بررسی نقش عوامل تکتونیک و لیتولوژی در ناپایداری دامنه‌ای، در ارتفاعات شمال دریاچه ارومیه با استفاده از GIS
(مطالعه موردی حوضه‌های شمال طرح آبخوانداری تسوج)

مالک رفیعی[1]، فریده اسدیان [2*]، جمشید یار احمدی[3]

[1] کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی، هیدرولوژی) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذر بایجان شرقی و مسئول ایستگاه پخش سیلاب آبخوانداری تسوج

[2] استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

[3] دکتری ژئومورفولوژی و هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذر بایجان شرقی

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی نقش عوامل تکتونیک و لیتولوژی که از پارامترهای عمده و تاثیرگذار در ناپایداری دامنه‌ای در منطقه مطالعاتی می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش مشخص گردید که درحدود ۹۰ درصد از مساحت پیکره ارتفاعات حوضه شمال آبخوانداری تسوج از سازندهای رسوبی تشکیل شده است. عملکرد شدید نیروهای تکتونیکی به ویژه در سازندهای مقاوم و غیر مقاوم با ایجاد تراکم گسلی بالا (۲/۲(km/ km^2) به همراه حاکمیت سیستم فرسایش پریگلاسیر، به ویژه در ارتفاعات۱۷۰۰متری به بالا باعث شده تا با تخریب فیزیکی سنگ‌ها و پسروی پرتگاه‌ها، جریان‌های واریزه‌ای مجزا و ممتد بسیار تیپیک در سطح وسیعی در منطقه شکل بگیرند. برای مطالعه جهت اهداف تحقیق از نرم‌افزارهایArc GIS و داده‌های سنجش از راه دور استفاده گردیده و نهایتاً نقشه‌های تکتونیک و لیتولوژی و حساسیت سازندهای زمین شناسی با نقشه حرکات توده ای موثر در ناپایداری دامنه‌ای، ترکیب یا تلفیق داده شد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که ناپایداری دامنه‌ای غالب در منطقه عمدتاً از نوع واریزه های دامنه‌ای (Debris slide) و واریزه‌های دره‌ای (Debris flow) هستند و دینامیک آنها نیز عمدتا منشاء طبیعی داشته، که در میان عوامل موثر می‌توان به نقش تکتونیک و لیتولوژی، نوع زمین ساخت به همراه عامل حساسیت سازندها از جمله مهم‌ترین پارامترهای تاثیر گذار آنها پرداخت. نتایج تحلیل‌های کمی نشان داد که اکثر ناپایداری دامنه ای(حرکات توده‌ای) دراثر عملکرد گسل‌های منطقه و در سازندهای حساس به فرسایش رخ داده است.

کلید واژه‌ها: تکتونیک، آبخوانداری تسوج، Arc GIS، حساسیت سازنده ها، حرکات توده ای

[*] نویسنده مسئول: E-mail: farideh_asadian@yahoo.com

مقدمه

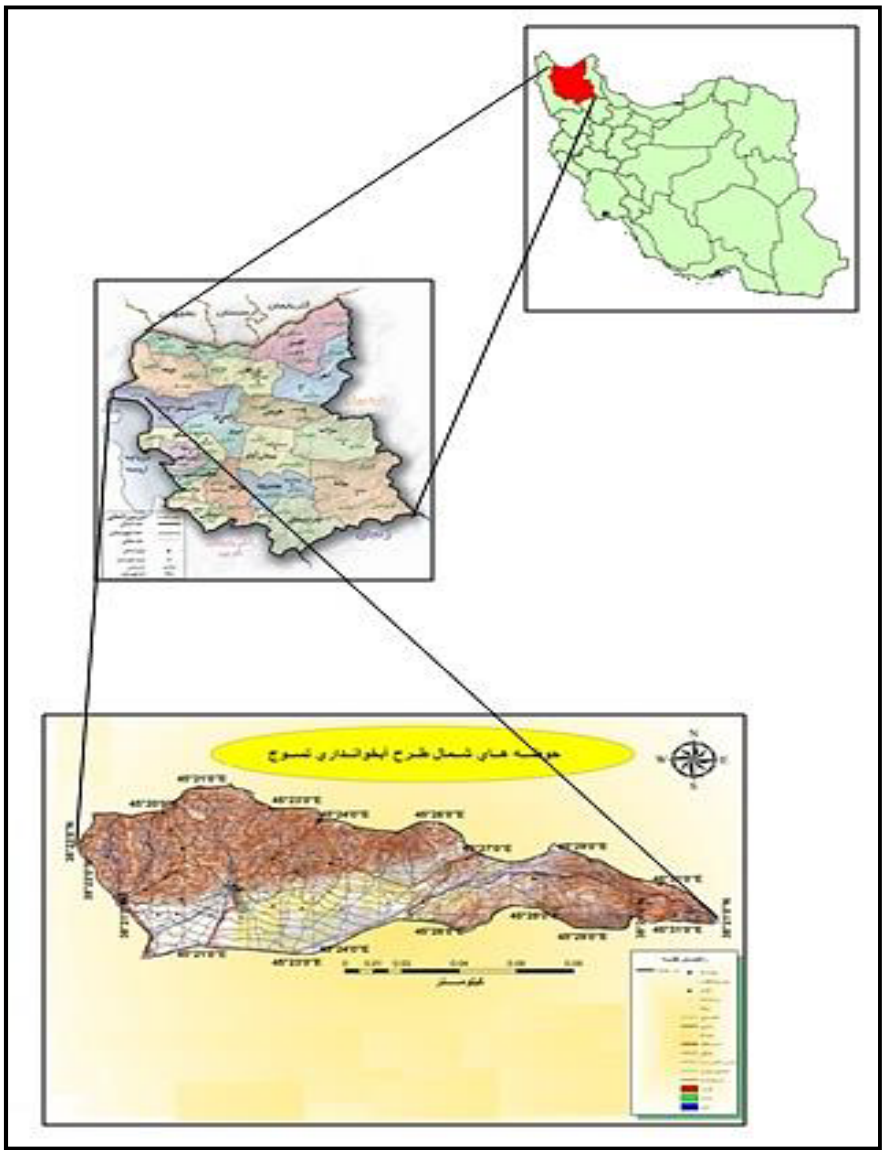
تکتونیک فعال یا تکتونیک ژئومورفولوژی فعال به مطالعه فرایندهای پویا و دینامیک موثر در شکل دهی زمین و چشم اندازهای موجود در آن می‌پردازد. در سال‌های اخیر تکتونیک ژئومورفولوژی به طور چشم‌گیری، یکی از ابزارهای عمده و اساسی و موثر در تشخیص شکل‌های تکتونیکی فعال و تهیه نقشه‌های خطر لرزه ای و همچنین درک و فهم تاریخچه چشم اندازهای کنونی سطح زمین بوده است (کلر[1] و دیگران ،۱،۲۰۰۲). امروزه ثابت شده است که تکتونیک ژئومورفولوژی کاربرد موثری در دانش ژئومورفولوژی دارد، و از طرف دیگر منجر به ایجاد و تشکیل چشم‌اندازها و لندفرم‌های زمین می‌شود. علاوه برآن پیشرفت‌های جدید در نمایش چشم اندازهای فضایی لند فرم‌ها که خود ناشی از گسترش ماهواره‌ها و تصاویر ماهواره‌ای دقیق و همچنین گسترش علم ژئودزی حاصل شده است، این امر روز به روز فراگیرتر می‌گردد. تکتونیک در علم زمین‌شناسی، عوامل به وجود آورنده ساختمان ها (مانند چین‌ها، گسل‌ها و.....) ونیز رابطه شکل هندسی ساختمان به وجود آمده ونیروهای موثر را باز گو می‌کند (پور کرمانی ودیگران، ۱۳۸۱،۲). ارزیابی ساختمان‌ها ولندفرم‌های زمین در طول تاریخ و پیدایش آن‌ها موضوع دانش تکتونیک ژئومورفولوژی می‌باشد (استانلی[2] و دیگران۲۰۰۰،-۲-۳). در مقیاس جهانی به وجود آمدن قاره‌ها و اقیانوس، ساختمان سلسه جبال و در مقیاس ناحیه‌ای، ساختمان چین‌ها،گسل‌ها، شیب‌ها وپرتگاه‌ها از موضوعات مطالعه شده تکتونیک ژئومورفولوژی می‌باشد (داگلاس و دیگران،۲۰۰۰-۹-۱).

