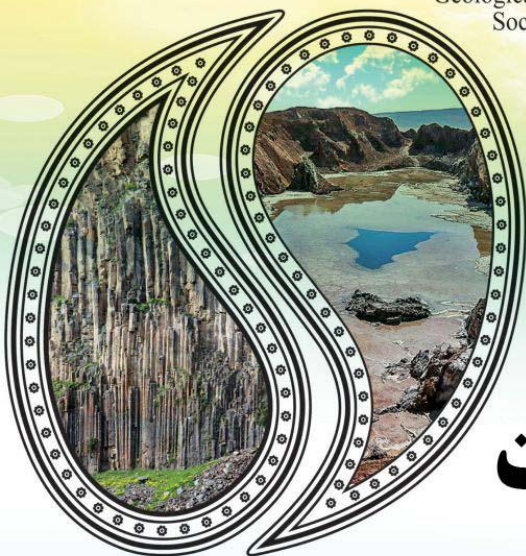




۱۱^{ام} نشست تخصصی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور ۲۱^{ام} یکمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران بیت و توت

The 21th
Symposium of
Geological
Society of Iran

The 11th
Geological National
Conference of
Payame Noor
University



۲۳ - ۲۴ آبان ۱۳۹۷ - قم

Qom, 14 - 15 Nov, 2018

مجموعه مقالات

تدوین و گردآوری:
دکتر روح اله ندری - دکتر سید جواد مقدسی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مجموعه مقالات بیست و یکمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و
یازدهمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور

تدوین مجموعه مقالات: دکتر روح اله ندری، دکتر سید جواد مقدسی
طراح جلد : دکتر روح اله ندری
انتشار : به صورت الکترونیک – دانشگاه پیام نور
تاریخ انتشار: آبان ماه ۱۳۹۷
نشانی دبیرخانه: قم، بلوار عمار یاسر، دانشگاه پیام نور مرکز قم
نشانی الکترونیک: http://conference.pnu.ac.ir/qom-Geology/default.aspx
مسئولیت کلیه مطالب علمی مقاله‌ها، بر عهده نویسندگان می‌باشد.

مقدمه

تولید دانش در سالهای آغازین قرن بیست و یکم رشدی شتابان داشته است و کشور عزیز ما ایران نیز از این امر مستثناء نبوده است. در این میان توجه به علوم زمین با توجه به نیازهای متنوع جوامع بشری به انرژی، آب و منابع معدنی و همچنین مخاطرات گوناگون زیست محیطی بیش از پیش نمایان شده است. بدین ترتیب رشته های مختلف زمین شناسی توسعه و شاخه های میان رشته ای مانند زمین شناسی پزشکی، زمین شناسی شهری، زمین شناسی زیست محیطی، زمین شناسی نظامی و نظایر آن معرفی و به خوبی رشد کرده اند.

اگرچه دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی کشور نقش کلیدی و اصلی در توسعه علوم ایفا می کنند، ولی انجمن های علمی نیز توانسته اند با گرد هم آوردن پژوهشگران، اساتید، دانشجویان و سایر علاقمندان، به کمک دانشگاه ها شتافته و نقش مهمی در پیشرفت و توسعه علوم ایفا نمایند. در همین راستا انجمن زمین شناسی ایران نیز توانسته است با برگزاری همایش های تخصصی پرمخاطب به میزبانی دانشگاه های بزرگ کشور، نقشی ارزشمند در ارائه دستاوردهای پژوهشی تولید شده در دانشگاه ها و سایر موسسات آموزشی و پژوهشی و همچنین صنعت ایفا کند.

با توجه به توسعه و رشد قابل توجه دانشگاه پیام نور در سال های اخیر و ظرفیت های آموزشی و پژوهشی ایجاد شده در حوزه علوم زمین در آن دانشگاه و بر اساس توافق صورت گرفته فیما بین انجمن زمین شناسی ایران و گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور، بیست و یکمین همایش سالانه انجمن زمین شناسی ایران و یازدهمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور به صورت مشترک با میزبانی دانشگاه پیام نور استان قم برگزار گردید. این همایش که با استقبال خوب پژوهشگران و صاحب نظران علوم زمین برگزار شد، فرصتی بود تا آخرین یافته های حوزه علوم زمین ارائه و در معرض نقد و مباحثه قرار گیرد.

ضمن تشکر از کلیه پژوهشگرانی که آخرین یافته های پژوهشی خود را بصورت مقاله به دبیرخانه همایش ارسال نمودند، سعی شد این مجموعه با سرعت و در اندک زمان باقیمانده تا تاریخ برگزاری همایش آماده و در اختیار عزیزان حاضر در همایش قرار گیرد. **مجموعه مقالات در ۱۰ جلد و عنوان بر مبنای عناوین در ج شده در سامانه همایش و بر حسب حروف الفبای فارسی نام نویسنده اول مقاله تنظیم گردیده است.**

لازم به ذکر است که بر اساس رویه ی موجود در برگزاری همایش های علمی، دبیرخانه همایش هیچگونه دخل و تصرفی در محتوای علمی مقالات ننموده است و صرفاً در مواردی که نویسنده (نویسندگان) الگوی مورد درخواست را رعایت ننموده بودند، نسبت به ویرایش جزئی مقالات اقدام نمود. در صورتی که در برخی صفحات ناهماهنگی و یا به هم ریختگی ملاحظه می شود، به دلیل عدم ارسال مقاله با الگوی درخواستی توسط نویسندگان بوده است که با توجه به فرصت کم، امکان تنظیم دوباره نبوده است. از زحمات بی دریغ اعضای محترم کمیته علمی و داوران که از دانشگاه های مختلف کشور و همچنین بخش صنعت این مهم را برعهده داشتند تشکر و قدردانی می شود.

این همایش با تلاش و کوشش خستگی ناپذیر جمع زیادی از همکاران علمی، اداری و دانشجویان دانشگاه پیام نور به بار نشست که لازم است بدین وسیله از ایشان تشکر و قدردانی شود. آقای دکتر محمدعلی حسینی ریاست دانشگاه پیام نور استان قم، آقای دکتر روح اله ندیری دبیر اجرایی، مدیران ستادی و اجرایی دانشگاه پیام نور استان قم و دانشجویان پرتلاش رشته زمین شناسی دانشگاه پیام نور استان قم که امور مربوط به برگزاری همایش را به طور خستگی ناپذیر و شبانه روزی به سرانجام رساندند که بدین وسیله از تلاش ایشان صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

در پایان ضمن تشکر از همه پژوهشگران و صاحب نظران حوزه علوم زمین کشور، امیدواریم این همایش توانسته باشد نقشی مهم و موثر در پیشبرد علوم زمین در کشور داشته باشد.

دکتر سید جواد مقدسی: دبیر علمی همایش

دکتر منصور قربانی: رئیس انجمن زمین شناسی ایران

آبان ماه ۱۳۹۷

برگزار کنندگان

دانشگاه پیام نور

انجمن زمین شناسی ایران

حمایت کنندگان

آقای دکتر کریمی - معاونت فناوری و پژوهشی دانشگاه پیام نور

آقای دکتر علیزاده - معاونت اداری مالی و عمرانی دانشگاه پیام نور

خانم دکتر لک - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

آقای دکتر دهقانی - پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)

آقای دکتر صالحی - مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری

آقای دکتر حسینی - دانشگاه پیام نور استان قم

آقای دکتر محمدرضایی - بنیاد ملی نخبگان استان قم

آقای دکتر خطیب - انجمن زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

آقای مهندسی سید حسینی - سازمان نظام مهندسی معدن استان قم

آقای دکتر بشری - انجمن زمین شناسی نفت ایران

آقای دکتر قربانی - مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آراین زمین

شرکت مطالعات مواد معدنی زرآزما

پایگاه اطلاعاتی مرجع دانش (CIVILICA)

شرکت ژئودیوار

آقای مهندس رضا صدیق

کمیته اجرایی بیست و یکمین همایش انجمن زمین شناسی ایران
و یازدهمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور

دکتر منصور قربانی	خانم معصومه رضایی
دکتر سید جواد مقدسی	خانم ریحانه افخمی
دکتر روح اله ندری	خانم نجمه ذاکری
دکتر محمد علی حسینی	آقای ابوالفضل صفری
آقای علی مصطفوی	خانم افسانه قنبریان
آقای حسن پاکدامن	خانم زهرا رباط جزى
آقای حسن بیطرفان	خانم سمانه رجا قمى
آقای علی کریمی	خانم نفیسه شیعه مرتضی
آقای محمد نیک نام	خانم فاطمه پژمان
آقای داود غلامی	خانم فائزه سلمان
آقای مجید اسدی	خانم عظیمه برقی
خانم اسرا محتشمی راد	خانم سمانه سادات مجتوبی
خانم لیلا میرزایی مقدم	آقای ابراهیم قنبری
خانم فاطمه گلاب عین آبادی	آقای محمد حسن شهبازی
خانم فرزانه احمدی	آقای سید محمد جواد شهابی
خانم عطیه خراسانی	آقای سید محمد قدمگاهی
خانم رقیه قربانی	آقای سید حسن حسینی
خانم مینا رحیمی	آقای سید صمد مشعشی

کمیته علمی بیست و یکمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و یازدهمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور

خانم دکتر زهرا اعلمی نیا	آقای دکتر محمد حسین آدابی
آقای دکتر پیمان افضل	آقای دکتر مهران آرین
آقای دکتر علی امام علی پور	آقای دکتر محمد آریامنش
خانم دکتر مهناز سادات امیر شاه کرمی	آقای دکتر اصغر آزادی
آقای دکتر سید احمد بابازاده	آقای دکتر مهرج آقازاده
خانم دکتر لی لی ایزدی کیان	خانم دکتر فریمه آیتی
آقای دکتر مهدی بادپا	خانم دکتر مریم آهنکوب
آقای دکتر حسن برزگر	آقای دکتر امیر اثنی عشری
خانم دکتر صدیقه بطلبلویی	آقای دکتر ناصر ارزانی
آقای دکتر علی اکبر بهاری فر	آقای دکتر علی ارومیه ای
خانم دکتر مهناز پروانه نژاد شیرازی	آقای دکتر وحید احدنژاد
آقای دکتر حمیدرضا پیروان	آقای دکتر جمشید احمدیان
خانم دکتر فتنه تقی زاده فرهمند	آقای دکتر فرهاد احیا
آقای دکتر وحید توکلی	
خانم دکتر سیده سمیه تیموری	

آقای دکتر علی اصغر ثياب قدسی

آقای دکتر پیمان رجبی

آقای دکتر حسین جلالی

آقای دکتر نعمت الله رشید نژاد عمران

آقای دکتر علی حسین جلیلیان

آقای دکتر خلیل رضایی

خانم دکتر محبوبه جمشیدی بدر

آقای دکتر بهروز رفیعی

خانم دکتر گلناز جوزانی کهن

آقای دکتر حجت الله رنجبر

آقای دکتر ناصر حافظی مقدس

آقای دکتر محسن رنجبران

آقای دکتر بهزاد حاج علیلو

آقای دکتر سید ناصر رئیس السادات

خانم دکتر شهره حسن پور

آقای دکتر عزت الله رئیسی

آقای دکتر ماشاله خامه چیان

آقای دکتر مهدی زارع

آقای دکتر سعید خدا بخش

آقای دکتر علیرضا زراسوندی

آقای دکتر محمد خلج

آقای دکتر رامین ساریخانی

آقای دکتر محمد مهدی خطیب

آقای دکتر عادل ساکی

آقای مهندس حسین داداشی آرانی

آقای دکتر علی اصغر سپاهی

خانم دکتر لی لی دانشور صائین

آقای دکتر سیروس شاکری

آقای دکتر جهان بخش دانشیان

آقای دکتر جعفر شریفی

آقای دکتر علیرضا داوودیان دهکردی

آقای دکتر شهرام شریعتی

خانم دکتر زینب داوودی

آقای دکتر غلامرضا شعاعی

آقای دکتر محمد علی رجب زاده

آقای دکتر رحیم شعبانیا

آقای دکتر منصور قربانی

آقای دکتر بهنام شفیعی

آقای دکتر جلیل قلمقاش

آقای دکتر جعفر شریفی

آقای دکتر محمد رضا کبریایی زاده

آقای دکتر شهریار صادقی

آقای دکتر جلال کرمی

آقای دکتر مهدی صفری

آقای دکتر محمد کشاورز بخشایش

آقای دکتر ابراهیم طالع فاضل

خانم دکتر زهرا کی همایون

آقای دکتر محمد فداییان

آقای دکتر اسد الله محبوبی

آقای دکتر نصرالله عباسی

خانم دکتر مهین محمدی

خانم دکتر کیمیا سادات عجایی

آقای دکتر سید داوود محمدی

آقای دکتر سعید علیرضایی

آقای دکتر علی اصغر مختاری

آقای دکتر حسن عزیزاده

آقای دکتر سروش مدبری

آقای دکتر پرویز غضنفری

آقای دکتر فرید مر

آقای دکتر مرتضی فلاح پور طزنجی

آقای دکتر مسعود مرسلی

آقای دکتر عباس قادری

آقای دکتر فریبرز مسعودی

آقای دکتر مجید قادری

آقای دکتر علیرضا مظلومی

آقای دکتر حبیب الله قاسمی

آقای دکتر سید علی مظهري

آقای دکتر ابراهیم قاسمی نژاد

آقای دکتر محمد معانی جو

آقای دکتر جواد قانع اردکانی

آقای دکتر سعید معدنی پور

آقای دکتر فریدون قدیمی

آقای دکتر سید جواد مقدسی

خانم دکتر مهناز ندایی

آقای دکتر همایون مقیمی

آقای دکتر روح اله ندری

خانم دکتر آزاده ملک زاده شفارودی

آقای دکتر محمدرضا نیکودل

آقای دکتر محسن موذن

آقای دکتر رضا نوزعیم

آقای دکتر سید رضا موسوی حرمی

سرکار خانم دکتر فاطمه واعظ جوادی

آقای دکتر فردین موسیوند

آقای دکتر محمد وحیدی نیا

آقای دکتر سید رضا مهرنیا

آقای دکتر مهدی هاشمی

آقای دکتر حسن میرنژاد

آقای دکتر حمید هراتی

آقای دکتر حمید رضا ناصری

آقای دکتر عبدالرحیم هوشمند زاده

آقای دکتر تقی نبئی

آقای دکتر محمد یزدی

آقای دکتر علیرضا نجف زاده

آقای دکتر علی یساقی

آقای دکتر بهرام نجفیان

آقای دکتر هادی یگانه فر

آقای دکتر محمد نخعی

استفاده از سنجش از دور در آنالیز شکستگی های توده گرانیتوئیدی سفید کوه، جنوب شرق ایران

◆◆◆◆◆

شبنم حیدری، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه سیستان و بلوچستان زاهدان، shabnam.heydari1622@gmail.com

عبدالرضا پرتابیان، استادیار دانشگاه سیستان و بلوچستان زاهدان partabian_reza@science.usb.ac.ir

علی اصغر مریدی فریمانی استادیار دانشگاه سیستان و بلوچستان زاهدان

◆◆◆◆◆

چکیده:

در این مطالعه به منظور آنالیز شکستگی های توده گرانیتوئیدی کوه سفید و تاثیر این توده بر روی شکستگی های واحدهای زمین‌شناسی اطراف آن از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ استفاده شده است. به منظور استخراج شکستگی ها از روشهای فیلتر گذاری جهتی و ترکیب باندی استفاده شد. نتایج نشان از یک دسته شکستگی با یک روند شمال غرب- جنوب شرق در توده گرانیتوئیدی است که گویای همگنی شکستگی های ناشی از یک رژیم تکتونیکی واحد بعد از جایگیری این توده است. ولی روندهای متفاوت شکستگیهای در دیگر واحدها گواه بر وجود بیش از یک رژیم تنش حاکم بر منطقه است که آخرین فاز آنها به موازات روند شکستگی های توده اصلی است. نتایج حاصل، تاثیر واحد گرانیتوئیدی را بر واحدهای اطراف به خوبی نشان می‌دهند.

