه های درشت دانه و بلوکی	۱۰۹۵	۰/۱۱	۱-۱-۱	دامنه منظم	۳۲	۴۸
				۲-۱-۱	حرکات توده ای زمین	۹۱۷/۲۱	۹/۳۳	۳-۱-۱	نهشته های منفصل و خاک دار مناسب برای پوشش گیاهی مرتعی و برونزوکسی سنگی	۳۷۸۹/۱۶	۳۸/۵
				۱-۲-۱	برونزدگی سنگی و نهشته های منفصل درشت دانه	۳۵۲/۶۰	۳۵/۸	۱-۲-۱	دامنه نامنظم	۶۹	۳۹/۱
				۲-۲-۱	نهشته های منفصل و برونزدگی سنگی	۳۲۴۰/۰۹	۳/۳	۱-۱-۲	پوشش فرسایشی منفصل جهت پوشش مرتعی	۱۰۸/۰۶	۱/۰۹
				۲-۱-۲	نهشته های منفصل و نسبتاً خاک دار برای اراضی دیم کشاورزی	۴۸۹/۰۱	۴/۹۷	۱-۲-۲	دامنه منظم گاهی نا منظم با فرسایش از نوع بدلند	۶۶/۲۱	۰/۶۷
				۲-۲-۲	نهشته های منفصل درشت دانه در شمال و جنوب شرقی حسنجون	۳/۷۶	۰/۰۳	۱-۱-۳	مخروطه های کوهرفتی و نهشته های منفصل زاویه دار تا کمی لرد شده	۸۰/۵۹	۰/۸۲
				۲-۱-۳	فلات ها و تراس های کم شیب آبرفتی	۱۴۷/۱	۰/۰۱	۲-۱-۳	هموار	۵۵۳/۴۵	۴/۱۳
۳	دشت میانکوهی	۵۵۳/۴۵	۴/۱۳	۳-۱-۳	اراضی کشاورزی آبی و باغات بر روی آبرفت ها و کوهرفتهای اطراف رودخانه حسنجون	۳۰۷/۴۸	۳/۱۲	۴-۱-۳	واحد روستا	۱۸/۲۸	۰/۱۸

تهیه و تنظیم: نگارنده گان

## منابع

- ۱- احمدی حسن (۱۳۷۴): ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول فرسایش آبی، دانشگاه تهران.
- ۲- جزایری، ب. م. (۱۳۶۸): بررسی پتانسیل رسوبدهی در مناطق مختلف حوضه آبخیز قسمت شرقی رودخانه قزل اوز، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- حق شناس، ابراهیم، (۱۳۷۴): ارزیابی روش های بسته بندی خطوط زمین لغزش در شیب های طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۴- رفاهی، حسینقلی، (۱۳۷۸): فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ دوم، دانشگاه تهران.
- ۵- رنجبر، محسن، (۱۳۸۰) بررسی ژئومورفولوژی حوضه آبریز ماسوله، دانشگاه علوم تحقیقات پایان نامه دکتری، به راهنمایی دکتر جمشید جداری عیوضی.
- ۶- رنجبر محسن، (۱۳۸۸): آبخیز داری انتشارات آبیژ.
- ۷- قوامی، شهاب الدین، (۱۳۶۹): بررسی رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش در سازند میوسن حوضه طالقان. دانشکده منابع طبیعی کرج پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۸- گرشاسبی، پرویز (۱۳۸۱): ژئومورفولوژی کواترنر در حوضه آبخیز طالقان دانشگاه آزاد، تهران مرکز. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۹- محمودی فرج اله، (۱۳۷۴): ژئومورفولوژی دینامیک، دانشگاه پیام نور.
- ۱۰- ملکی، محسن، (۱۳۸۲): فرسایش آبی با استفاده از روش های ژئومورفولوژی در حوضه آبخیز طالقان، دانشکده منابع طبیعی کرج، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- 11- Gest, Bernard. p (2006): Late Cenozoic Shortening in The West – Central Alborz Mountains. Department of Earth and Space Seines, University of California, Los Angeles, USA.
- 12- Gangalakunta P. Obi Reddy, Amal K. Maji & Kothiram S. Gajbhiye, (2004): Drainage Morphometry and its Influence on Landform Characteristics in a Basaltic Terrain, Central India – a Remote Sensing and GIS Approach, Drainage Morphometry and its Influence on Landform Characteristics in a Basaltic Terrain, Central India – a Remote Sensing and GIS Approach
- 13- Jennifer W. Harden, (1990): Soil Development on Stable Landforms and Implications for landscape Studies, Geomorphology Volume 3, Issues 3-4, September 1990, Pages 391-398 Proceedings of The 21st Annual Binghamton Symposium in Geomorphology
- 14- Mian Li, Wenyi Yao, Zhanbin Li, Puling Liu and Zhenzhou Shen, (2010): Effects of Landforms on The Erosion Rate in a Small Watershed by The <sup>137</sup>Cs Tracing Method Journal of Environmental Radioactivity Volume 101, Issue 5, May 2010, Pages 380-384.
- 15-Norikazu Matsuoka (2001): Solifluction Rates, Processes and Landforms: a Global Review Earth-Science Reviews Vol, 55, Issues 1-2, October (2001): Pages 107-134