برخی از شاخص‌های ژئومورفیک، به عنوان ابزارهای اساسی برای تشخیص تغیرشکل‌های سریع تکتونیکی، تجربه و آزمون شده و به طور وسیع مورد استفاده قرارگرفته‌اند. آن گاه نتایج حاصل در طرح‌های تحقیقاتی جهت کسب اطلاعاتی جامع وکامل درباره تکتونیک فعال مورد استفاده قرار گرفته اند. شاخص‌های ژئومورفیک به طور خاص برای مطالعات تکتونیک فعال استفاده می‌شوند (داگلاس[3] ودیگران، ۲۰۰۰-۱۵-۱۳). این موضوع به دلیل نقش این شاخص‌ها در ارزیابی سریع مناطق وسیع از نظر میزان تاثر فعالیت‌های تکتونیکی می‌باشد. و از طرفی اطلاعات لازم جهت این امر به آسانی از نقشه های توپوگرافی وعکس‌های هوایی قابل دسترس می‌باشد.

ویژگی‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیائ ً۲۰' ۱۸,°٤٥ تا '۱۵,°٤٥ شرقی و عرض‌های جغرافیائی '۲۰,°۳۸ تا ً۳۰'۲٤,°۳۸ شمالی در ۱۱۰ کیلومتری مرکز استان آذربایجان شرقی و در شمال دریاچه ارومیه قرار گرفته است. این منطقه شامل ده زیر حوضه بوده که مشرف به شهر تسوج و روستاهای انگشتجان و امستجان می باشد عرصهٔ مطالعاتی از شمال به خطالراس ارتفاعات میشوداغ، از شرق به کوه علمدار، از غرب به روستای امستجان و چهرگان و از جنوب به دشت حاشیه دریاچه ارومیه محدود می‌گردد. (شکل ۱)

[1] Keller
[2] Stanley
[3] Daglass



شکل ١: نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه‌های آبخیز منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه دارای مساحت ٨٨/٤٦ کیلومتر مربع حداکثر ارتفاع منطقه ٣١٣٥ متر در قله کوه علمدار و حداقل آن ١٣٨٠ متر از سطح دریا در خروجی حوضه می‌باشد. مطابق تقسیمات کشوری، این منطقه‌در شمال غرب آذربایجان شرقی واقع شده و با میزان بارندگی متوسط سالانه ٢٥٩/٥٣ میلی متر و طبق طبقه بندی اقلیمی دومارتن و روش دکتر کریمی و تفسیر دیاگرام آمبروترمیک، در محدوده اقلیم مناطق نیمه خشک سرد قرارگرفته است.

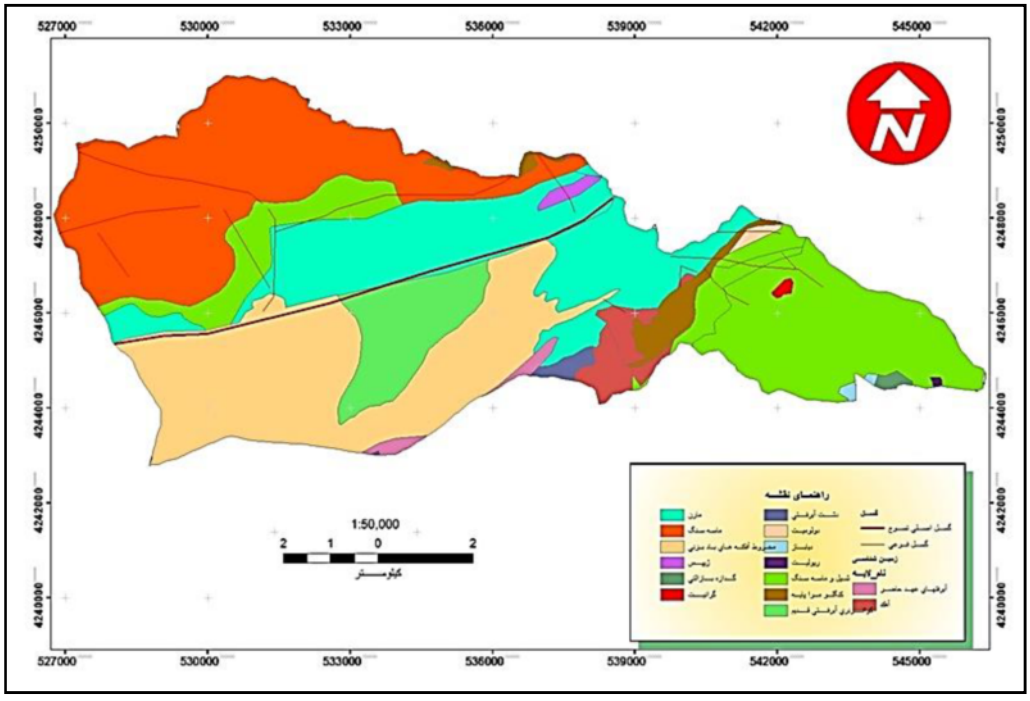
مواد و روش‌ها

ابتدا جهت انجام تحقیق حاضر نقشه‌های پایه‌ای از قبیل توپوگرافی به مقیاس ١:٢٥٠٠٠و نقشه زمین‌شناسی ١:١٠٠٠٠٠، عکس‌های هوایی١:٢٠٠٠٠ برای منطقه مورد مطالعه تهیه شدند. در مرحله بعدی به منظور استفاده آنها در محیط GIS به فرمت رقومی در آمده و یک سری نقشه‌های مورد نیاز از قبیل نقشه تکتونیک، نقشه زمین شناسی،

نقشه گسل‌ها و نقشه لیتولوژی و نقشه حساسیت سازندها تهیه شدند و برای تهیه نقشه حرکات توده‌ای از سنجده ماهواره‌ای(GPS مدل Garmin 550) استفاده شد و مورفومتری و تعیین موقعیت حرکات توده‌ای انجام گردید و نهایتاً نقشه حرکات توده‌ای منطقه مورد مطالعه بصورت رقومی جهت ترکیب با سایر لایه‌های اطلاعاتی تهیه گردید. بعد از اینکه نقشه‌های مورد نیاز برای این پژوهش تهیه شد در نهایت نقشه حرکات توده‌ای با نقشه تکتونیک و نقشه حساسیت سازندها تلفیق گردید و در پایان نقش عوامل تکتونیک و لیتوژی و حساسیت سازندهای زمین شناسی در ناپایداری دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه بررسی گردید و مناطق مستعد به حرکات توده‌ای (لغزش‌ها – جریانات واریزه‌ای و ریزش‌ها و...) تعیین موقعیت شده و عملیات مورفومتری مربوطه انجام گردید. به طور کلی شیوه مطالعه تحقیق حاضر، به صورت اسنادی، مشاهده‌ای و کارمیدانی و تجربی و با بهره‌مندی از سیستم اطلاعات جغرافیای(GIS) بوده است.

ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

واحدهای زمین‌شناسی حوضه‌های منطقه مورد مطالعه عباتنداز: ماسه سنگ قرمز در شمال و شمال شرقی، شیل و ماسه سنگ در غرب و قسمتی نیز به صورت نوار باریک در شرق و شمال شرقی حوضه، مارن لیموئی در شمال و در قسمت میانی حوضه، واحدهای آهک در جنوب، ژیپس در شمال و سنگ‌های سخت و مقاوم (گرانیت، گدازه بازالتی، ریولیت، دیاباز، دولومیت) در قسمت غربی حوضه، که تسوج چای را شامل می‌شود گسترش دارند. آبرفت‌های قدیم و مخروط افکنه‌های باد بزنی در قسمت جنوبی و جنوب شرقی و آبرفت‌های عهد حاضر به صورت رگه باریکی از شمال غربی به جنوب شرقی گسترش دارد. (حبیب زاده، ۱۳۸۲) ، (شکل ۲)



شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی حوضه‌های شمال طرح آبخوانداری تسوج

عمده عوامل موثر در ژئومورفولوژی منطقه عبارتند از:

١- تاثیر فازهای مختلف کوهزائی در دوران‌های زمین‌شناسی به خصوص فازساوین

٢- تاثیر گسله‌های مهم و شکستگی‌های عمده نظیر گسل تسوج، گسل شرفخانه و گسل‌های متعدد بزرگ و کوچک دیگر.

٣- تاثیر رودخانه‌های تسوج، انگشتجان، امستجان به خصوص در مواقع سیلابی و در قسمت‌های‌حساس به فرسایش

٤- ریزش‌ها و لغزش‌های مختلف در نواحی حاشیه‌ای رودخانه‌ها

٥- وجود نفوذی‌های آذرینی در نواحی شرقی منطقه

٦- وجود سازندهای حساس در مقابل فرسایش مانند سازند قم

٧- فرآیندها و نوسانات عناصر اقلیمی درگذشته و حال. (مرکز تحقیقات منابع طبیعی واموردام آذربایجان شرقی، ١٣٧٦)

تکتونیک و لرزه‌خیزی منطقه

محدوده مطالعاتی تسوج بخشی از زون زمین ساختی ایران یا زون خوی – مهاباد (نبوی، ١٣٥٥) می‌باشد. نهشته‌های موجود شامل برونزدهایی از سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین، رسوبات پلاتفرمی پرکامبرین پایانی کامبرین، نهشته‌های برجا مانده از پسروی دریای پرمین و نهشته‌های ژوراسیک- کرتاسه می‌باشد. برروی سری‌های چین خورده و تغییر شکل یافته فوق، نهشته‌های نئوژن حاصل از حوضه های پایانی و خشکی قرار می‌گیرند. سازند کهر دگرگونی خفیفی را در حد اسلیت، بر اثر فشار حاصل از وزن رسوبات رویی، تحمل نموده است. نبود نهشته‌های سیلورین، دونین و کربونیفر را می‌توان مدیون فاز کالدونین و احتمالاً هرسی نین دانست در زمان پرمین که تقریباً در سراسر ایران زمین دریا پیشروی نموده، این منطقه نیز مستثناء نبوده است.

شواهدی از روند و پیآمد فاز هرسی نین در دست نیست، مگر دو برونزد کوچک از توده گرانیتی که باتوجه به شواهد موجود در کوه میشو (واقع در ١٠کیلومتری مرز شرقی منطقه)، جایگزینی آن را به پس از دونین و پیش از پرمین و به همان فاز نسبت می‌دهند. رسوبات دریای پرمین بطور ناهمساز بر روی نهشته‌های کهن تر قرار می‌گیرد و دریای مذکور با وقفه‌ای کوتاه مدت درآغاز مزوزوئیک، همچنان تا اواسط تریاس ادامه یافته و رسوبات کربناتی به جای گذارده است. از چگونگی حرکات اوایل کرتاسه (کمیرین پسین) به علت محدود بودن رسوبات کرتاسه و نیز گسله بودن همبری آنها، اطلاع چندانی در دسترس نیست. نبود رسوبات ائوسن - الیگوسن اظهار نظر درباره رویدادهای این عهد را دشوار می‌سازد، هرچند این نبود می تواند پی آمد فاز لارامین باشد. در اوایل میوسن در اثر پیشروی دریا نهشته‌های تخریبی و گاه کربناتی به جای می‌گذارد. این نهشته‌ها در بخش شمالی منطقه گستردگی زیادی دارد و بصورت دگر شیب بر روی سنگهای کهن تر قرار گرفته که مبین فاز تکتونیکی الیگوسن پیشین است. نهشته‌های میوسن در اثر فاز اواخر آلپین چین می‌خورند و تاقدیس و ناودیس‌های نسبتاً بازی را پدیدار می‌سازد که راستای محور آنها عموماً خاور، شمال خاوری- باختر، جنوب باختری است. گسل‌های بیشماری در منطقه وجود

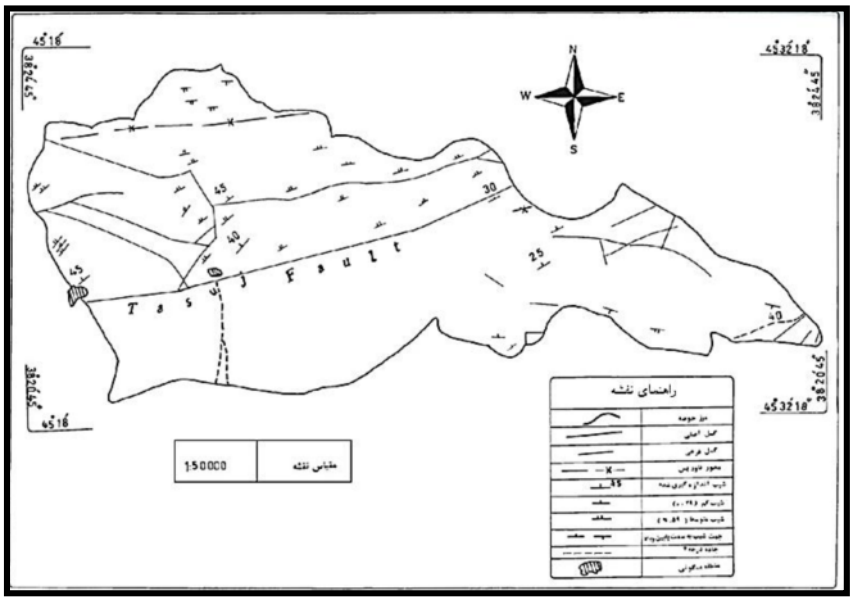
دارند که حتی آبرفت‌های دوران چهارم را گسسته و فعال می‌سازند. برخی از این گسل‌ها خیلی ژرف بوده و تا پی سنگ کشیده می‌شوند. از مهم ترین این گسل‌ها می‌توان گسل تسوج، قزلجه، و انگشتجان را نام برد .گسل تسوج که گسلی سراسری، ژرف و فعال می‌باشد که با روندی خمدار از پنج کیلومتری شمال تسوج و دریاچه ارومیه می‌گذرد. بخش خاوری گسل مذکور در این منطقه روند شمال خاوری – جنوب باختری دارد و شیب آن به سوی شمال باختری است. ساز و کار این گسل فشاری و به گونه ی برگشتی است. (سازمان زمین‌شناسی کشور)

در راستای گسل تسوج نهشته‌های میوسن که در سمت شمال آن جای دارند بر روی نهشته‌های کواترنر موجود در جنوب آن رانده شده‌اند و اختلاف ایجاد شده توسط این گسل در ایجاد مخروط افکنه‌های دشت تسوج موثر بوده است. سنجش مغناطیس هوایی با نقشه زمین‌شناسی، ژرف بودن گسل تسوج را تایید می‌نماید. گسل تسوج، فعال و لرزه خیز می‌باشد، بدینسان که حدوداً در دو سده اخیر هفت بار زلزله وابسته به آن را تشخیص داده و ثبت نموده اند. از گسل‌های مهم دیگری که عموماً روند شمالی – جنوبی دارند، می‌توان به گسل‌های قزلجه و انگشتجان را نام برد .گسل قزلجه واحد M^{sst} را برش می‌دهد و به نظر می‌رسد که نقش قابل توجهی در تغذیه آبخوان دشت تسوج ایفا می‌کند. به طور کلی، اغلب گسل‌ها روند شمال باختری– جنوب باختری دارند و تعداد از گسل‌های از جمله قزلجه و انگشتجان باروند شمالی جنوبی گسل‌های فوق را قطع کرده و در تغذیه آبخوان موثر می باشد. با نگرشی به ادامه فعالیت‌های تکتونیکی، آتش‌فشانی، چشمه‌های آهک ساز و گرمایی (رسوبات تراورتن) و بالاخره لرزه‌خیزی منطقه، هم اکنون دریاچه تکتونیکی و خیلی جوان ارومیه نیز، در حد فاصل دو گسل تبریز در شمال و گسل زرینه رود در جنوب در همین ایام شکل می‌گیرد، مبین فعالیت تکتونیکی خیلی جوان منطقه می‌باشد. (سازمان زمین‌شناسی کشور)