کلید واژه ها: سفید کوه، سراوان، جنوب شرق ایران، پهنه زمین درز سیستان

Using remote sensing to analysis of the fractures in Sefid-Kouh Granitoid Mass, Southeast of Iran

Shabnam Haidari, Ms Student, University of Sistan and Baluchestan

Abdolreza Partabian, assistant professor, University of Sistan and Baluchestan, partabian_reza@science.usb.ac.ir

Ali Asghar Moridi, assistant professor, University of Sistan and Baluchestan

Abstract:

In this study a Landsat - 8 satellite imagery have been used to analyses of fractures of the Kohe-Sefid granitoid mass and the effect of this mass on the fractures of the geological units where surrounded it. In order to extract fractures, directional filtering and band fusion methods were used. The results show one cluster of fractures that developed in main mass with NE-SW trending. It is indicative of the homogeneity of fractures resulting from a single tectonic regime once the mass is emplaced But different fracture trends in other units suggest there is more than one stress regime in this region that the last phase is parallel to the fracture trend in the main mass. The results show the effect of emplacing the main mass on the surrounding units.

Keywords : Sefid-kouh, Saravan, Southeast of Iran, Sistan Suture zone

◆◆◆◆◆

مقدمه:

منطقه مورد نظر از نظر زمین شناسی در پهنه زمین درز سیستان و در حاشیه جنوبی نوار گرانیتوئیدی زاهدان - سراوان قرار دارد. از نظر جغرافیایی در ۲۸۷ کیلومتری جنوب شرقی زاهدان، ۷۰ کیلومتری شمال غرب سراوان قرار دارد. زمین‌شناسی این منطقه عمدتاً از فلیش‌ها و

فلیت ها تشکیل شده است که توده گرانیتوئیدی به شکل استوک با سن الیگوسن در واحدهای فلیش اثوسن نفوذ کرده است (شکل ۱) (Tirrul et al, 1983; Camp and Griffis, 1982). همانطور که در نقشه زمین شناسی و تصویر ماهواره ای (شکل ۲ و ۳) مشاهده می شود شکستگی های مشخصی سرتاسر توده (که در تصویر ماهواره های به رنگ سفید دیده می شود) را قطع کرده اند ولی این شکستگی ها با روند و تراکم متفاوت در هاله دگرگونی و همچنین سنگهای فیلیشی در برگرنده آنها دیده می شود. با توجه به اینکه توده گرانیتی در این مجموعه نفوذ کرده است به نظر میرسد بر روی شکستگی های قدیمی تر منطقه تاثیر گذاشته باشد. بنابراین هدف اصلی این مطالعه استخراج این شکستگی ها و مقایسه آنها با یکدیگر و در نهایت بررسی علت آن است. بدین منظور در این مطالعه ابتدا با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای وضعیت گسل ها و شکستگی ها استخراج و سپس مورد پردازش آماری قرار گرفتند.

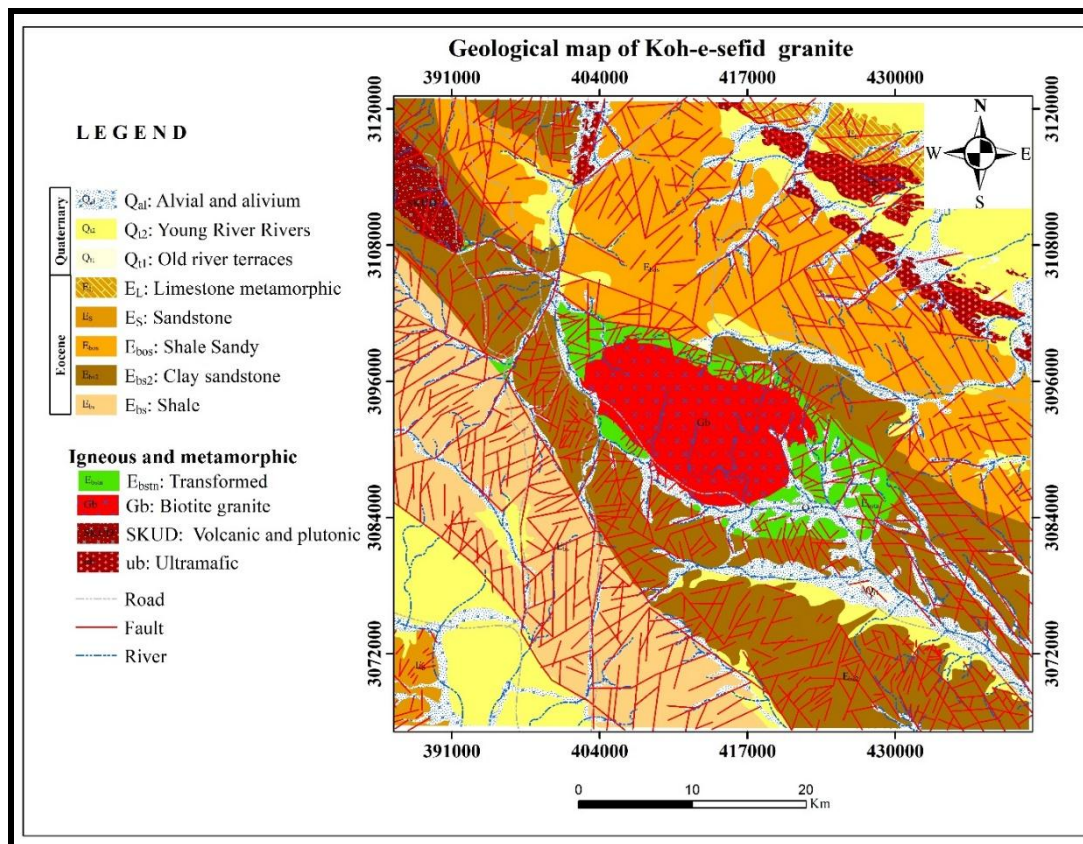
سنجش از راه دور یکی از ابزارهای مهم در بدست آوردن اطلاعات از محیط زیست و علم زمین است. دورسنجی یا سنجش از راه دور دانشی است که با مشاهده یا اندازه گیری یک شیء یا پدیده زمینی از فاصله دور و بدون تماس فیزیکی با آن ها می توان اطلاعات ارزنده ای را کسب نمود و با تجزیه و تحلیل آنها داده های ارزشمندی را استخراج کرد (میرحسینی موسوی و الماسیان، ۱۳۹۰). استفاده از فناوری دورسنجی و بکارگیری داده های تصاویر ماهواره ای اغلب موجب کاهش هزینه ها صرفه جویی در وقت و افزایش دقت و سرعت می گردد روز به روز افزایش اهمیت این موضوع در راستای توسعه و پایداری افزوده می شود. در مطالعه شکستگی ها و خطواره با استفاده از تصاویر ماهواره ای می توان به نتایج مطلوبی دست یافت. تا کنون مطالعات زیادی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است که از جمله آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

یحیایی و همکاران (۱۳۸۹) به تحلیل و بررسی خطواره های موجود در چهار گوش تهران با استفاده از تصاویر سنجنده ETM^{+} با اعمال فیلترهای مختلف پرداخته است، قاسمی و رحیمی (۱۳۹۰) به تحلیل سازوکار گسل های مال آقا در کمربند زاگرس چین خورده ساده پرداخته است، مارزی و همکاران (۱۳۹۳) تاثیر تکتونیک را بر کانی زایی آنتیموان و طلا در منطقه سفید سنگ مورد بررسی قرار داد Suzen and Toparak (1998) با پردازش تصاویر ماهواره ای خطواره های زمین شناسی را مورد بررسی قرار داد (Abdullah et al 2013) با استفاده از باند ۷ تصاویر ETM^{+} خطواره ها را به صورت اتوماتیک شناسایی کردند و با مطالعات میدانی صحت آنها را مورد بررسی قرار داده اند.



روش تحقیق:

جهت شناسایی شکستگی ها از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ با شماره گذر LC08_L1TP_156041 استفاده شده است. با استفاده از روش تصویر به تصویر و نقاط کنترلی بر داشته شده با استفاده از نرم افزار گوگل ارث و استفاده از روش کالیبراسیون نسبی بازتاب متوسط داخلی، جهت تصحیحات هندسی و اتمسفری مورد پردازش قرار گرفته اند. جهت بدست آوردن وضعیت شکستگی ها ابتدا با استفاده از روش ترکیب رنگی کاذب ۶۴۲ وضعیت شکستگی ها مورد بررسی قرار گرفت سپس با استفاده از روش فیلتر گذاری جهتی وضعیت شکستگی ها در جهت های مختلف مورد در نرم افزار Envi بررسی قرار گرفت و سپس شکستگی های بدست آمده از واحد های مختلف در محیط نرم افزار GIS ترسیم و نهایت در محیط نرم افزار Rockwork مورد پردازش آماری قرار گرفته اند.



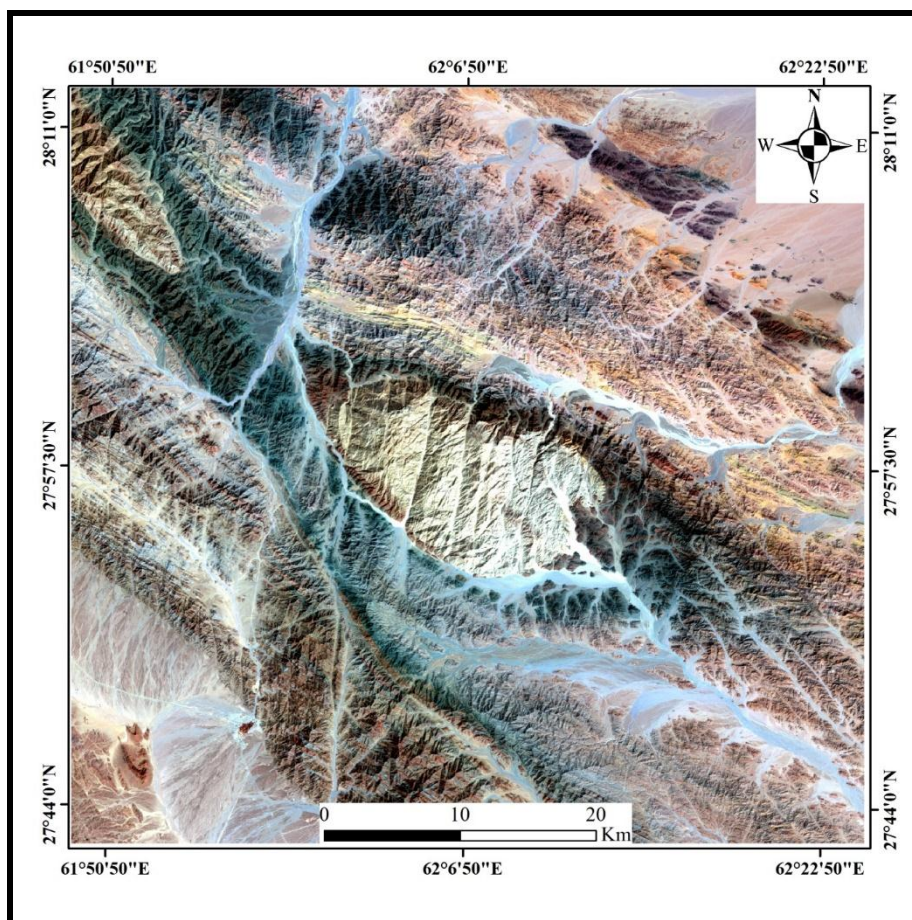
شکل ۱ نقشه زمین شناسی گرانیت سفید کوه برگرفته از نقشه های ۱:۲۵۰,۰۰۰ سروان (Eftekhari Nezhad and McCall 1993) و نارنو (Odinda et al., 1977).

ترکیب رنگی کاذب:

جهت بارز سازی و جداسازی واحدهای زمین شناسی از یکدیگر، باید ترکیب رنگی کاذب مناسب ساخته شود. جهت بدست آوردن باندهای مناسب و ساخت ترکیب باندی مناسب، فاکتوری به نام فاکتور شاخص بهینه تعریف گردیده است. در واقع فاکتور شاخص بهینه از تقسیم مجموع انحراف معیار سه باند بر ضرایب همبستگی بین هر سه باند، از باندهای مذکور بدست می آید. ترکیب باندی که بالاترین شاخص فاکتور بهینه را داشته باشد می توان برای ایجاد ترکیب رنگی کاذب استفاده کرد، زیرا بیشترین اطلاعات را در خود جای داده است (علوی پناه، ۱۳۸۲). ترکیب رنگی $R=6$, $G=4$, $B=2$ مناسب ترین ترکیب باندی برای تفکیک واحدهای زمین شناسی می باشد، این ترکیب رنگی کاذب یک پوشش کامل از طیف های الکترومغناطیسی موجود در تصویر ماهواره ای به ما می دهد. جهت تفکیک واحدهای زمین شناسی منطقه از ترکیب باندی $R=6$ به دلیل جذب بالای کانی های فلدسپار، $G=4$ به علت جذب بالای کانی های فرومنیزیم و $B=2$ به علت جذب بالای اکسید های موجود در رسوبات، باندهای تصویر ماهواره ای لندست ۸ استفاده شده است. در این ترکیب باندی واحدهای هورنفلسی به علت حضور کانی های فرومنیزیم تیره تر از واحدهای دیگر، واحدهای فلیش به علت متغیر بودن ترکیب شان به رنگ آبی واحدهای دگرگونی به علت تغییر ترکیب شان به سمت کانی های فرومنیزیم ترکیب شان سبز تیره، گرانیت به علت وجود کانی های فلدسپار دارای رنگ کرم روشن و رسوبات به علت ترکیب متفاوت با رنگ های متفاوت به هم ریخته قابل مشاهده می باشند. گسل ها به علت تغییر ناگهانی رنگ و جابجایی واحدها قابل شناسایی هستند (شکل ۲).