جدول ۱ : مشخصات و تاریخچه لرزه خیزی گسل تسوج

نام	موقعیت جغرافیایی	درازا (کیلومتر)	امتداد	شیب	تاریخچهٔ لرزه‌خیزی	
گسل فشاری تسوج	۵کیلومتری شمال تسوج	۶۱	SW-NE	NW	۱۸۰۷/۶/۱۱	(VIII-۱۰)
					۱۸۵۷/۶/۹	(VIII-۱۰)
					۱۹۶۳/۱۲/۳	(5.4-mb)
					۱۹۸۱/۵/۲۴	(6.4-mb)
					۱۹۸۴/۶/۲۹	(6.4-mb)
					۱۹۸۶/۷/۱۰	(7.4-mb)
					۱۹۸۶/۷/۱۷	(5.4-mb)

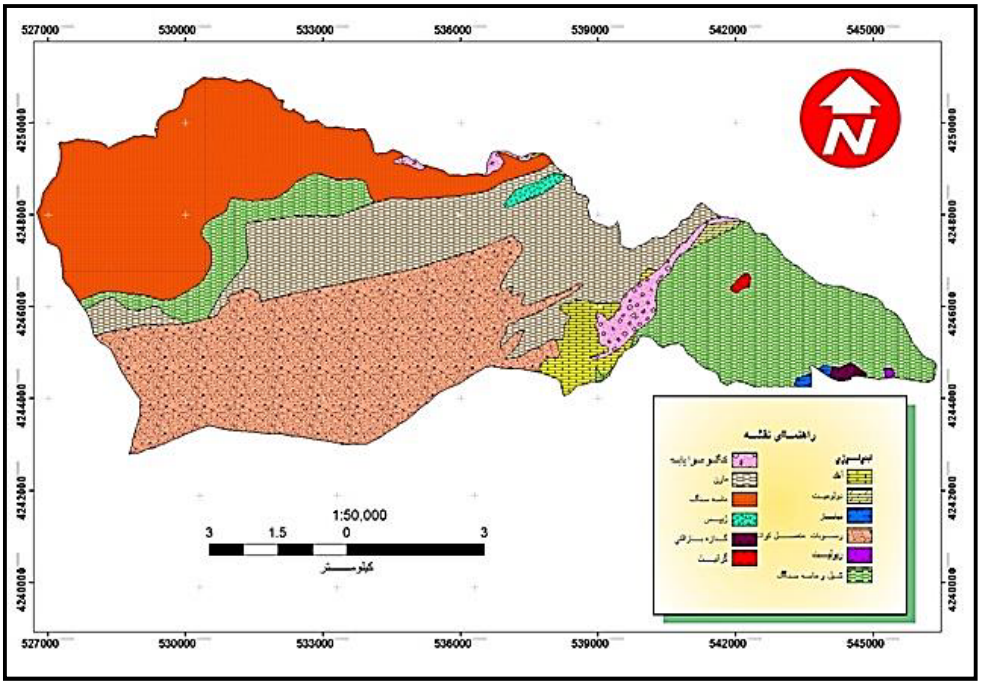
منبع: گزارش ملی زلزله



شکل ٣: نقشه زمین تکتونیک حوضه‌های شمال آبخوانداری تسوج

بررسی لیتولوژی حوضه مطالعاتی:

برای بررسی تاثیر لیتولوژی در وقوع حرکات توده‌ای و ناپایداری دامنه‌ها در حوضه تحت بررسی از طریق داده‌های نقشه زمین شناسی۱:۱۰۰۰۰۰ پهنه‌های لیتولوژیک در محیط نرم افزاری (Arc GIS) طبق جدول (٢) تفکیک و مساحی و پس از رقومی شدن داده‌ها در شکل شماره‌ی (٤) نقشه لیتولوژی حوضه نشان داده شده است.



شکل٤: نقشه لیتولوژی حوضه های شمال طرح آبخوانداری تسوج

با توجه به بررسی جدول (۲) بیشترین پهنه لیتولوژی در منطقه مطالعاتی رسوبات کواترنری با مساحت (۲۵۷٤/۵۲ هکتار) و حدود (۲۹/۷٦) درصد و بعد از آن واحدهای دیگر لیتولوژی به ترتیب در ارتفاعات حوضه‌ها که منبع تغذیه رسوبات ریز دانه و درشت دانه حوضه می‌باشد. ماسه سنگ قرمز با مساحت (۲۱۲۵/۷۱ هکتار) و حدود (۲٤/۵۷) درصد و شیل و ماسه سنگ بامساحت (۱۷٤۳/۷۳ هکتار) و حدود (۲۰/۱۵) درصد و مارن با مساحت (۱۷۱۳/۷۰هکتار) و حدود (۱۹/۸۱) درصد از مساحت کل حوضه را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۲: مساحت لیتولوژی لایه‌ها درحوضه های شمال آبخوانداری تسوج

ردیف	نام لایه	مساحت به (ha)	درصد مساحت به کل حوضه
۱	آهک	۲۰۳/۳۳	۲/۳۵
۲	دولومیت	۲۳/٤۱	۰/۲۷
۲	دیاباز	۱٤/۷۳	۰/۱۷
۳	ریولیت	٤/۰۳	۰/۰۵
٤	شیل وماسه سنگ	۱۷٤۳/۷۳	۲۰/۱۵
٦	کنگلومرا	۱۸۱/۹۸	۲/۱۰
۷	مارن	۱۷۱۳/۷۰	۱۹/۸۱
۸	ماسه سنگ	۲۱۲۵/۷۱	۲٤/۵۷
۹	ژیپس	۳۵/۹٦	۰/٤۲
۱۰	رسوبات منفصل کواترنری	۲۵۷٤/۵۲	۲۹/۷٦
۱۱	گدازه بازالتی	۱۹/۷۵	۰/۲۳
۱۲	گرانیت	۱۰/۸۸	۰/۱۳
جمع		۸٦٤٦/٦۷	۱۰۰

بررسی حساسیت سازندها (فرسایش‌پذیری) حوضه:

حساسیت سازندها به فرسایش، نقش مهمی در تولید رسوب حوضه‌های آبخیز دارد و در بسیاری موارد تولید بخش اعظم رسوب از بخش کوچکی از حوضه که دارای سازندهای حساس‌تری به فرسایش است صورت می‌گیرد. (سادات فیض نیا، ۱۳۸۲) برای مطالعه حساسیت سازندها به فرسایش، در مرحله اول: سازندها بر اساس خصوصیات اقلیمی منطقه با روش فیض نیا (۱۳۷٤) امتیاز دهی شدند این امتیاز دهی در جدول (۳) آورده شده است.در مرحله دوم : سنگ‌ها بر اساس امتیاز اتشان به چهار طبقه بسیار حساس- حساس- باحساسیت متوسط و مقاوم به فرسایش طبقه‌بندی گردیدند و رسوبات کواترنری نیز با توجه به امتیازاتشان در سه طبقه بسیار حساس به فرسایش- حساسیت متوسط به فرسایش و مقاوم فرسایش طبقه‌بندی شدند. در جدول (٤) رده بندی سازندها از نظر حساسیت به فرسایش نشان داده شده است.