فیلترگذاری جهتی

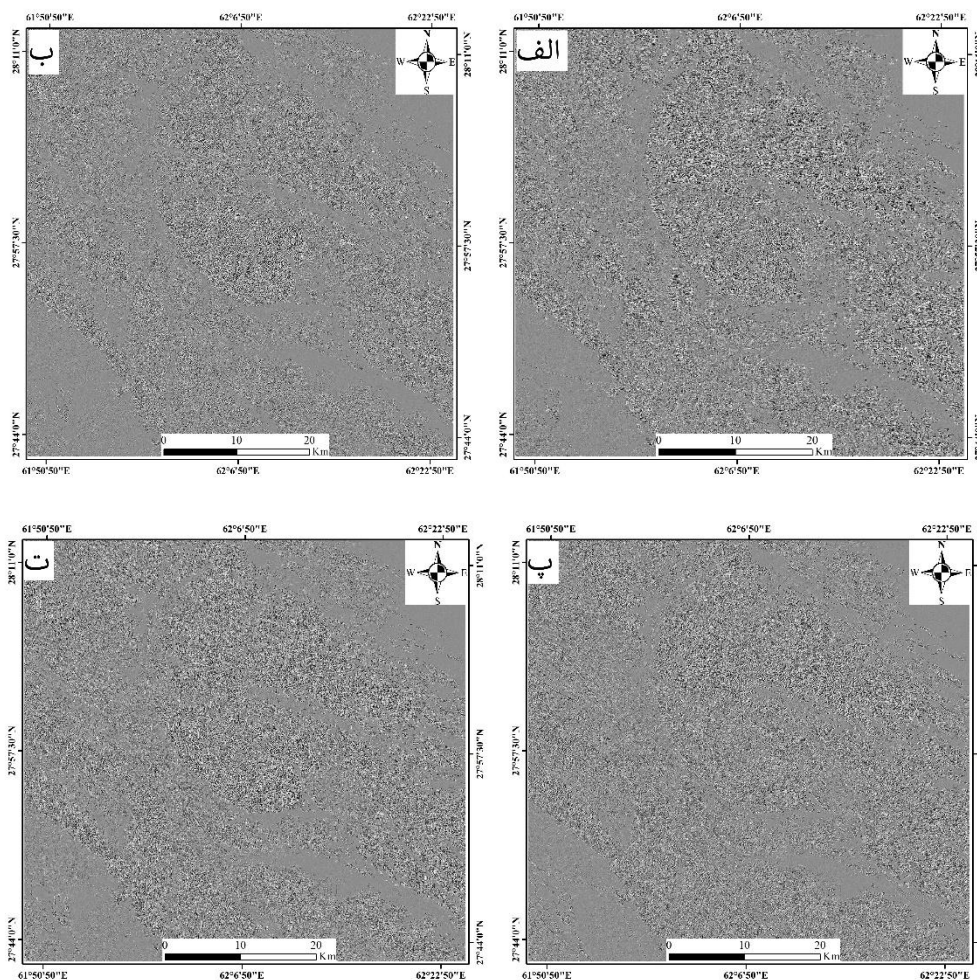
عموما شکستگی‌ها در تصویر ماهواره‌ای به راحتی قابل تشخیص نیستند، به جز آن دسته از خطواره‌هایی که به دلیل شرایط نور دهی مناسب، هم امتداد با آبراهه‌ها و نیز نوع پوشش گیاهی قابل تشخیص هستند، برای شناسایی دیگر شکستگی‌ها باید از روش فیلترگذاری استفاده کرد (هنرمند و همکاران، ۱۳۸۴). فیلترگذاری به دو روش بدون جهت و جهت دار انجام می‌شود، از فیلترگذاری جهتی برای شناسایی شکستگی‌های که روند خاصی دارند استفاده می‌شود. در این قسمت برای شناسایی شکستگی‌ها از روش فیلترگذاری جهتی گذر بالا استفاده شده است. کیفیت نمایش یک تصویر با افزایش جزئیات به روش فیلترگذاری گذر بالا افزایش پیدا می‌کند (Rosenfeld, 1982). تصاویر بازسازی شده به روش فیلترگذاری در چهار جهت، شرقی-غربی (شکل ۳-الف) شمال شرق-جنوب غربی (شکل ۳-ب)، شمالی-جنوبی (شکل ۳-پ) و شمال غربی-جنوب شرقی (شکل ۳-ت) نشان داده شده است. جدول (۱) فیلترهای جهتی را نمایش می‌دهد.



شکل ۲ ترکیب باندی B-2 و G-4، R-6 باندهای تصویر ماهواره ای لندست ۸ واحدهای زمین شناسی منطقه را از یکدیگر تفکیک می‌کند.

جدول ۱ فیلترهای جهتی استفاده شده جهت پردازش تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸

E-W	N-S
$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 2 & 4 & 2 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -2 & 4 & -2 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$
NW-SE	NE-SW
$\begin{bmatrix} 2 & -1 & -2 \\ -1 & 4 & -1 \\ -2 & -1 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 2 \\ -1 & 4 & -1 \\ 2 & -1 & -2 \end{bmatrix}$



شکل ۳. فیلترگذاری جهتی در جهت های، الف. شرقی غربی، ب. شمال شرقی - جنوب غربی، پ. شمالی - جنوبی و ت. شمال غربی - جنوب شرقی را نمایش می دهد.

پردازش آماری شکستگی‌ها:

جهت پردازش آماری و بررسی نحوی گسترش شکستگی‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها روشهای متفاوتی وجود دارد که مرسوم ترین روش آن روش ضریب خطوارگی تصویری (PF) می باشد. این روش اغلب برای پتانسیل یابی منابع آب و منابع معدنی و تحلیل شکستگی‌های و بررسی نحویه پراکندگی آنها در سازند های تکتونیزه و خرد شده استفاده می شود. این شکستگی ها مجرای مناسبی برای ذخیره منابع آب زیرزمینی و حرکت سیالات کانسار ساز و توده های نفوذی هستند، از روش ضریب خطوارگی تصویری می توان برای پتانسیل یابی منابع معدنی و توده های نفوذی مستعد معدنی استفاده کرد (هنرمند و همکاران، ۱۳۸۴). در این روش به منظور تحلیل شکستگی‌ها از پارامترهایی چون تعداد، طول، تقاطع و جهت شکستگی‌ها استفاده می‌شود، برای محاسبه ضریب خطوارگی تصویری می توان از رابطه (۱) استفاده کرد (Hardcastle, 1995).

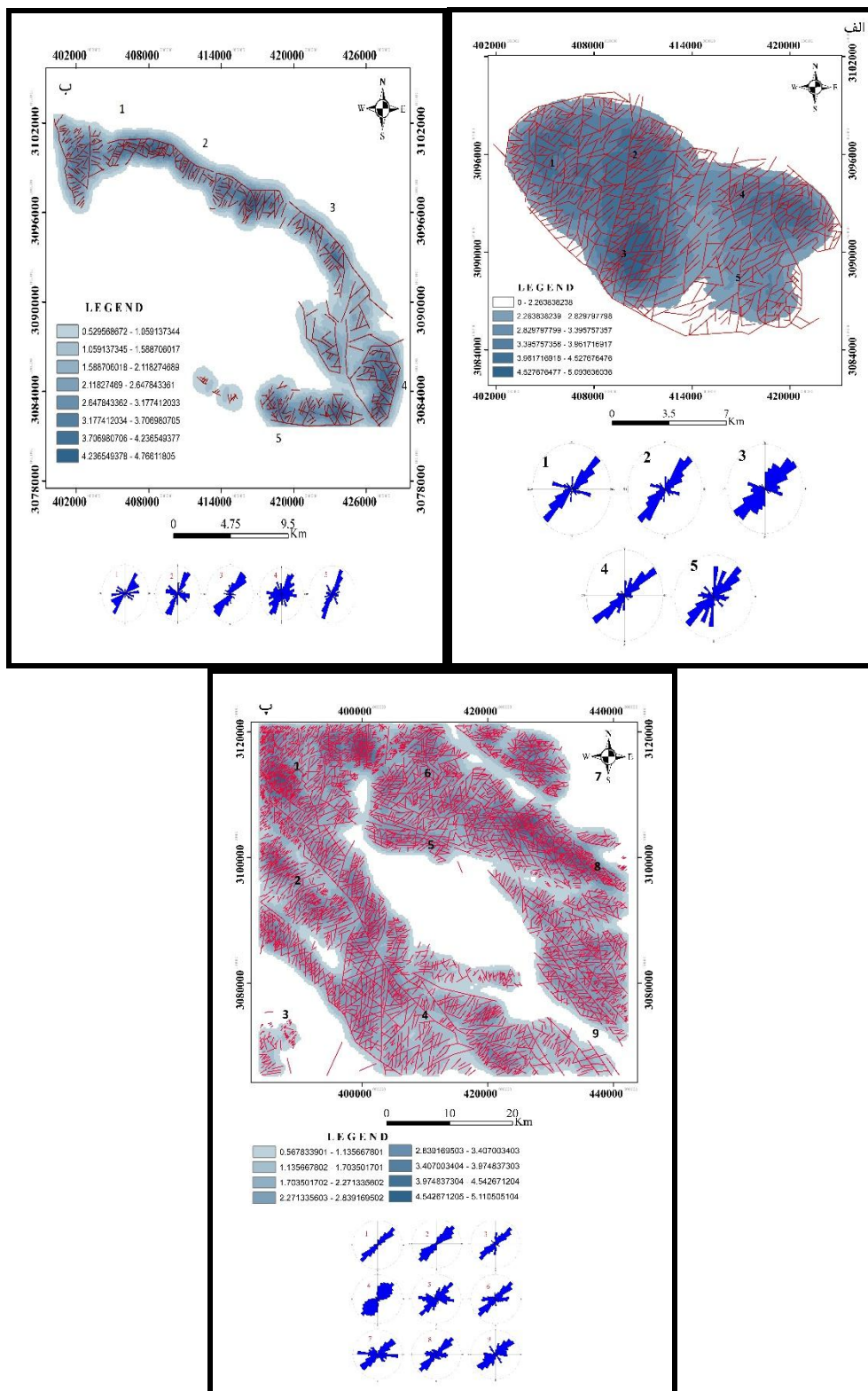
$$PF = \frac{L}{L_{Total}} + \frac{N}{N_{Total}} + \frac{C}{C_{Total}} \quad \text{رابطه (1)}$$

که در آن L: طول شکستگی های موجود در هر سلول، L Total: طول کل شکستگی های موجود در منطقه، N: تعداد شکستگی های موجود در هر سلول، N: Total: تعداد کل شکستگی های موجود در منطقه، C: تعداد تقاطع موجود در هر سلول و C: Total: تعداد کل تقاطع موجود در منطقه می باشند. ابتدا شکستگی های شناسایی شده با استفاده از تصاویر ماهواره ای در محیط نرم افزار Arc GIS10 رقومی سازی شده و سپس مقدار تراکم و آرایش این شکستگی ها با استفاده از رابطه (۱) در نرم افزار Arc GIS10 محاسبه شده است. به منظور بررسی تاثیر توده گرانیتوئیدی سفید کوه بر دیگر واحدهای موجود در منطقه شکستگی های موجود در هر واحد به صورت جداگانه ترسیم و از نظر آماری مورد پردازش قرار گرفته اند. شکستگی های موجود در واحد گرانیتوئیدی عموماً دارای یک روند شمال شرقی - جنوب غربی هستند و در منطقه به صورت یک سان گسترش یافته اند. واحد دگرگونی در اطراف توده نفوذی و گسترش دارند و شکستگی های موجود در آن‌ها به صورت شعائی متمرکز شده اند و در قسمت های مختلف روند آنها تغییر می کند، اما واحد های فلیشی به شده تکتونیزه و خورد شده اند و شکستگی های موجود در آن‌ها به صورت شعائی گسترش یافته اند و در قسمت های مختلف روند آنها تغییر می کند (شکل ۴).



نتیجه گیری :

وجود شکستگی ها در توده گرانیتوئیدی با یک روند مشخص نشان از همگنی شکستگی های ناشی از یک رژیم تکتونیکی واحد بعد از جایگیری این توده است ولی روندهای متفاوت شکستگیهای در دیگر واحدها گواه بر وجود بیش از یک رژیم تنش حاکم بر منطقه است که آخرین فاز آنها به موازات روند شکستگی های توده اصلی است. و جود روند شعائی موجود در شکستگی های واحد دگرگونی و فلیشی نشان میدهد که واحد گرانیتوئیدی درون این واحدها نفوذ کرده است و سبب ایجاد شکستگی های تکتونیکی در این واحدها شده است.



شکل ۴ الف. وضعیت گسترش شکستگی ها در واحدهای گرانیتوئیدی، ب، وضعیت گسترش شکستگی ها در واحد دگرگونی و ت. وضعیت گسترش شکستگی ها در واحد فلیشی را به نمایش می دهد.



منابع فارسی :

- حیایی حقیقی. ن، آرین. م، پور کرمانی. م، سربی. ع، (۱۳۸۹)، تحلیل و بررسی خطواره‌های موجود در چهارگوش تهران با استفاده از سنجش از دور"، نشریه علوم زمین، شماره ۳ ص ۱۶۱ - ۱۴۵ .
- قاسمی. م. ر، رحیمی چاکدل. ع، (۱۳۹۰)، تحلیل سازوکار گسل های مال آقا در کمربند زاگرس چین خورده ساده، مجموعه مقالات سی امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- علوی پناه. س، (۱۳۸۲)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک) ، انتشارات دانشگاه تهران
- مارزی. م، بومری. م، قدسی. م. ر، (۱۳۹۳)، تاثیر تکتونیک بر کانیزایی آنتیموان و طلا در منطقه سفیدسنگ، جنوب زاهدان، جنوب شرق ایران، شانزدهمین همایش زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- میرحسینی موسوی. س، الماسیان. م، (۱۳۹۰)، "کاربرد روش های مختلف پردازش تصویر روی داده های ETM⁺ به منظور بررسی سیستم گسلی زندان_میناب"، فصلنامه زمین، سال هفتم، شماره ۲۴ ص ۱۰۷-۱۲۳.
- هنرمند. م ، رنجبر، ح، (۱۳۸۴)، کاربرد روش های مختلف پردازش تصویر روی داده های ETM⁺ به منظور اکتشاف کانسارهای مس نوع پورفیری و رگه ای در منطقه کوه ممزار- کوه پنج در استان کرمان، مجله علوم زمین سازمان - زمین شناسی، شماره ۵۷، ص ۱۱۰-۱۲۷.



References:

- Abdullah. A, Nasser. S, Ghaleeb. A. 2013. Landsat ETM-7 for Lineament Mapping using Automatic Extraction Technique in the SW part of Taiz area, Yemen, Global Journal of Human Social Science Geography, Geo Sciences, Environmental & Disaster Management, 13(3) pp34-38.
- Camp, V. E., & Griffis, R. J. 1982. Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in the Sistan suture zone, eastern Iran. Lithos, 15(3), 221-239.
- Eftekhari Nezhad, J, and McCall. G.J.H., 1993. Geological map of Saravan quadrangle (1:250000): Geological Survey of Iran,
- Hardcastle. K. C. 1995. Photolineament Factor: A new computer-aided method for remotely sensing the degree to which bedrock is fractured, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 61, 739-747.
- Odinga. M, Lioyd. B, Squire. A, Griffiths. P, McCormick. C. 1978. Geological map of Narreh Now quadrangle (1:250000): Geological Survey of Iran.
- Rosenfeld. A, and Kak. A.C. 1982. Digital picture processing. Second edition, volume 1 , Academic Press, New York
- Suzen. M.L, Toparak. V. 1998. Filtering of satellite image in geological lineament analysis: An application to a fault zone in Central Turkey, international journal of remote sensing, 19(6):pp1101 -1114.
- Tirrul, R., Bell, I. R., Griffis, R. J., & Camp, V. E. 1983. The Sistan suture zone of eastern Iran. Geological Society of America Bulletin, 94(1), 134-150.

تفکیک مناطق دگرسانی با استفاده از روشهای دورسنجی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ رودبار، زنجان

◆◆◆◆◆◆◆◆

لی لی دانشورصائین^۱، رضا نوری^۲، پیمان افضل^۳

^۱استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران Daneshvar.saein@gmail.com

^۲دکتری زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال reza_noor2002@yahoo.com

^۳گروه مهندسی اکتشاف معدن، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران P_Afzal@azad.ac.ir

◆◆◆◆◆◆◆◆

چکیده:

از آنجاییکه دگرسانیها ارتباط مستقیمی با کانه زایی دارند لذا، شناسایی آنها به کمک تصاویر ماهواره ای باعث تسریع در امر اکتشاف وپایین آمدن هزینه های مربوط به آن به میزان قابل توجهی می گردد. با علم به این موضوع در پژوهش حاضر، سعی گردید تا با تکیه بر علم دورسنجی و کاربرد داده های ماهواره ای ETM⁺ و ASTER با استفاده از نرم افزار ENVI و با بکارگیری تکنیک های تفریق و نسبت باندی، تحلیل مولفه های اصلی (PCA)، کسر کمترین نویز (MNF)، پیش بینی خطی باند (LS-Fit) و نقشه برداری زاویه طیفی (SAM) بر روی داده های برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ رودبار، دگرسانی های آرژیلیک، فلیک، پروپلیتیک، اکسید آهن و سیلیسی به عنوان دگرسانی های شاخص در منطقه، که می تواند بعنوان مناطق امید بخش کانه زایی هم باشد، شناسایی شده و تایید صحت آنها توسط مطالعات صحرایی صورت پذیرفته است.