در مرحله سوم: براساس جدول (٤) سازندهای که در هرکلاس قرار داشتند مشخص شده و وارد سیستم Arc GIS گردید و در این محیط مرز واحدها رقومی و مساحت آنها استخراج گردید و مساحت هر کلاس در جدول (٤)

و موقعیت آنها در شکل شماره (٤) نقشه حساسیت سازندهای شمال حوضه‌های آبخوانداری تسوج آورده شده است.

جدول ٣ : سازندهای حوضه وضریب حساسیت آنها

من		علامت	خصوصیات سنگ شناسی	ضریب حساسیت به فرسایش	مساحت به(ha)	در صد مساحت به کل حوضه
سنوزوئیک	کواترنر	Qal	آبرفتهای عهد حاضر	٥/٤	٥٥/٨٦	٠/٦٥
		Qf	مخروط افکنه های بادبزنی شکل تفکیک نشده	٦	١٩٥٠/٢٤	٢٢/٥٥
		Q3	دشت های آبرفتی	٤/٥	٤٥/١٨	٠/٥٢
		Qt2	پادگانه های آبرفتی قدیمی ،دشتهای آبرفتی شکافته شده	٦	٥٢٢/٧٤	٦/٠٥
		b	گدازه بازالتی	١١	١٩/٧٥	٠/٢٣
	میوسن	Msst	شیل وماسه سنگ‌مارن درون لایه های از آهک وکنگلومرا	٥	٢١٢٥/٧١	٢٤/٥٨
		Mcl	کنگلومرا،آهک‌آهک رسی	٧	١٨١/٩٧	٢/١٠
		Mg	ژیپس	٤	٣٥/٩٦	٠/٤٢
		Msh1	شیل بادرون لایه های ماسه سنگ رنگارنگ	٦	٤٢٧/٩٩	٤/٩٥
		Mll	آهک خاکستری روشن تاسفید	٧	٨١/١٦	٠/٩٤

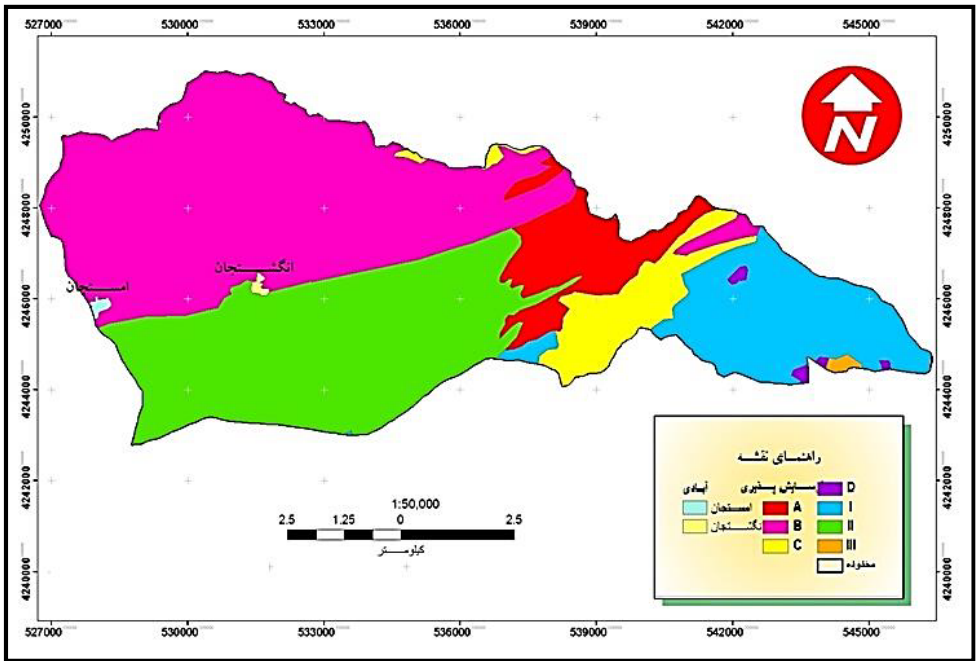
ادامه جدول ۳ : سازندهای حوضه وضریب حساسیت آنها

سن		علامت	خصوصیات سنگ شناسی	ضریب حساسیت به فرسایش	مساحت به(ha)	درصد مساحت به کل حوضه
سنوزوئیک	میوسن	Msm	ماسنگ،مارن گچدار خاکستری درون لایه های از آهک کنگلومرا	۸	۱۰۸۲/۵۱	۱۲/۵۲
		Mms	مارن سیلتی خاکستری بادرون لایه های از ماسه سنگ،کنگلومرا وژیپس	٤	۶۳۱/۱۷	۷/۳۰
	پرمین	pr	آهک ، آهکهای دولومیتی ودولومیت (سازند روته)	۷/۵	۱۲۲/۱۴	۱/۴۱
پالئوزوئیک	کربنیفر پرمین	cm	دولومیت قهوه ای رنگ (سازندمیلاه)	۸	۲۳/۴۱	۰/۲۷
		cml	شیل وماسه سنگ،مارن (سازندزاگون ولالون)	۷	۶۳/۳۷	۰/۷۳
		cbt	آهک شیل وماسه سنگ بادرون لایه از دولومیت (سازند باروت)	٦	۱۳۲/۶۴	۱/۵۳
پرکامبرین	پروتروزوئیک	pc-r	ریولیت کریستالیت	۱۳	۰/۰۵	۰/۰۰۰۶
		prk	شیل وماسه سنگ (سازندکهر)	٦	۱۱۱۹/۷۱	۱۲/۹۵
		pcd	دیاباز دیاباز سپلیتی	۱۲	۱۴/۷۲	۰/۱۷
قبل از پرمین وپس ازکهر		g2m	گرانیت میشو (قبل از پرمین)	۱۵	۱۰/۸۸	۰/۱۳
جمع					۸۶٤٦/۷۷	۱۰۰/۰۰

باتوجه جدول (٤) منطقه ازنظر حساسیت به فرسایش عمدتاً در محدوده حساس قرار دارد ٦٣/٣٩ درصد منطقه در این کلاس قرار دارد از این مقدار ١٣/٤٦ درصد آن شامل نهشته‌های کواترنر (نسبتاً حساس) و ٤٩/٩٣ درصد آن شامل واحدهای قبل از کواترنر (بسیار حساس و حساس) می‌باشد به نظر می‌رسد که این مطلب خود بیانگر این است که منطقه مورد مطالعه از پتانسیل رسوب دهی بالای برخوردار می باشداین وضعیت بعد از هر سیلاب اتفاق می‌افتد که رسوبات دانه درشت و ریز به پشت ابنیه‌ها و سازه‌های هیدرولیکی می‌آورد و عمر مفید آنها را کاهش می‌دهد.

جدول ٤: رده بندی سازندهای حساسیت به فرسایش در حوضه‌های شمال آبخواندارای تسوج

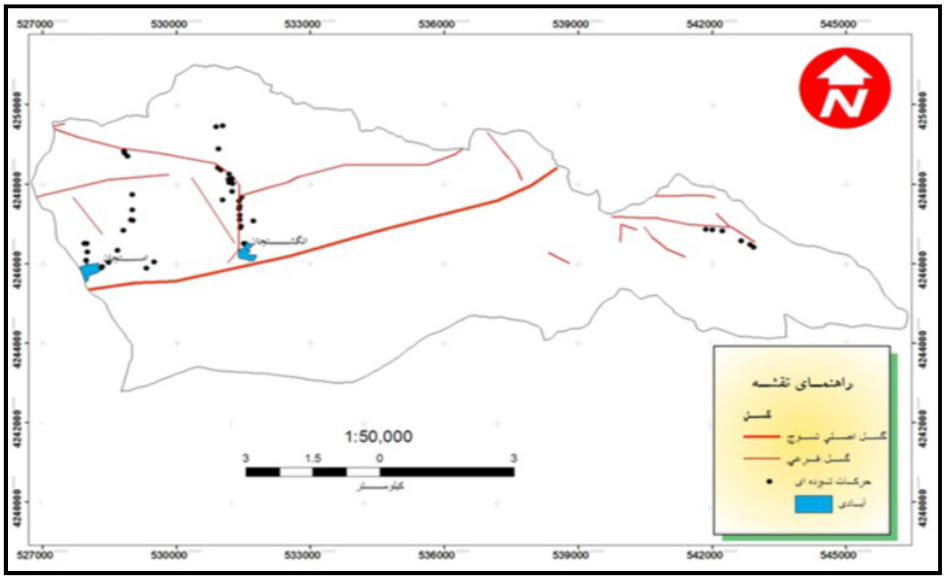
بخش	سن	رده	شرح رده	ضریب حساسیت	واحد های در بر گیرنده	مساحت به(ha)	درصد مساحت به کل حوضه
١	ماقبل کواترنر	A	بسیار حساس به فرسایش	٣-٤	Mms-mg	٦٦٧/١٥	٧/٧١
		B	حساس به فرسایش	٥-٦/٥	Msst-msh1-msm	٣٦٩٩/٦٠	٤٢/٧٦
		C	حساسیت متوسط به فرسایش	٧-١١	Ml1-pr-mc1-cbt-cm	٥٤١/٣٦	٦/٢٦
		D	مقاوم به فرسایش	١٢-١٥	gm2-pcd-pcr	٢٩/٦٤	٠/٣٤
٢	کواترنر	I	نسبتاً حساس به فرسایش	٤/٥	prk-Q3	١١٦٤/٩٠	١٣/٤٦
		II	حساسیت متوسط به فرسایش	٦	Qf-Qt2-Qal	٢٥٢٩/٣٣	٢٩/٢٣
		III	مقاوم به فرسایش	١١	b	١٩/٧٥	٠/٢٣
جمع						٨٦٤٦/٦٧	١٠٠



شکل ۵ : نقشه فرسایش پذیری سازندهای زمین شناسی حوضه های شمال آبخوانداری تسوج

نقش ویژگی‌های سنگ شناختی و زمین ساخت:

در حدود ۹۰٪از پیکره ارتفاعات منطقه مورد تحقیق از انواع سنگهای رسوبی (انواع سنگ آهک، دولومیت، مارن، ماسه سنگ قرمز .....) می‌باشد عملکرد زمین ساخت به ویژه در سازندهای مقاوم و شکننده (سنگ آهک و دولومیت و سنگ‌های آذرین مقاوم) موجب پیدایش گسل‌های زیادی (با تراکم بسیار بالا) شده است متوسط تراکم گسل‌ها در تمام سازندهای زمین‌شناسی منطقه اعم از مقاوم، نیمه مقاوم و نامقاوم (۲/۲km.km2)در کل محدوده کوهستان می‌باشد. در مجموع گسل‌های زیاد (گسل بندر شرفخانه، گسل تسوج و...) به همراه ریزگسل‌ها و .. پیکره ارتفاعات منطقه را به صورت خرده شده در آورده است. شکل (۵) نقشه پراکنش گسل‌ها را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد.



شکل ٦ : نقشه پراکنش گسل‌های حوضه های شمال آبخوانداری تسوج

در پای اسکارپ های تند آبراهه ای و گسلی (دره جاشیر، دره های امستجان و انگشتجان و.....) در سازندهای ماسه سنگ قرمز، آهکی و دولومیتی، مارنی و شیلی، مخروط‌های واریزه ای بسیار تیپک کاملاً فعال با بخش معبر و طول و عرض و ارتفاع مشخص بسیار نزدیک به هم و گاهی به صورت ممتد و واریزه آبراهه‌ای در دره‌های مذکور بخش وسیعی از سطوح دامنه‌ی و خروجی دره‌های فرعی را پوشانده‌اند.

شناخت انواع حرکات توده‌ای موجود در منطقه

با توجه به بازدیدهای متعدد صحرایی و تفسیر استریوئی عکس‌های هوایی منطقه‌ی مطالعاتی، انواع‌حرکات توده‌ای که در ناپایداری دامنه‌های منطقه دخیل‌اند شناسایی شده، که عبارتند از:

١- زمین لغزش ها ٢- جریانات واریزه ای ٣- سنگ افت یا افتان های سنگی ٤- ریزش‌ها

لغزش‌ها[1] در حوضه‌های شمالی آبخوانداری تسوج از جمله پدیده‌های بسیار پیچیده، گسترده در عین حال زیانبار بشمار می‌آیند که در اثر وقوع آنها مواد دامنه‌ای از سطوح دامنه‌ها جابجا شده و زخم‌های نسبتا عمیقی در سطح دامنه‌ها بر جا می‌ماند. وقوع چنین پدیده‌هایی در حوضه‌های انگشتجان و امستجان و دره جاشیر و تسوج چای موجب ناپایداری دامنه‌ها در وحله اول می‌شود که بار رسوبی حوضه‌های مذکور افزایش یافته و خسارات زیادی به سازه‌ها و ابنیه‌های فنی ایستگاه تحقیقاتی و آبخوانداری تسوج وارد می‌نماید. با توجه به شرایط لیتولوژی، و فیزیوگرافی منطقه، محدوده مورد مطالعه از جمله مناطق مستعد برای وقوع انواع لغزش‌ها محسوب می‌شود.

جریانات واریزه‌ای منطقه:

در حدود ٩٠٪ از پیکره ارتفاعات منطقه از سازندهای رسوبی (انواع سنگ آهک، دولومیت، ماسه سنگ قرمز، مارن‌های گچدار و نمکدار....) می‌باشد و به دلیل عملکرد شدید نوزمین ساخت وحفر شدید بستر آبراهه‌ها، و اختلاف لیتولوژیکی سازندهای، اغلب دامنه ها حالت پرتگاهی دارند. جریان‌های واریزه‌ای عموماً از تخریب و متلاشی شدن برون زدهای سنگی در بخش پرتگاهی بالای دامنه‌ها در اثر عملکرد سیستم فرسایش پریگلاسیر، در پای پرتگاه‌ها شکل می‌گیرند. از طرفی حساسیت بسیار بالای تشکیلات آهکی و دولومیتی به عوامل فرسایش حاکم در ارتباط با نوزمین ساخت موجب گسترش واریزه‌های سنگی در ابعاد و اندازه‌های متفاوت در پای اغلب دامنه‌ها شده است. اندازه گیری‌های مستقیم بعمل آمده (طول، عمق، عرض، درجه شیب، ارتفاع) و بررسی عکس‌های هوایی در مقیاس ١:٢٠٠٠٠، اشکال متنوعی از جریان‌های واریزه‌ای در پای پرتگاه‌ها (واریزه های ممتد و به هم پیوسته) تشخیص داده شد.

بعد از شناسایی حرکات توده‌ای و مورفومتری آنها در بازدیدهای صحرای مشخص گردید که، دو شکل مهم از این حرکات در ناپایداری دامنه‌ای حوضه های شمال طرح آبخوانداری تسوج نقش اساسی دارند و مساحت حجم

[1] لغزش (Landslide)، عبارت است از کلیه حرکات و کسیختگی‌های دامنه‌ای نسبتا سریع که در اثر کاهش ضریب اطمینان، تحت تاثیر غلبه نیروهای مخرب، محرک و یا مهاجم بر نیروهای مقاوم در سطوح شیبدار به وقوع می پیوندند (شریعت جعفری، ١٣٧٥)

توده‌های رخ داده در حوضه های آبخیز انگشتجان وامستجان وتسوج چای با استفاده از GPS مساحی شده واز فرمول ریکن من و فرمول هندسی حجم کلی توده‌های مد نظر، برآورد گردید که وسعت حجم آنها در جدول شماره‌ی (۵) آمده است.