کلید واژه ها: دورسنجی، دگرسانی، ETM⁺، ASTER، برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ رودبار.

Detection of Alteration zones using remote sensing methods in Rudbar 1:100000 sheet, Zanjan (NW Iran)

Lili Daneshvar Saerin¹, Reza Nouri², Peyman Afzal³

1. Department of Geology, Payame Noor university (PNU), P.O.Box, 19395-3697, Tehran, Iran

Daneshvar.saein@gmail.com

2. Department of Geology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,

reza_noor2002@yahoo.com

3. Department of Mining Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

P_Afzal@azad.ac.ir

Abstract:

Alteration zones have a direct relationship with mineralization. Separation of alteration zones by remote sensing cause to decreasing of exploration costs and times. In this research, remote sensing data as ETM⁺ and ASTER from 1:100000 Rudbar sheet are used by ENVI software. Different methods including band ratio, Principal Component Analysis (PCA), Minimum Noise Filtering (MNF), Linear Square Fitting (LS-FIT) and Spectral Angle Mapper (SAM) were used of separation various alteration zones consisting of phyllic, argillic, propylitic, iron oxides and silicification. These alteration zones were controlled by field observations.

Keywords: Remote sensing; Alteration; ETM⁺; ASTER; Rudbar 1:100000 sheet;

◆◆◆◆◆◆◆◆

مقدمه :

محدوده مورد مطالعه باطول جغرافیایی 49° تا 30° و 49° شرقی و عرض جغرافیایی 30° و 36° تا 37° شمالی در استانهای گیلان، قزوین و زنجان قرار گرفته که از لحاظ پتانسیل اقتصادی منطقه ای در خور توجه است. وجود آثار کانی سازی مس، سرب و روی متأثر از فعالیت های آتشفشانی پالئوژن و گرانیتی شدن الیگو-میوسن در محدوده مورد مطالعه گزارش شده است. از سویی، همراهی این اندیس ها و کانسارها با پهنه های آلتره این امکان را فراهم می سازد تا با روش های نوین زمین شناسی همچون علم دورسنجی که روشی سریع، آسان و کم هزینه می باشد، مورد مطالعه قرار گیرند. لذا، با توجه به مطالب فوق، در پژوهش حاضر سعی گردیده تا با استفاده از مطالعات دورسنجی و اعتبارسنجی این مطالعات توسط مشاهدات و مطالعات صحرایی مناطق امید بخش در محدوده مورد مطالعه معرفی گردد.

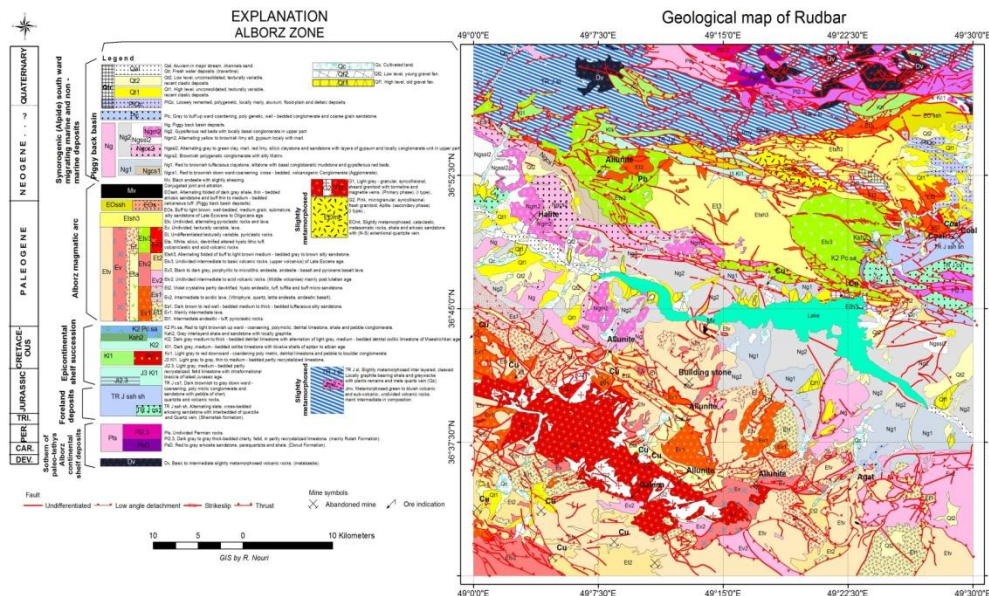


روش تحقیق:

در پژوهش حاضر، از داده های ETM^{+} با گذر ۱۶۶، ردیف های ۳۴-۳۵ و ASTER با مشخصات AST_L1B_aster1b_030701_361 استفاده گردیده است. برای استخراج دگرسانی ها از روش های ترکیب رنگی کاذب، نسبت های بانندی و روش های ریاضی به منظور تعیین فراوانی و شدت جذب ها، تحلیل مولفه ای اصلی برای شناسایی تنوع طیفی هر منظر و تفکیک و استخراج کانی ها به طور گروهی، تکنیک پردازش کمترین مربعات رگرسیون (LS-Fit) برای تعیین سرگروه های دگرسانی ها، روش کسر کمترین نویز (MNF) و روش نقشه برداری طیفی (SAM) برای شناسایی کانی های مربوط به هر دگرسانی توسط نرم افزار ENVI 4.4 مورد استفاده قرار گرفته، سپس اعتبار سنجی نتایج حاصل از این مطالعات توسط مشاهدات و مطالعات صحرایی انجام گردیده است.

زمین شناسی:

واحدهای سنگی تشکیل دهنده محدوده مورد مطالعه از پالئوزوئیک فوقانی- پرمین باسنگ نهشته های کربناته سازند روته آغاز گردیده و با توالی واحدهای سنگ چینه ای شمشک در ژوراسیک تحتانی، سنگ های کربناته کرتاسه زیرین تا بالایی در مزوزوئیک و همچنین توالی سنگ های آتشفشانی ائوسن در سنوزوئیک ادامه و در نهایت با رسوبات عهد حاضر خاتمه می یابد. با توجه به اینکه منطقه مورد بررسی تحت تأثیر عملکرد شدید فازهای تکتونیکی بوده، مجموعه نهشته های سنگی منطقه مدل یک تاقدیس عظیم پلانژ دار را با روند جنوب شرق - شمال غرب شکل داده است که البته وجود گسلهای امتداد لغز مانند گسل رودبارنشانه ای از عملکردهای ثانویه تکتونیک فعال در منطقه است. ارتباط اصلی اکثر واحدهای سنگی منطقه در دورانهای مختلف بصورت ناپیوستگی و بعضاً گسله می باشد و بجز در سری سنگهای آتشفشانی ائوسن که توالی متنوع آنها پیوستگی خاص خود را نشان می دهند دیگر واحدهای سنگی از این قاعده مستثنی هستند (شکل ۱).

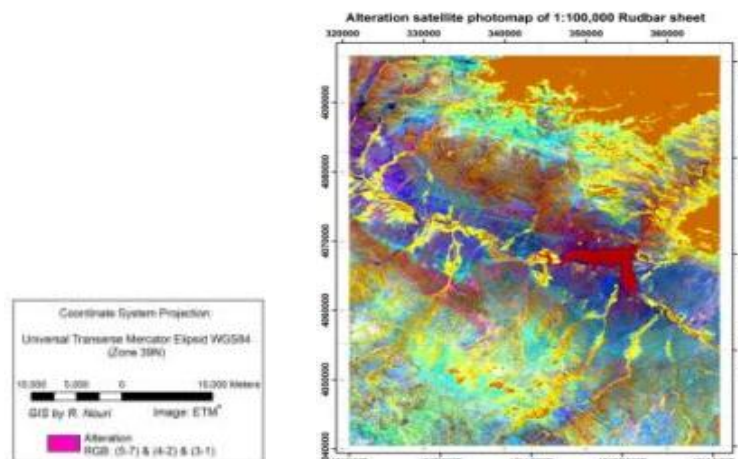


شکل ۱- نقشه برگه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ رودبار (رحمانی، ۱۳۸۳)

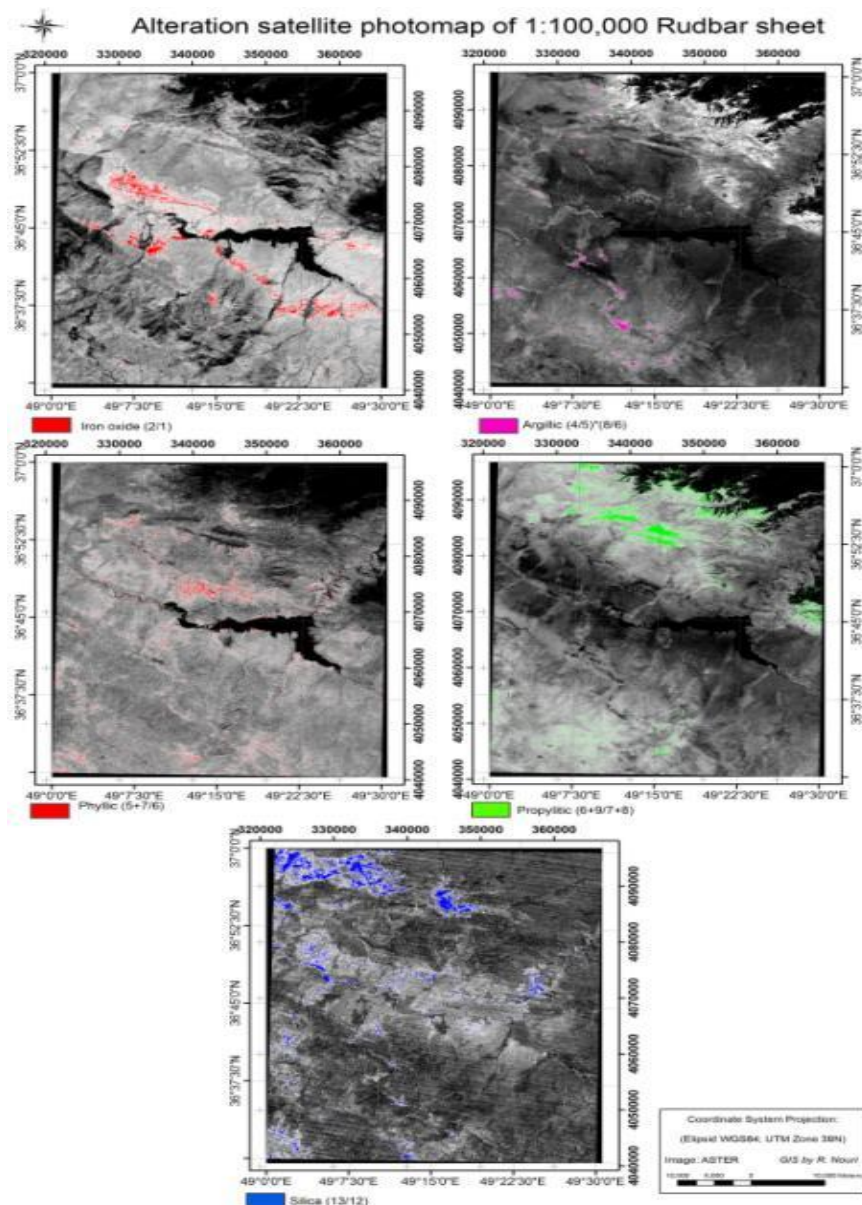
پردازش و استخراج دگرسانی ها:

روش تفريق و نسبت باندى:

یکی از روش های رایج و قدرتمند در پردازش تصاویر ماهواره ای روش های تفريق و نسبت باندى است. اساس این روش ها، تفريق و تقسيم باندها بر همدیگر است که موجب آشکار شدن عوارضی می شود که امکان تشخیص آنها در باندهای خام وجود ندارد و با به کارگیری این روش ها می توان اثرات مکان نگاری و سایه ها را در تصویر، از بین برد و اختلاف درجات روشنایی را آشکار کرد، بنابراین با شناخت خصوصیات طیف جذبی - انعکاسی کانی باندهای مناسب که دارای بیشترین انعکاس و بیشترین جذب هستند انتخاب می شوند (Inzana et al., 2003; Rouskov et al., 2005; Beiranvand Pour and Hashim, 2011). با استفاده از داده های مناطق دگرسان مشخص (شکل ۲) با استفاده از داده های ASTER مناطق اکسید آهن، آرژلیک، فلیک، پروپیلیتیک و سیلیس محدوده مورد مطالعه تفکیک شدند (شکل ۳).



شکل ۲- نمایش دگرسانی های محدوده مورد مطالعه به کمک روش تفريق باندى (سنجنده ETM^+)



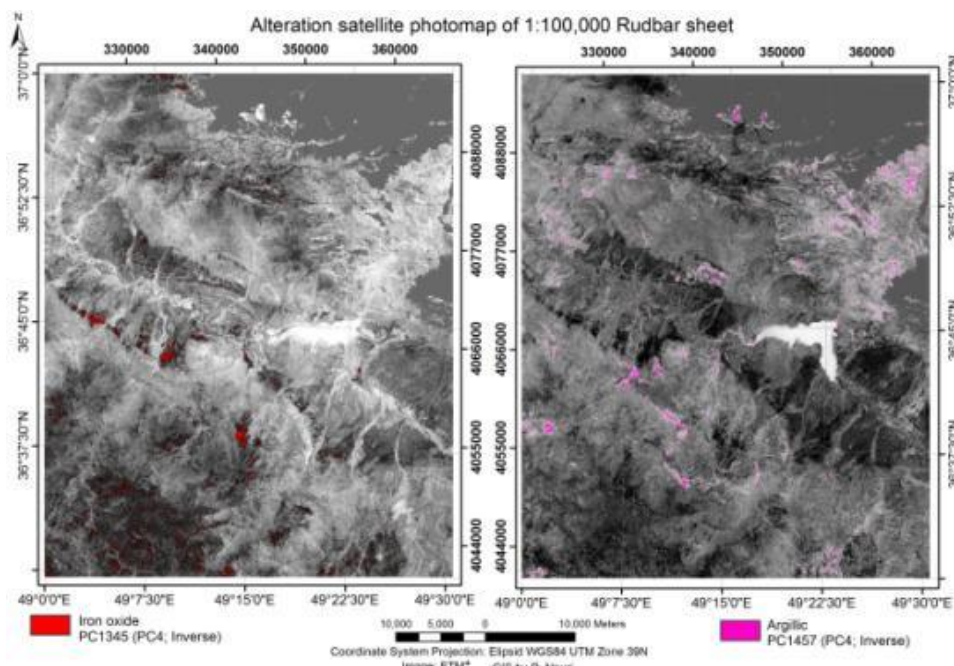
شکل ۳- نمایش دگرسانی های برگه رودبار به کمک روش نسبت باندی (سنجنده ASTER)

♦♦♦♦♦♦

روش تحلیل مولفه های اصلی (PCA):

با استفاده از روش تحلیل مولفه های اصلی (Principal Component Analysis) به عنوان یک روش دقیق، سریع و قابل اعتماد، اطلاعات چندین باند فقط در چند مولفه اصلی تجمع پیدا می کند. از طرفی، به منظور استخراج دگرسانی ها می توان رابطه بین پاسخ های طیفی کانی های هدف و مقادیر عددی استخراج شده از ماتریس بردار ویژه برای محاسبه تصاویر مولفه اصلی (PC) به کار گرفته شود که به نام روش کروسا شهرت یافته است. (Crosta et al., 2003; Myint et al., 2005; Amara, 2007; Beiranvand Pour et al., 2012).