تلفیق وترکیب لایه‌های مختلف اطلاعاتی باحرکات توده‌ای منطقه مطالعاتی:

بعد از اینکه میزان پایداری و ناپایداری دامنه‌های موجود در منطقه مطالعاتی مشخص گردید اقدام به تحلیل عوامل موثر در ناپایداری دامنه‌ها به شرح ذیل در محیط نرم‌افزاری Arc GIS از طریق ترکیب و تلفیق لایه‌ها بررسی گردید.

ترکیب و تلفیق نقشه لیتولوژی با نقشه حرکات توده‌ای منطقه:

در بررسی همپوشانی نقشه‌های لیتولوژی با نقشه حرکات توده‌ای که همانند نقشه‌های قبلی هر دو نقشه در محیط Arc GIS ترکیب داده شده که نتایج آن در جدول (۵) آمده است.

جدول ۵: مساحت حرکات توده‌ای رخ داده در واحدهای لیتولوژی

ردیف	واحدهای لیتولوژی	وسعت لغزش رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت لغزش	وسعت واریزه دامنه ای رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت واریزه دامنه ای	وسعت واریزه ای آبرامه ای رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت واریزه آبرامه ای	وسعت ریزش رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت ریزش
۱	شیل وماسه سنگ	۲۱۶۰۰	۲۵/۶	۰	۰	۵۲۰۰	۱۶/۵	۶۰۰۰	۱۰۰
۲	مارن	۱۳۲۰۰	۱۵/۶	۰	۰	۲۲۴۰۰	۷۰/۹	۰	۰
۳	ماسه سنگ	۴۹۶۰۰	۵۸/۸	۴۰۰	۱۰۰	۴۰۰۰	۱۲/۷	۰	۰
	جمع	۸۴۴۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۱۰۰	۳۱۶۰۰	۱۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰

عوامل لیتولوژی و سنگ‌شناسی که یکی از مهم‌ترین پارامترهای موثر در ناپایداری‌های منطقه می باشد که زمین لغزش‌ها که یکی از حرکات توده‌ای هستندکه عمدتاً در روی سنگ‌های رسوبی که حدود ۹۰٪ از ارتفاعات منطقه تشکیل داده است اتفاق افتاده و حدود ۵۸٪ از مساحت کل لغزش ها را شامل می‌شود که در روی ماسه سنگ قرمز

حادث شده است. بعد از آن به ترتیب ٢٥٪ در شیل و ماسه سنگ و حدود ١٥/٦٪ در سازند مارن رخ داده است. واریزه‌های آبراهه ای که حدود ٧٠٪ از مساحت کل واریزه‌ها در سازندهای مارنی و حدود ١٦٪ در سازند شیل و ماسه سنگ و ١٣٪ در ماسه سنگ که حساس به فرسایش آبی هستند روی داده است به احتمال قوی منبع و محل تشکیل آنها در ارتفاعات بالا از سازندهای دیگر منطقه می‌باشد که در اثر جریانات رواناب حاصل از بارش‌ها در مواقع سیلابی به این قسمت‌ها منتقل شده‌اند. واریزه‌های دامنه‌ای در ماسه سنگ‌های منطقه و ریزش‌ها در سازندهای شیل و ماسه به دلیل اینکه این سازندها حساس به فرسایش هستند و زمانی که بارش در منطقه رخ می‌دهد متورم شده و شیب دامنه‌ها نیز به آنها کمک می‌کنند که به طرف پایین دست دامنه ریزش می‌نماید که این مورد را در دامنه-های حوضه‌های امستجان و انگشتجان و دره جاشیر مشاهده نمودیم.

ترکیب و تلفیق نقشه فرسایش پذیری با نقشه حرکات توده‌ای منطقه:

جهت همپوشانی و ترکیب نقشه‌های حساسیت فرسایش پذیری و نقشه حرکات توده‌ای منطقه این دو نقشه را در محیط Arc GIS تلفیق نمودیم و نتایج آنها در جدول(٦) آورده شده است.

جدول ٦: مساحت حرکات توده ای رخ داده در کلاس‌های فرسایش پذیری

ردیف	کلاس های فرسایش پذیری	وسعت لغزش رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت لغزش	وسعت واریزه دامنه ای رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت واریزه دامنه ای	وسعت واریزه ای آبراهه ای رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت واریزه آبراهه ای	وسعت ریزش رخ داده به m^2	در صدنسبت به کل مساحت ریزش
١	(B) حساس به فرسایش	٧٦٨٠٠	٩١	٤٠٠	١٠٠	٣٠٨٠٠	٩٧	٠	٠
٢	(I)نسبتاً حساس به فرسایش	٧٦٠٠	٩	٠	٠	٨٠٠	٣	٦٠٠٠	١٠٠
جمع		٨٤٤٠٠	١٠٠	٤٠٠	١٠٠	٣١٦٠٠	١٠٠	٦٠٠٠	١٠٠

از حرکات توده‌ای، لغزش‌ها که یکی از پدیده‌های مهم در ناپایداری دامنه‌های منطقه محسوب می‌شوند عمدتاً در کلاس فرسایش پذیری (B) یعنی در سازندهای حساس به فرسایش بوده با حدود ٩١٪ از مساحت کل لغزش‌های رخ داده در منطقه را شامل می‌شود و از حرکات توده‌ای دیگر که شامل واریزه‌های (دامنه‌ای وآبراهه‌ای) است، اکثراً در کلاس (B) که هر کدام به ترتیب ١٠٠٪ و٩٧٪ و ریزش‌های موجود نیز در کلاس (I) نسبتاً حساس به فرسایش حادث شده است. این مطلب خود نشانگر آن است چون منطقه مورد نظر از لحاظ حساسیت سازندها واحدهای

لیتولوژی حساس به فرسایش هستند، می‌توانند محل‌های مناسب و مستعد برای حرکات توده‌ای باشند که پتانسیل رسوب زایی و رسوبدهی حوضه‌های مورد نظر را بالا برده و مشکلات عدیده‌ای برای سازه‌های هیدرولیکی ایستگاه آبخوانداری به وجود بیاورند.

نتیجه‌گیری:

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته می‌توان گفت که منطقه مورد مطالعه از دو واحد رسوبی و آذرین تشکیل شده است. با عنایت به ویژگی‌ها و ماهیت چنین واحدهایی، اشکال و پدیده‌هایی که روی واحدهای مذکور تشکیل شده‌اند، قابل قیاس بایکدیگر نیستند واحدهای آذرین (بازالت، گرانیت، دیاپاز و...) که حدود ۱۰٪ ارتفاعات منطقه را شامل می‌شود زیر ساخت بخش‌های مرتفع ارتفاعات تسوج چای که قسمت شرقی حوضه مطالعاتی را در برگرفته است، به دلیل حساسیت کمتر و مقاومت بیشتری که در مقابل فرسایش دارند، بر روی آنها پدیده‌های کمتری مربوط به ناپایداری دامنه‌های سنگی مانند افتان های سنگی – جریانات واریزه‌ای و.... مشاهده می‌شود. ولی عمده ترین پدیده‌های مربوط به ناپایداری دامنه‌ای منطقه، بر روی واحدهای رسوبی و ۹۰٪ پیکره ارتفاعات منطقه مورد مطالعه متشکل از ماسه سنگ‌های قرمز، مارن و شیل و ژیپس و کنگلومرا و سنگ آهک و دولومیت می‌باشد که ازنظر پهنه های لیتولوژی بیشترین مساحت را دارا هستند ودر رابطه با حساسیت به فرسایش از حساسیت بالایی برخودارند. این واحدها که گسترش قابل ملاحظه‌ای در منطقه دارند بستر مناسبی برای تشکیل خندق‌ها و لغزش‌های بزرگ و کوچک و جریانات واریزه‌ای را فراهم می‌آورند.

از نظر تکتونیکی منطقه بسیار فعال بوده است. با وجود گسل‌های بی‌شماری که در منطقه وجود دارد، حتی آبرفت‌های دوران چهارم گسسته و فعال می‌باشند. برخی از این گسل‌ها خیلی ژرف بوده و تا پی سنگ کشیده می‌شوند. از مهم ترین گسل‌ها می توان گسل تسوج و قزلجه و انگشتجان را نام برد. گسل تسوج که سراسر ژرف و فعال می‌باشد با روند خمدار از ۵ کیلومتری شمال تسوج و دریاچه اورمیه و از پایین ارتفاعات منطقه مطالعاتی می‌گذرد و این امر باعث شده، سازندهای مقاوم منطقه تحت تاثیر شدید نیروهای زمین ساخت به شدت گسل خورده و با تراکم گسلی ۲/۲ km.km2 بویژه در سنگ‌های آهک و ماسه سنگ و دولومیت‌ها به صورت منطقه زمین ساختی خورد شده در آمده است. همچنین لیتولوزی حساس و فرسایش‌پذیر، به شدت موجب ناپایداری دامنه‌ها شده و تغییر و تحول دامنه‌ها را تضمین می‌کنند. عملکرد گسل تسوج و گسل انگشتجان در حوضه‌های بالا دست موجب شده آبشارهای متعددی به ارتفاع ۳ الی ٦ متر و گاهاً به ارتفاع ۲۰متر ایجاد کرده است. این موضوع خود نشانگر فعال بودن گسل‌های مذکور می‌باشد که باعث ریزش‌ها و لغزش‌های متعددی در منطقه مطالعاتی شده است.

بعد از ترکیب وتلفیق نقشه های حساسیت فرسایش پذیری و نقشه حرکات توده‌ای منطقه نتیجه گرفتیم که از حرکات توده ای، لغزش‌ها که یکی از پدیده‌های مهم در ناپایداری دامنه های منطقه محسوب می شوند عمدتاً در کلاس فرسایش پذیری (B) یعنی در سازندهای حساس به فرسایش بوده با حدود ۹۱٪ از مساحت کل لغزش‌ها رخ داده در منطقه را شامل می‌شود و از حرکات توده‌ای دیگر که شامل واریزه‌های (دامنه‌ای وآبراهه‌ای) اکثراً در کلاس

(B) که هر کدام به ترتیب ۱۰۰٪ و۹۷٪ و ریزش‌های موجود نیز در کلاس (I) نسبتاً حساس به فرسایش حادث شده است.

در بررسی همپوشانی نقشه‌های لیتولوژی با نقشه حرکات توده‌ای، عوامل لیتولوژی و سنگ شناسی، یکی از مهمترین پارامترهای موثر در ناپایداری‌های منطقه می‌باشد. زمین لغزش‌ها که یکی از انواع حرکات توده ای هستند، عمدتاً در روی سنگ‌های رسوبی که حدود ۹۰٪ از ارتفاعات منطقه تشکیل داده است اتفاق افتاده و حدود ۵۸٪ از مساحت کل لغزش‌ها را شامل‌شده و در روی ماسه سنگ قرمز حادث شده است. واریزه‌های آبراهه ای که حدود ۷۰٪ از مساحت کل واریزه ها در سازند های مارنی است، و این مطلب خود نشانگر آن است چون منطقه مورد نظر از لحاظ حساسیت سازندها واحدهای لیتولوژی حساس به فرسایش هستد می‌توانند محل‌های مناسب و مستعد برای حرکات توده‌ای باشند که پتاسیل رسوب زایی و رسوبدهی حوضه‌های مورد نظر را بالا برده و مشکلات عدیده‌ای برای سازه‌های هیدرولیکی ایستگاه آبخوانداری به وجود آورده است.

منابع

1. Abedini, M. 2005, Evaluation of morphogenetic factors affecting the instability domain valleys heated di Court , PhD thesis, Faculty of Humanities, Department of Physiography, University of Tabriz.
2. Abrahmms, A. D., krishnan Li, c and Atkinson J. F.(2001), A sediment teansport equation for interill over Land flow on rough surfces: Earth surface processes and Land forms. V.25. P(1443-1451).
3. Abrahmms, A.D. and Parson, A.J., (1996), Rill hrdraulies on a semi arid hillslop southern Arizona.Earth surface processes and Land forms. John wily.Vol.21.p. 35-47.
4. Abrahmm, Z., (2000), Drainge evolution in a rifted basin.Corinth, graben,Greece Geomorphology. Vol. 35.P(69-85).
5. Adrion, E. Scheidegger, (2001), surface joints systems,tectoic stresses and Geomorphology. Geomorphology. Vol. 38.nos. 3-4p (213-219).
6. Ahmadi, H., (1995), Applied Geomorphology, Vol. 1 , Third Edition, University of Tehran Press.
7. Alexander, D. and formichi, (1998), Teactonic causes of land slides. Earth surface processes and Land forms. Vol. 18. p (311-338).
8. Alfaro, P. & galdenno, C. S. D., (2004), Tectonic significance of the presnt relief on the Betic cordillera. Geomorphology. Vol. 39. p (161-176).
9. AL. farraj. A. Harvey, A. H., (2000), Desert Pavemet character istics on wadi terrace and alluvial fan surfaces:wadi AL-Bih.U.A.E. Geomorphology. 35. (279-297).
10. Anbalgan, B.R., (1992), Land mapping in moutians terrain.engniering Geomorphology pp.(265-278).
11. Archibold, O.W. and Boar, D. H., (1996), Adevice for measuring gully headwall morphology Earth surface processes and forms. John will. Vol. 21. p (1001-1005).
12. Asghari Moghadam, M., (2004), Geology for Geography, Tehran Sara Press.
13. Asghari Moghadam, M., (2005), Having the role of natural factors in the planning, Tehran Sara Press.
14. Asghari Moghadam, M., Foundations Structural Geomorphology Climate, Second Edition, Tehran Sara Press.
15. Feyznia, S. & Ahmadi, H., (1992), Formation of the Quaternary Period, First Edition, Tehran University Press.
16. Geological organization l, Geologic Map f Tasuch, Scale 1:10000 , Geological press.
17. Habibzadeh, A., (2003), Erodible geological survey in the northern watershed Tasuj using fuzzy theory, Master's thesis, Islamic Azad University, North Tehran Branch.

18. Hungr, O., (2000), Analysis of debris flow surges using the theory of Uniformly progressive flow. Earth surface processes and Land forms.John wily. Vol. 21. p. (35-47).
19. Ilderemi, A., (2002), morphodynamics review of the effects of instability on the northern slopes of Mount Alvand mass (Hamedan), Thesis, Tabriz University Faculty of Humanities , Department of Geography.
20. Khatibi Bayati, M., (2000), morphodynamics role in the instability of the northern slopes Ghosheh dagh, PhD thesis, Tabriz University , Faculty of Humanities, Department of Geography.
21. Mehrvarzmghanloo, K., (2003), Study of Quaternary deposits to determine suitable areas for flood spreading, (Case Study, Tasuch plain), Master's thesis , Department of Natural Resources, Tehran University.
22. National geographical organization, 2006,Topographic Map of Tasuch, Scale 1:50000, Third Edition national geographical organization Press.
23. Ragaei, A. Hamid, 1994, Applied Geomorphologhy In Regional Planing Development, First Edition, Ghoomas Press.
24. Roostaei, SH., (2000), Research the causes of landslides dynamics of their occurrence in basin morphometry using Aharchay, PhD thesis, Faculty of Humanities, Department of Physiography, University of Tabriz.
25. Shariatgafari, M., (1996), Landslide (Foundations and principles of natural slope stability), First Edition, Sazeh Press.
26. Trap and Natural Resources Research Center Azarbaijan, 1996, Preliminary Studies research stations spreading Tasuj.