از این رو، زیر مجموعه ۴ باندهی را برای هر کانی هدف تشکیل شد و سپس با به کارگیری PCA، ماتریس بردار ویژه این زیر مجموعه ها برای تعیین PC دربردارنده اطلاعات کانی های هدف، محاسبه گردید. با بکارگیری این روش، مناطق ماتریس بردار ویژه هر یک از کانی های رسی و اکسید آهن توسط داده های ETM^+ (شکل ۴) و نیز اکسید آهن، آرژیلیک، فلیک، پروپلیتیک و سیلیس توسط داده های ASTER محاسبه گردیدند.



شکل ۴- نمایش دگرسانی های برگه رودبار به کمک روش PCA (سنجنده ETM^+)

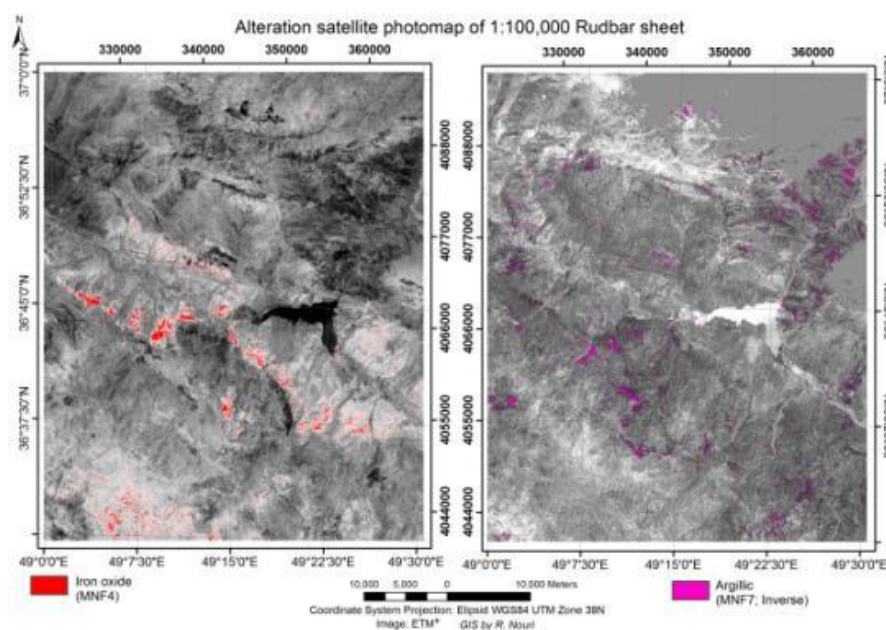
روش کسر کمترین نویز (MNF):

روش کسر کمترین نویز (Minimum Noise Fraction Transform) یک تبدیل خطی مشابه روش تحلیل مولفه اصلی است که توسط آن ابعاد اصلی داده ها تعیین شده و محاسبات فرآیندهای پیشرو را کاهش می دهد. تبدیل MNF از دو چرخش PCA مجزا تشکیل یافته است. چرخش اول کار ناهمبسته کردن و کوچک کردن نویز در داده ها را به عهده دارد که این امر، بر اساس ماتریس کوواریانس نویز صورت می گیرد (بیگی و همکاران، ۱۳۹۱). در چرخش بعدی، یک تبدیل PC استاندارد برای پاکسازی نویز در داده ها انجام می شود (Azizi et al., 2010; Hecker, 2012). از این رو، مناطق اکسید آهن، آرژیلیک، فلیک، پروپلیتیک و سیلیس تفکیک شدند (شکل ۵).

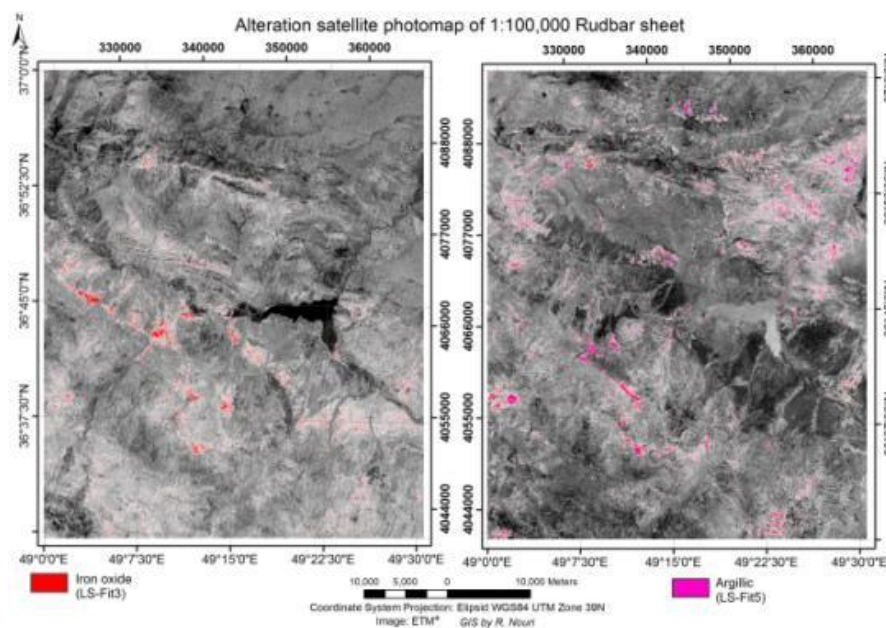
روش پیش بینی خطی باند (LS-Fit):

روش پیش بینی خطی باند (Least Squares Fitting) از خصوصیات طیفی باندهای پیش بینی کننده (predictor bands) و مقایسه آنها با یک باند خاص، یک باند باقی مانده و با توجه به باند انتخابی مدل ایجاد می شود. فرضیات این روش بر این اساس است که باندها به عنوان مقادیر ورودی، متغیرهای خطی می باشند. باند تخمینی با استفاده از یک معادله خطی از باندهای ورودی بدست می آید (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۸؛ فیضی و نوری، ۱۳۹۰). کانی هایی که نسبت به یک باند

خاص حساس هستند و اختلاف خوبی از نظر جذب و یا انعکاس در این باند نشان می دهند با اختلاف مشاهده شده بین باند تخمین زده شده و باند اصلی قابل تفکیک می باشد (Asadi Haroni and Lavafan, 2007). در این روش اختلاف بین باند واقعی و باند مدل شده به عنوان یک تصویر خروجی محاسبه می گردد که در شکل ۵ یک خروجی براساس سنجنده ASTER آورده شده است.



شکل ۵- نمایش دگرسانی های برگه رودبار به کمک روش MNF (سنجنده ETM^+)



شکل ۶- نمایش دگرسانی های برگه رودبار به کمک روش LS-Fit (سنجنده ETM^+)

روش نقشه برداری زاویه طیفی (SAM):

روش نقشه برداری زاویه طیفی (Spectral Angle Mapper) یک روش رده‌بندی طیفی می‌باشد که در طی آن شباهت بین طیف مرجع با طیف پیکسل بوسیله محاسبه زاویه بین طیف‌ها تعیین می‌شود. در حقیقت، به عنوان یک روش طبقه بندی هدایت شده شیوه ای کارآمد برای مقایسه طیف تصاویر نسبت به طیفی استاندارد یا طیف مرجع است (بابایی و رنجبر، ۱۳۸۷). الگوریتم این روش، مشابهت بین دو طیف را به وسیله زاویه طیفی بین آن دو محاسبه می‌کند (Mather, 2001; Lianes Castro, 2004; Beiranvand Pour and Hashim, 2012b). با توجه به این که هر کانی، نموداری ویژه با جذب و بازتاب های مخصوص به خود دارد، منحنی بازتاب طیفی کانی های مورد نظرازمجموعه طیفی سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS) که در نرم افزار ENVI موجود می باشند، استخراج گردید و نمودارهای طیفی مربوطه به عنوان داده مرجع جهت بارزسازی دگرسانی های اکسید آهن (هماتیت، ژاروسیت)، آرژیلیک (کائولینیت، مونتمورینویت، دیکیت، هالوسیت)، فلیک (مسکوویت، ایلیت) و پروپلیتیک (کلریت، اپیدوت) استفاده شد (شکل ۶). با توجه به نتایج بدست آمده از این روش، تصاویر ASTER نسبت به ETM⁺ دقت بالاتری داشتند. در نهایت صحت دگرسانیهای حاصل از مطالعات ماهواره ای با مشاهدات و مطالعات عملیات صحرایی مورد تایید قرار گرفت (شکل ۷).

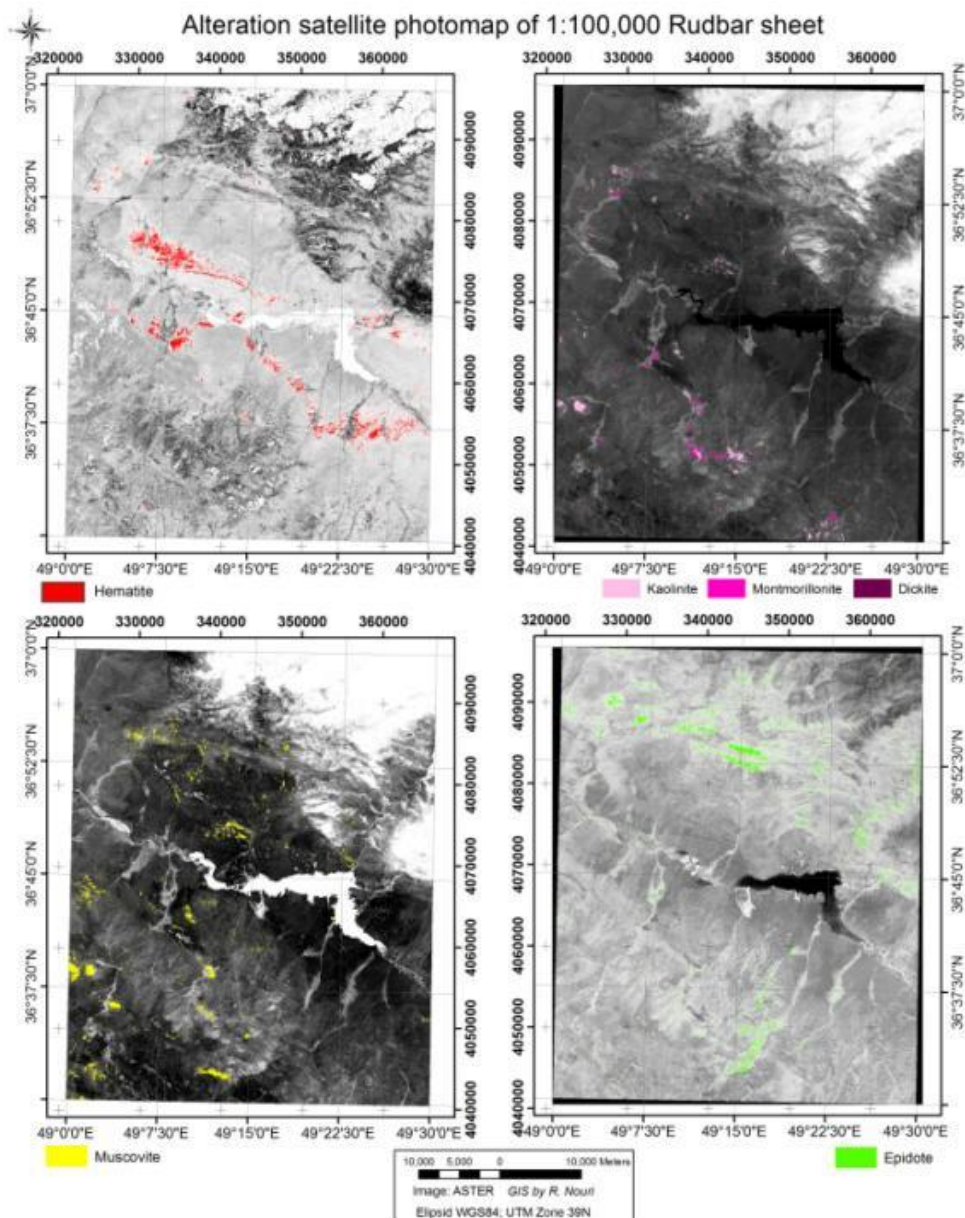
مطالعات صحرایی:

با توجه به اینکه روش های دورسنجی نیز همانند سایر روشهای پردازشی بدون تایید صحت مطالعات انجام شده توسط بازدیدهای صحرایی و مطالعات مکمل دیگر فقط یک پروژه نرم افزاری بوده و نتایج حاصل از آن قابل استناد نمی باشد. لذا در این مرحله اقدام به اعتبارسنجی نتایج حاصل از مطالعات دورسنجی با استفاده از بازدیدها و بیمایش های صحرایی گردیده و صحت آلتراسیونهای تعیین شده مورد تایید قرار گرفته و در نهایت مناطق امید بخش و آنومال با توجه به آلتراسیونهای بارز شده توسط مطالعات دورسنجی در محدوده مورد مطالعه جهت مطالعات بیشتر معرفی گردیده است (شکل ۸).

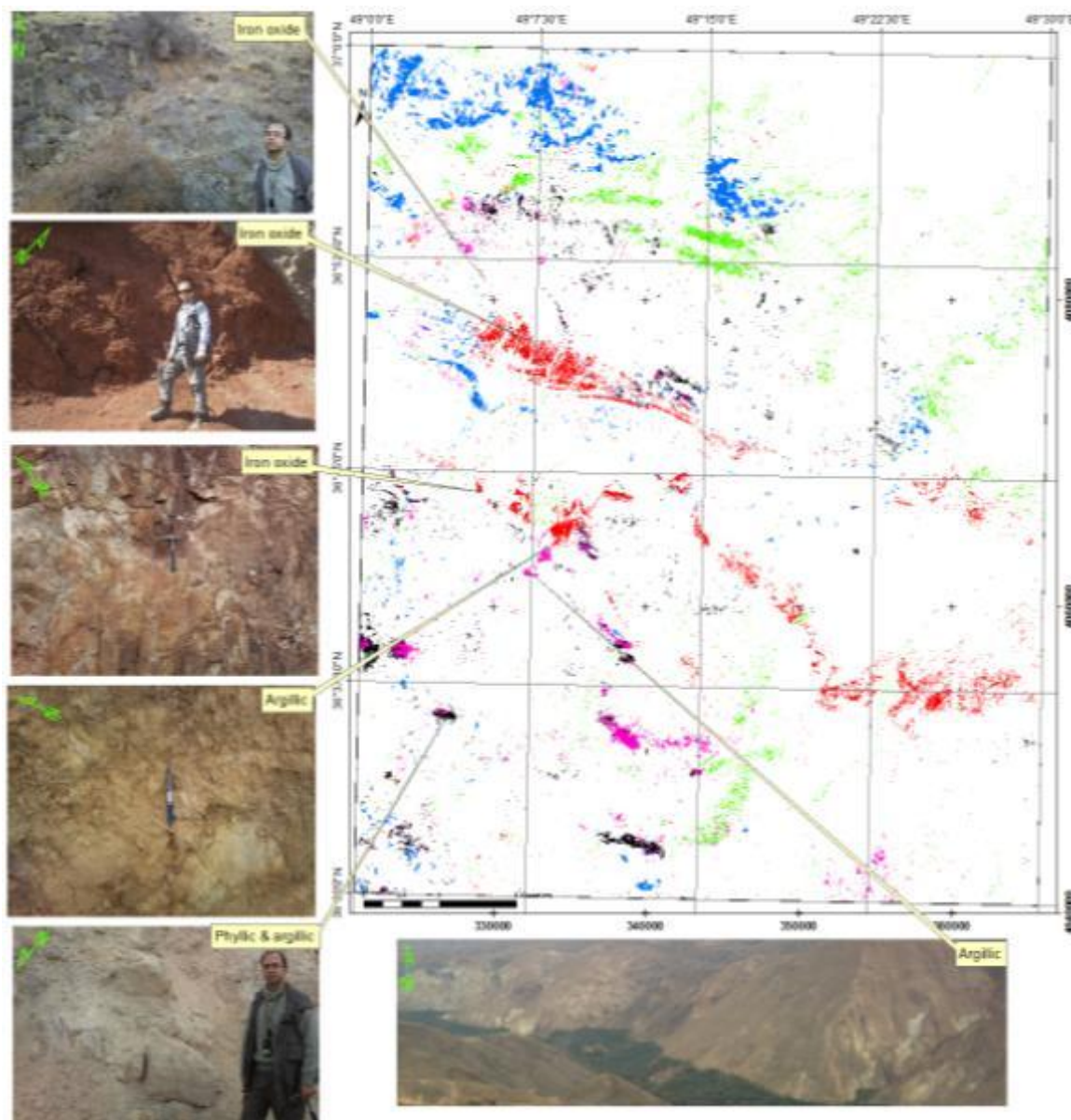
نتیجه گیری:

دگرسانی های آرژیلیک، فلیک، پروپلیتیک، اکسید آهن و سیلیسی به عنوان دگرسانی های شاخص در منطقه، با اعمال روشهای تفریق و نسبت باندی، تحلیل مولفه های اصلی، کسر کمترین نویز، پیش بینی خطی باند و نقشه برداری زاویه طیفی مشخص و توسط مطالعات صحرایی مورد تایید قرار گرفته است. دگرسانی های سیلیسی و تا حدودی پروپلیتیک در شمال منطقه دیده می شود. این دگرسانی ها با دگرسانی آرژیلیک، اکسید آهن و در بعضی نقاط با فلیک دیده شده، البته دگرسانی اکسید آهن در قسمت های مرکزی و شرقی برکه رودبار نیز گسترش داشته، همچنین دگرسانی های آرژیلیک و فلیک در غرب برکه نیز بصورت پراکنده مشاهده می شود. وسعت دگرسانی ها در سطح منطقه به ویژه نواحی سیلیسی

شده که امتداد خیلی زیادی در منطقه دارند، شاهدی از حضور سیال هیدروترمال بوده که بطور عمده در امتداد گسل ها و شکستگی های اصلی منطقه بوده و بالطبع این سیالات سبب کانی سازی در این امتدادها گردیدند.



شکل ۷- نمایش دگرسانی های برگه رودبار به کمک روش SAM (سنجده ASTER)



شکل ۸- شواهد صحرایی مربوط به مطالعات ماهواره ای برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ رودبار

♦♦♦♦♦♦

منابع فارسی :

۱. رحمانی، ش، ۱۳۸۳، گزارش بررسی و معرفی نواحی امیدبخش معدنی در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی رودبار (زون طارم)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۲- طباطبایی، ح، منصوری اصفهانی، م، طبائی، م، ۱۳۸۸، بررسی دگرسانی های هیدروترمال در ارتباط با کانی زایی بنتونیت و مس در ناحیه زفره- مهرآباد با استفاده از داده های ماهواره ای، اولین جشنواره ی برترین های معدن استان اصفهان.

- ۳- فیضی، ف، نوری، ر، ۱۳۹۰، استفاده از داده های دورسنجی ETM^{+} به عنوان کلید اکتشافی در برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک (جنوب خاوری سراب)، فصلنامه علمی- پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، سال چهارم، شماره چهارم، ص ۴۷ تا ۶۲
- ۴- کریم پور، م، ج، ملک زاده، آ، حیدریان، م، ۱۳۸۷، اکتشافات ذخایر معدنی، مدل های زمین-شناسی، ژئوشیمی، ماهواره ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.



References:

1. Amara, S.A., 2007, Spectral Remote Sensing of Hydrothermal Alteration Associated with Volcanic Massive Sulphide Deposits, Gorob-Hope Area, Namibia, Master of Science Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands, pp 54.
2. Asadi Haroni, H., Lavafan, A., 2007, Integrated Analysis of ASTER and Landsat ETM Data to Map Exploration Targets in the Muteh Gold Mining Area, IRAN, 5th International Symposium on Spatial Data Quality, Enschede, The Netherlands.
3. Azizi, H., Tarverdi, M.A., Akbarpour, A., 2010, Extraction of Hydrothermal Alterations from ASTER SWIR Data from East Zanzan, northern Iran, Adv. Space Res., 46, pp 99-109.
4. Beiranvand Pour A., Hashim M., and Marghany M., 2011, Using Spectral Mapping Techniques on Short Wave Infrared Bands of ASTER Remote Sensing Data for Alteration Mineral Mapping in SE Iran, Int. J. Phys. Sci., Vol. 6(4), pp 917-929.
5. Beiranvand Pour A., Hashim M., 2012, The Application of ASTER Remote Sensing Data to Porphyry Copper and Epithermal Gold Deposits, Ore Geol. Rev., Vol. 44, pp. 1-9

مطالعه دگرسانی سیستم‌های مس پورفیری با استفاده از تصاویر ماهواره ای ASTER در شمال غرب ایران (در محدوده کانسارهای سونگون، هفت چشمه و کیکال)

◆◆◆◆◆

افسون دستور^۱، سید جواد مقصدی^۲، شهره حسن پور^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران. afsoondsastour@yahoo.com

^۲دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران. Sjmoghaddasi@yahoo.com

^۳استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران. Shohreh.hassanpour@yahoo.com

◆◆◆◆◆

چکیده:

محدوده مورد مطالعه در نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورزقان قرار دارد و بخشی از پهنه البرز باختری- ارسباران است. شناسایی و تعیین نواحی مستعد معدنی و مطالعه کانی سازی ها همچون مس پورفیری، یکی از کاربردهای عمده و مهم سنجش از دور در زمینه اکتشاف منابع معدنی است. پردازش داده های ماهواره ای منطقه با روش هایی چون ترکیب رنگی دروغین، نسبت بانندی، تجزیه مولفه اصلی، الگوریتم نقشه بردار زاویه طیفی و کمترین مربعات رگرسیون انجام شده است. در این مطالعات، روش کروسا به خوبی قادر به ثبت و جدایش نواحی دگرسان شده در محدوده مطالعاتی است و دقت و کارایی این روش به نحو چشمگیری بالاتر از روش های دیگر از جمله ترکیب رنگی کاذب، نسبت بانندی، LS-fit و SAM می باشد چرا که در روش نسبت های بانندی، مناطقی با بیشترین احتمال حضور ماده معدنی مورد نظر بارز گردیده و به طور کلی اهداف مورد جستجو در آن محقق شده است.

کلید واژه ها: سیستم مس پورفیری، تصاویر ماهواره استر، سونگون- هفت چشمه - کیکال، ایران

Application of ASTER Images processing in study of Alterations in NW of Iran porphyry systems(in Sungun, Haftcheshmeh and Kighal)

Afsoon Dastour¹, Javad Moghaddasi², Shohreh Hassanpour³

¹Department of Geology, Payame Noor University, Tehran East Branch, Tehran, Iran.

afsoondsastour@yahoo.com

²Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor university, Iran.

Sjmoghaddasi@yahoo.com

³Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor university, Iran.

hassanpour@pnu.ac.ir

Abstract:

Study area is located on the 1:100,000 map of varzaghan and is a part of the west Alborz-Arasbaran. Reconnaissance and specification of mineral areas and studying the species of mineralization such as porphyry copper, is one the most important applications of remote sensing in the exploration of mineral resources. Processing the satellite data of area done with some methods such as False color combination, Band ratio, Partial component analysis, Spectral angle mapper algorithm and Least squares regression. In these studies, the

Crosta method is capable of recording and separating Altered areas within the study area and the accuracy and efficiency of this method is considerably higher than other methods, including False color combination, Band Ratio, Ls-fit and SAM because in the Band Ratio method, areas with the highest probability of occurrence of the mineral matter are evident and the search targets in general have been achieved.

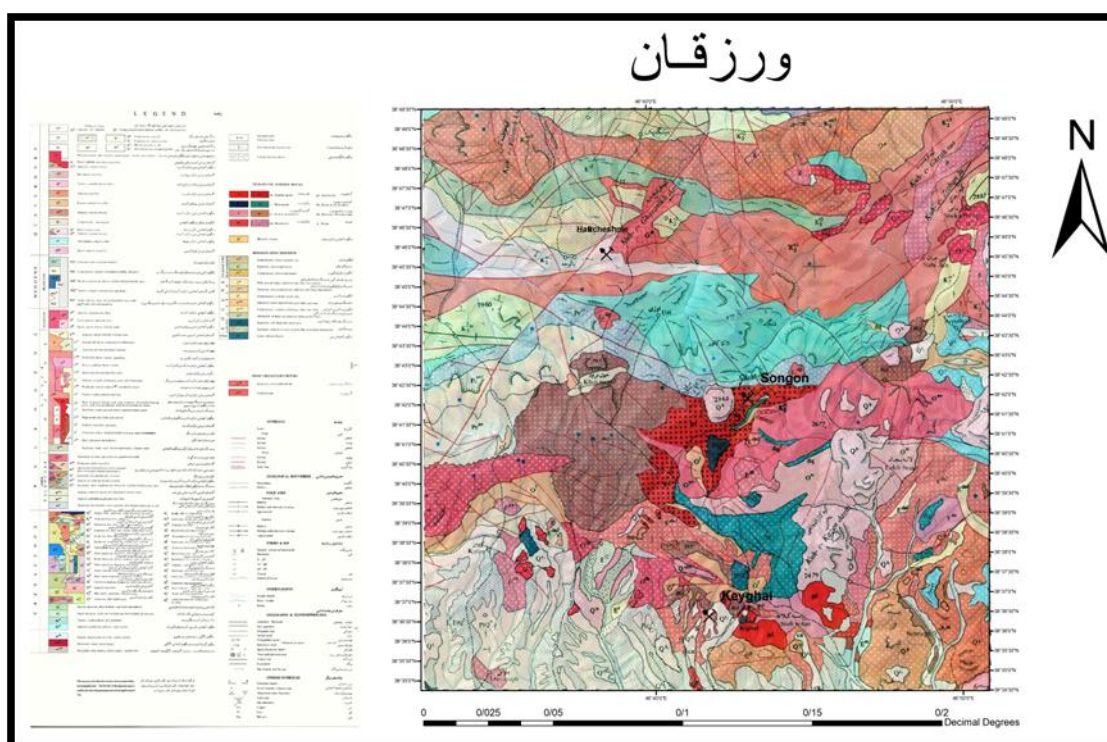
Keywords: Aster Remote sensing process, porphyry copper systems, Sungun-Haftcheshme-Kighal, Iran.



مقدمه :

شناسایی و تعیین نواحی مستعد معدنی و مطالعه تیپ هایی از کانی سازی همچون مس پورفیری، یکی از کاربردهای عمده و مهم مطالعات سنجش از دور در زمینه اکتشاف منابع معدنی است. تکنیک های دور سنجی امکان شناسایی و اکتشاف مقدماتی یک محدوده وسیع را با دقت و سرعت بالا و هزینه کم میسر می سازد. با پردازش و تفسیر داده های ASTER می توان زون های آلتره آرژیلی، پروپلیتی و اکسید های آهن را با دقت ۳۰ متر بر روی زمین تفکیک نمود. هدف از انجام این مطالعات، بررسی و پردازش مناطق دگرسانی در کانسارهای مس پورفیری هفت چشمه، سونگون و کیکال و شناخت و تفکیک مناطق دگرسانی با استفاده از روش هایی چون ترکیب رنگی دروغین، نسبت بانندی، تجزیه مولفه اصلی، الگوریتم نقشه بردار زاویه طیفی و کمترین مربعات رگرسیون می باشد.

شکل ۱: نقشه ورزقان شامل معادن هفت چشمه - سونگون - کیکال



روش تحقیق:

نمونه هایی از زونهای دگرسانی مختلف برداشت شد و با روش **XRD** مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۱). بررسی راستی آزمایشی تصاویر پردازش شده و شناسایی زونهای دگرسانی در انطباق با نتایج آنالیزهای شیمیایی **XRD** در نهایت با استفاده از انطباق نقاط نمونه برداری و تصویر پردازش شده می توان به صحت پردازش ها و بارز سازی ها دست یافت. این کار تنها با بررسی نقطه به نقطه نقاط نمونه برداری بر روی تصویر بارز سازی شده امکان پذیر است. آنالیزهای **XRD** با تفکیک رسی و همچنین کانی شناسی در آزمایشگاه کانساران بینالود در ایران و آزمایشگاه **Amdel** در کشور استرالیا انجام گرفته است.

جدول ۱: تعدادی از آنالیزهای نمونه های معدن هفت چشمه - سونگون - کیکال

Area	Lab.Code	Minerals
7Cheshme	7.-9-Sh455	Q,Kf,Mus,Jar
7Cheshme	7.-3	Q,Plag,Kf,Mus,Kao,Py
7Cheshme	Sh456	Q,Chl,Cal
7Cheshme	Sh459	Q,Dol,Gyp,Py
7Cheshme	Sh451	Q,Alb,Orth<Horn
Kighal	Kg17X	Q,Kf,Mus,Jar
Kighal	Kg-Arg-Iso	Q,Kf,Mus,Chl
Kighal	KgFe41	Q,Kf,Mus
Kighal	Kg-Si-iso	Q,Kf,Mus
Kighal	Sh281	Q,Alb,Mus,Chl,Orth,Anorth,Aug,Hem,Mont
Kighal	Sh282	Q,Hem,Alb,Orth
Kighal	Sh283	Q,Hem,Alb,Orth,Chl,Mus,Illi
Sungun	S11	Plag,Kf,Mus,Cpyx,Amph,Smec
Sungun	S17	Q,Mus,Py
Sungun	Sk5	Q, Plag,Kf,Mus,Kao,Amp,Hor
Sungun	Sk7	Q,Plag,Kf,Mus
Sungun	Skp14	Q,Mag,Cpyx,Goe
Sungun	Skp4	Q,Plag,Chl,Epi,Cpyx,Cal
Sungun	Skp9	Q,Plag,Chl,Epi,Cpyx,Cal
Sungun	S-Pot-strng	Q,Plag,Kf,Mus,Py
Sungun	Sun-Si	Q,Mus,Kao,Alu
Sungun	Sh73	Alb,Horn,Mus,Illi

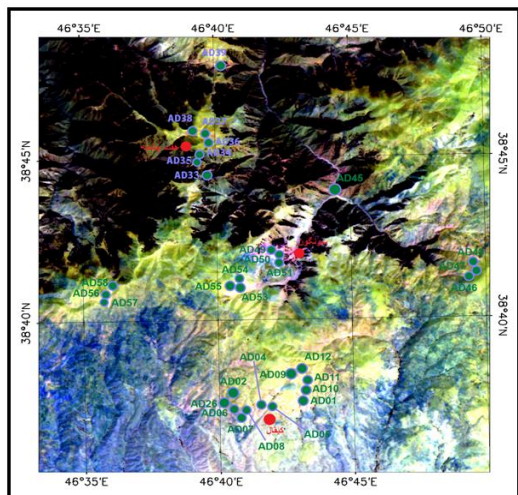


نتایج

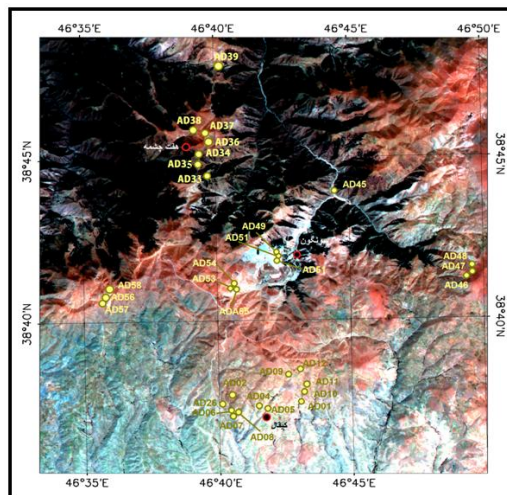
الف) روش ترکیب رنگی کاذب (False Color Composite)

ترکیب رنگی کاذب از ترکیب سه باند مختلف و اختصاص باند به یکی از سه رنگ قرمز، سبز، آبی (RGB) ساخته می شود. هدف از انتخاب باندهای مناسب برای ساخت تصاویر رنگی، به حداقل رساندن داده های کم ارزش و استفاده

حداکثر از اطلاعات مفید می باشد. کائولینیت در باند ۷ و کلریت در باندهای ۶ و ۷ بیشترین انعکاس، کائولینیت در باند ۵ و ۶ و کلریت در باند ۸ بیشترین جذب را دارند. از RGB:531 برای بارزسازی اکسید آهن (نقاط نارنجی مایل به زرد) (شکل ۲) و از RGB:462 برای زون آرژلیک (رنگ صورتی) و زون پروپیلیتیک (رنگ سبز پسته ای) استفاده شده است (شکل ۳).



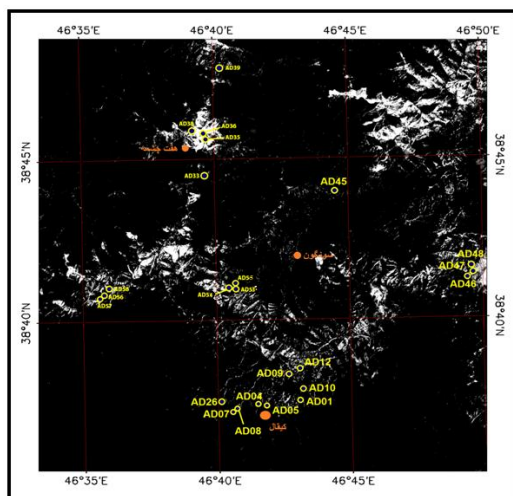
شکل ۳: RGB:468 - آرژلیک و پروپیلیتیک



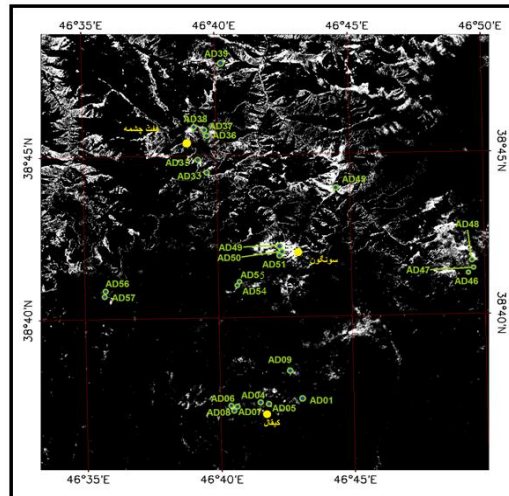
شکل ۲: RGB:821 - اکسید آهن

ب) روش نسبت های باندی (Band ratio)

با شناخت خصوصیات حداکثر جذب و حداکثر انعکاس کانی های مختلف می توان پدیده های مختلف را بارز سازی کرد. نتیجه تقسیم مقادیر درجه شناسایی پیکسل ها در یک باند طیفی به باند طیفی دیگر را نسبت باندی می گویند. این روش اختلاف بین درجات روشنایی را آشکارتر کرده و مرز بین عوارض را مشخص تر می سازد. بنابراین برای جدا کردن مرز واحدهای سنگی بکار می رود. نسبت های باندی مناسب برای زون پروپیلیتیک ۴/۵ (شکل ۴) و برای اکسید آهن ۴/۱ (شکل ۵) می باشد.



شکل ۵: نسب باندی ۴/۱، اکسید آهن

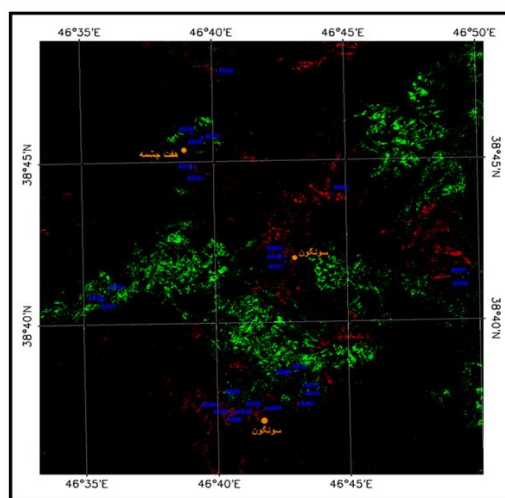


شکل ۴: نسبت باندی ۴/۵، زون پروپیلیتیک

(پ) روش SAM (Spectral Angel Mapper)

در روش SAM (طبقه بندی نقشه بردار زاویه طیفی (Spectral Angel Mapper)) شباهت بین پیکسل ها و طیف ها بر اساس محاسبه زاویه بین رفتار طیفی صورت میگیرد و نرم افزار با این فرض که رفتار طیفی به عنوان بردارهایی در یک فضای n بعدی هستند. n بعدی بودن را بر اساس تعداد باندها تشخیص می دهد. در این تصویر، مناطق قرمز رنگ دارای کانی کائولینیت (زون آرژیلیک) و مناطق سبز رنگ دارای کانی کلریت (زون پروپیلیتیک) هستند (شکل ۶).

شکل ۶: روش SAM - قرمز کائولینیت و سبز کلریت



(ت) روش کمترین مربعات رگرسیون (Ls fit)

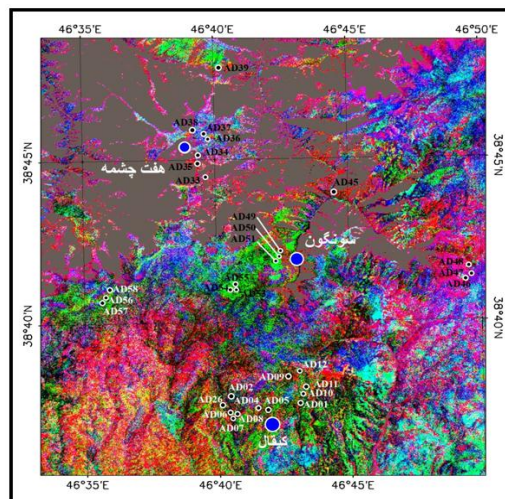
با این روش می توان تغییرات زیر را بر روی تصاویر اعمال کرد:

(۱) تولید باند تخمینی با استفاده از یک معادله خطی از باندهای ورودی

(۲) آشکارسازی کانی های معرف دگرسانی بر اساس اختلاف جذب و تشعشع در باندهای مشخص

(۳) اختلاف بین باند واقعی و باند مدل شده به عنوان یک تصویر خروجی

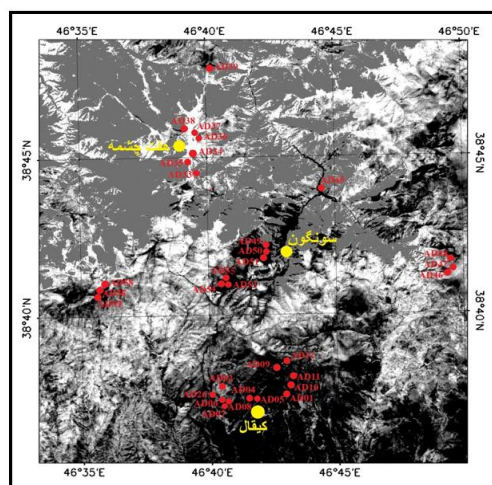
در تصویر ذیل، ترکیب Lsfit های R:3-G:6-G:8 انتخاب شده و مناطق قرمز رنگ به طور کلی مناطق دارای دگرسانی اند، مناطق سبز رنگ مناطق دارای دگرسانی آرژیلیک و فلیک و مناطق آبی رنگ مناطق دارای دگرسانی پروپلیتیک اند (شکل ۷).



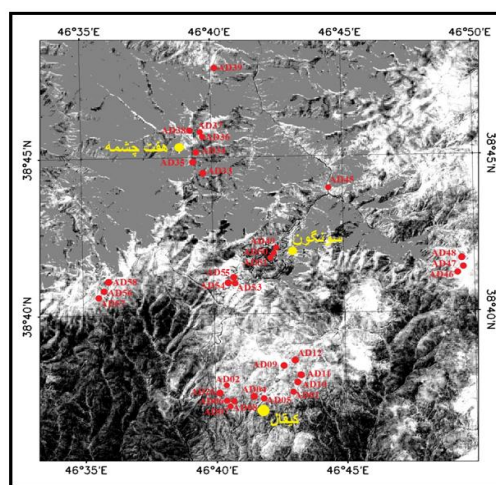
شکل ۷: روش Ls-fit - ترکیب R:3-G:6-G:8

(ث) روش کروستا (PCA)

به وسیله این تکنیک می توان اشکال ویژه زمین شناسی، از جمله زون های دگرسانی را شناسایی کرد. برای شناسایی مناطق دگرسان شده از باندهای ۱-۶-۷-۸ (شکل ۸) و برای شناسایی اکسیدهای آهن دار از باندهای ۱-۲-۳-۴ (شکل ۹) به عنوان ورودی روش آنالیز مولفه اصلی استفاده شده است. پس از بررسی پروفیل طیفی هر گروه از دگرسانی ها، فرآیند آنالیز مولفه اصلی بر روی هر گروه به طور جداگانه انجام و نتایج در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. با توجه به جداول ۲ و ۳، بیشترین اختلاف بین باندهای ۱ و ۷ در PC4 و بین باندهای ۱ و ۴ در PC2 مشاهده می شود.



شکل ۹: روش PCA-PC2 - مناطق دارای اکسید آهن



شکل ۱۸: روش PCA - PC4 - مناطق دگرسان شده

جدول ۲: نتایج حاصل از پردازش مولفه های اصلی باندهای ۱ و ۶ و ۷ و ۸

Eigenvector	Band 1	Band 6	Band 7	Band 8
PC1	0.674384	0.446522	0.418614	0.413021
PC2	0.737966	-0.427833	-0.355836	-0.381766
PC3	-0.011049	-0.727937	0.130177	0.673083
PC4	-0.022140	-0.296117	0.825346	-0.480237

جدول ۳: نتایج حاصل از پردازش مولفه های اصلی باندهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴

Eigenvector	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4
PC1	0.580010	0.574685	0.412433	0.404010
PC2	0.331047	0.416679	-0.255473	-0.807168
PC3	-0.152655	0.431891	-0.788723	0.409979
PC4	0.728487	-0.556404	-0.377556	0.131046



نتیجه گیری :

در مطالعات انجام شده در سیستمهای پورفیری در شمالغرب کشور (در سونگون، هفت چشمه و کیکال) مشاهده می شود که روش کروسا به خوبی قادر به ثبت و جدایش نواحی دگرسان شده در محدوده مطالعاتی است و دقت و کارایی این روش به نحو چشمگیری بالاتر از روش های دیگر از جمله ترکیب رنگی کاذب، نسبت بانندی، LS-fit و SAM می باشد چرا که در روش نسبت های بانندی، مناطقی با بیشترین احتمال حضور ماده معدنی مورد نظر بارز گردیده و به طور کلی اهداف مورد جستجو در آن محقق شده است.

نتایج حاصل از بررسی های دورسنجی در مطالعه حاضر، با زمین شناسی منطقه و تیپ کانی سازی منطقه مطابقت دارد. نتایج حاصل از تمامی روش های استفاده شده دارای همپوشانی بوده و یکدیگر را تایید می نمایند. همچنین مقایسه نتایج حاصله و کارهای صحرایی انجام شده در منطقه مشخص می کند که منطقه مورد بررسی دارای پتانسیل بالایی برای ذخیره معدنی تیپ مس پورفیری است. در مورد مطالعات کانی های رسی، در منطقه در راستای چکینگ، مطالعات NED و ERSDAC توسط دو شرکت ژاپنی در ایران جهت مقایسه نتایج مورد استفاده قرار گرفته است.



منابع فارسی :

- پیرخضریان س.ل، ۱۳۹۰، "بررسی توانمندی های تصاویر ASTER+ETM بر اساس پردازش شیء گرا جهت شناسایی زون های آلتراسیون کانسار مس پورفیری سونگون"، کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی گروه جغرافیای طبیعی.
- حسنی پاک، ع. شرف الدین، م، ۱۳۹۱. "تحلیل داده های اکتشافی"، ۱۰۱۰ صفحه، انتشارات دانشگاه تهران.
- مهرپرتو، م. ۱۳۷۱. شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش ورزقان. مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰. سازمان زمین شناسی کشور.
- قربانی، م. ۱۳۸۲، مطالعات دور سنجی با استفاده از داده های ASTER به منظور تعیین کانی شناسی و هاله های دگرسانی؛ مطالعات موردی معدن مس سونگون، مقاله، سازمان زمین شناسی، ۷ صفحه

References:

- Hezaekhani, A. and William- Jones, A. E., 1998. Controls of alteration and mineralization in the Sungun porphyry copper deposit, Iran: evidence from fluid inclusions and stable isotopes. *Economic Geology* 93: 651-670.
- Sabins, F. F., 1999. Remote sensing for mineral exploration. *Ore Geology Reviews*, 14: 157-183.
- Ranjbar, H., Roonwal, G. S. & Ravidaran, K. V., 2001. Digital image processing for lithological and alteration mapping, using spot multispectral data. A case study of Pariz area, Kerman Province. *Scientific Quarterly Journal Geoscience*, 10: 83-95.
- Rouskov, K., Stoykov, S. & Yamaguchi, Y., 2005. applications of the remote sensing in geology by using of aster image.in: Scientific Conference "SPACE, ECOLOGY, SAFETY". P.167-173.
- Library of ENVI software 4.8, 2010. Co, 80301, USA.

مطالعه دگرسانی سیستم‌های مس پورفیری با استفاده از تصاویر ماهواره ای LANDSAT در شمال غرب ایران (در

محدوده کانسارهای سونگون، هفت چشمه و کیکال)

◆◆◆◆◆

افسون دستور^۱، سید جواد مقصدی^۲، شهره حسن پور^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران. afsoondsastour@yahoo.com

^۲دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران. Sjmoghaddasi@yahoo.com

^۳استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران. Shohreh.hassanpour@yahoo.com

◆◆◆◆◆

چکیده:

محدوده مورد مطالعه در نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورزقان قرار دارد و بخشی از پهنه البرز باختری- ارسباران است. شناسایی و تعیین نواحی مستعد معدنی و مطالعه کانی سازی ها همچون مس پورفیری، یکی از کاربردهای عمده و مهم سنجش از دور در زمینه اکتشاف منابع معدنی است. پردازش داده های ماهواره ای منطقه با روش هایی چون ترکیب رنگی دروغین، نسبت باندی، تجزیه مولفه اصلی، الگوریتم نقشه بردار زاویه طیفی و کمترین مربعات رگرسیون انجام شده است. در این مطالعات، روش کروسا به خوبی قادر به ثبت و جدایش نواحی دگرسان شده در محدوده مطالعاتی است و دقت و کارایی این روش به نحو چشمگیری بالاتر از روش های دیگر از جمله ترکیب رنگی کاذب، نسبت باندی، LS-fit و SAM می باشد چرا که در روش نسبت های باندی، مناطقی با بیشترین احتمال حضور ماده معدنی مورد نظر بارز گردیده و به طور کلی اهداف مورد جستجو در آن محقق شده است.

کلید واژه ها: سیستم مس پورفیری، تصاویر ماهواره لندست، سونگون- هفت چشمه- کیکال، ایران

Application of Landsat Images processing in study of Alterations in NW of Iran porphyry systems(in Sungun, Haftcheshmeh and Kighal)

Afsoon Dastour¹, Javad Moghaddasi², Shohreh Hassanpour³

¹Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

afsoondsastour@yahoo.com

²Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor university, Iran.

Sjmoghaddasi@yahoo.com

³Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor university, Iran.

hassanpour@pnu.ac.ir

Abstract:

Study area is located on the 1:100,000 map of varzaghan and is a part of the west Alborz-Arasbaran. Reconnaissance and specification of mineral areas and studying the species of mineralization such as porphyry copper, is one the most important applications of remote sensing in the exploration of mineral resources. Processing the satellite data of area done with some methods such as False color combination, Band ratio, Partial component analysis, Spectral angle maper algorithm and Least squares regression. In these studies, the Crosta method is capable of recording and separating Altered areas within the study area and the accuracy and

efficiency of this method is considerably higher than other methods, including False color combination, Band Ratio, Ls-fit and SAM because in the Band Ratio method, areas with the highest probability of occurrence of the mineral matter are evident and the search targets in general have been achieved.

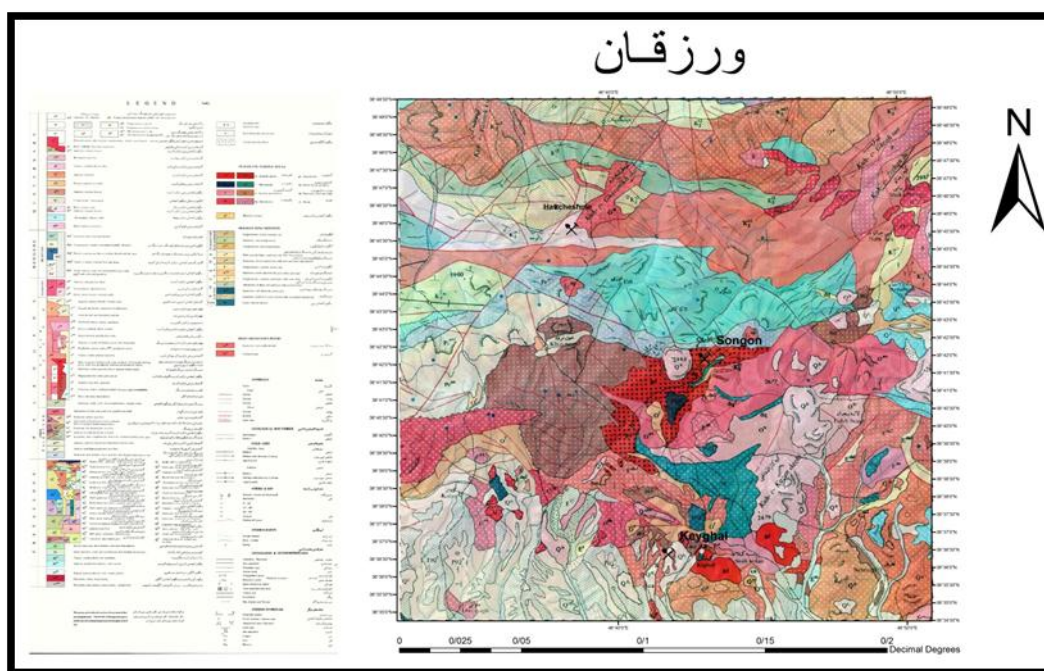
Keywords: Landsat Remote sensing process, porphyry copper systems, Sungun-Haftcheshme-Kighal, Iran.



مقدمه :

شناسایی و تعیین نواحی مستعد معدنی و مطالعه تیپ هایی از کانی سازی همچون مس پورفیری، یکی از کاربردهای عمده و مهم مطالعات سنجش از دور در زمینه اکتشاف منابع معدنی است. تکنیک های دور سنجی امکان شناسایی و اکتشاف مقدماتی یک محدوده وسیع را با دقت و سرعت بالا و هزینه کم میسر می سازد. با پردازش و تفسیر داد های LANDSAT می توان زون های آلتره آرژیلی، پروپلیتی و اکسید های آهن را با دقت ۳۰ متر بر روی زمین تفکیک نمود. هدف از انجام این مطالعات، بررسی و پردازش مناطق دگرسانی در کانسارهای مس پورفیری هفت چشمه، سونگون و کیقال (شکل ۱) و شناخت و تفکیک مناطق دگرسانی با استفاده از روش هایی چون ترکیب رنگی دروغین، نسبت بانندی، تجزیه مولفه اصلی، الگوریتم نقشه بردار زاویه طیفی و کمترین مربعات رگرسیون می باشد.

شکل ۱: نقشه ورزقان شامل معادن هفت چشمه - سونگون - کیقال



روش تحقیق:

نمونه هایی از زونهای دگرسانی مختلف برداشت شد و با روش **XRD** مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۱). بررسی راستی آزمایشی تصاویر پردازش شده و شناسایی زونهای دگرسانی در انطباق با نتایج آنالیزهای شیمیایی **XRD** در نهایت با استفاده از انطباق نقاط نمونه برداری و تصویر پردازش شده می توان به صحت پردازش ها و بارز سازی ها دست یافت. این کار تنها با بررسی نقطه به نقطه نقاط نمونه برداری بر روی تصویر بارز سازی شده امکان پذیر است. آنالیزهای **XRD** با تفکیک رسی و همچنین کانی شناسی در آزمایشگاه کانساران بینالود در ایران و آزمایشگاه **Amdel** در کشور استرالیا انجام گرفته است.

جدول ۱: نتایج تجزیه پراش پرتو ایکس (**XRD**) نمونه های هفت چشمه - سونگون - کیکال

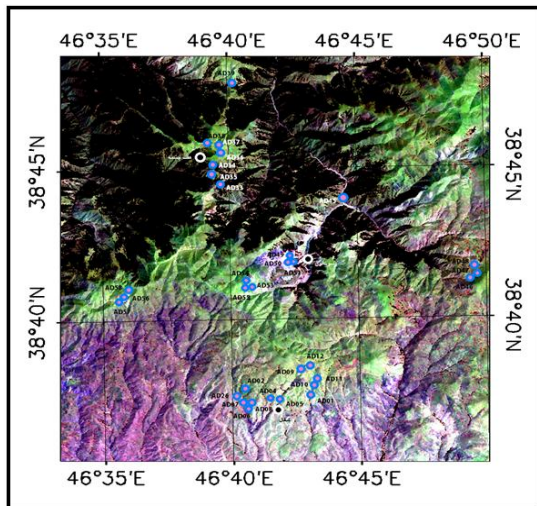
Area	Lab.Code	Minerals
7Cheshme	7.-9-Sh455	Q,Kf,Mus,Jar
7Cheshme	7.-3	Q,Plag,Kf,Mus,Kao,Py
7Cheshme	Sh456	Q,Chl,Cal
7Cheshme	Sh459	Q,Dol,Gyp,Py
7Cheshme	Sh451	Q,Alb,Orth<Horn
Kighal	Kg17X	Q,Kf,Mus,Jar
Kighal	Kg-Arg-Iso	Q,Kf,Mus,Chl
Kighal	KgFe41	Q,Kf,Mus
Kighal	Kg-Si-iso	Q,Kf,Mus
Kighal	Sh281	Q,Alb,Mus,Chl,Orth,Anorth,Aug,Hem,Mont
Kighal	Sh282	Q,Hem,Alb,Orth
Kighal	Sh283	Q,Hem,Alb,Orth,Chl,Mus,Illi
Sungun	S11	Plag,Kf,Mus,Cpyx,Amph,Smec
Sungun	S17	Q,Mus,Py
Sungun	Sk5	Q, Plag,Kf,Mus,Kao,Amp,Hor
Sungun	Sk7	Q,Plag,Kf,Mus
Sungun	Skp14	Q,Mag,Cpyx,Goe
Sungun	Skp4	Q,Plag,Chl,Epi,Cpyx,Cal
Sungun	Skp9	Q,Plag,Chl,Epi,Cpyx,Cal
Sungun	S-Pot-strng	Q,Plag,Kf,Mus,Py
Sungun	Sun-Si	Q,Mus,Kao,Alu
Sungun	Sh73	Alb,Horn,Mus,Illi



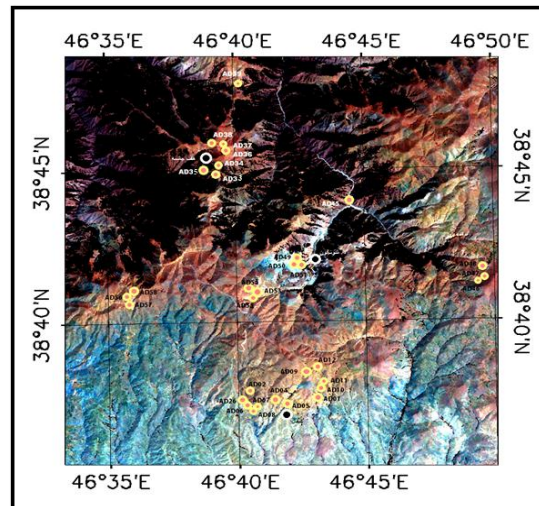
نتایج

الف) روش ترکیب رنگی کاذب (False Color Composite)

ترکیب رنگی کاذب از ترکیب سه باند مختلف و اختصاص باند به یکی از سه رنگ قرمز، سبز، آبی (RGB) ساخته می شود. هدف از انتخاب باندهای مناسب برای ساخت تصاویر رنگی، به حداقل رساندن داده های کم ارزش و استفاده حداکثر از اطلاعات مفید می باشد. کائولینیت در باند ۷ و ۴ و کلریت در باندهای ۶ و ۷ بیشترین انعکاس، کائولینیت در باند ۵ و کلریت در باند ۸ بیشترین جذب را دارند. از RGB:531 برای بارزسازی اکسید آهن (نقاط نارنجی مایل به زرد) (شکل ۲) و از RGB:462 برای زون آرژیلیک (رنگ سبز پسته ای) استفاده شده است (شکل ۳).



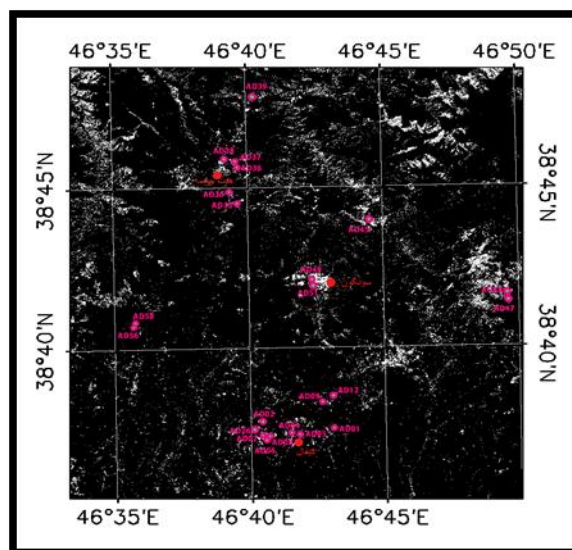
شکل ۳: RGB:462 - آرژیلیک و پروپیلیتیک



شکل ۲: RGB:531 - اکسید آهن

ب) روش نسبت های باندی (Band ratio)

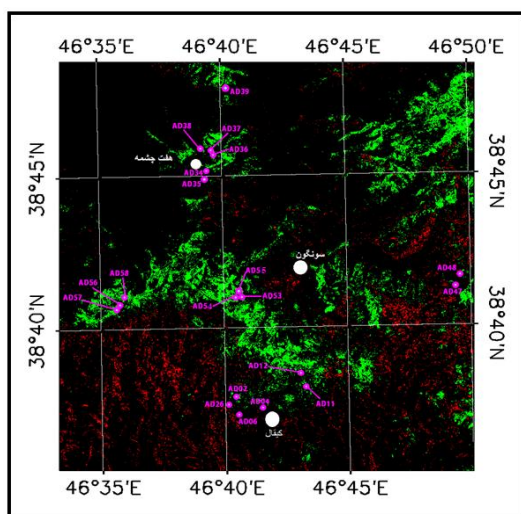
با شناخت خصوصیات حداکثر جذب و حداکثر انعکاس کانی های مختلف می توان پدیده های مختلف را بارز سازی کرد. نتیجه تقسیم مقادیر درجه شناسایی پیکسل ها در یک باند طیفی به باند طیفی دیگر را نسبت باندی می گویند. این روش اختلاف بین درجات روشنایی را آشکارتر کرده و مرز بین عوارض را مشخص تر می سازد. بنابراین برای جدا کردن مرز واحدهای سنگی بکار می رود. در تصویر ذیل (شکل ۴)، با اعمال نسبت ۵/۷، مناطق دارای کانی های رسی به رنگ سفید بارز شده اند.



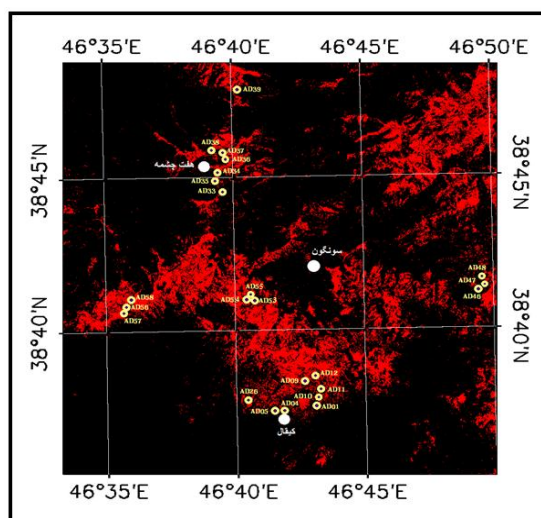
شکل ۴: نسبت بانندی ۵/۷، مناطق سفید رنگ، مناطق دارای کانی های رسی هستند.

پ) روش SAM (Spectral Angel Mapper)

در روش SAM (طبقه بندی نقشه بردار زاویه طیفی (Spectral Angel Mapper)) شباهت بین پیکسل ها و طیف ها بر اساس محاسبه زاویه بین رفتار طیفی صورت میگیرد و نرم افزار با این فرض که رفتار طیفی به عنوان بردارهایی در یک فضای n بعدی هستند. n بعدی بودن را براساس تعداد باندها تشخیص می دهد. در این تصویر، مناطق دارای اکسید آهن به رنگ قرمز بارز شده است (شکل ۵). مناطق قرمز رنگ دارای کانی کائولینیت (زون آرژیلیک) و مناطق سبز رنگ دارای کانی کلریت (زون پروپیلیتیک) هستند (شکل ۶).



شکل ۶: روش SAM - قرمز کائولینیت و سبز کلریت



شکل ۵: روش SAM - اکسید آهن

ت) روش کمترین مربعات رگرسیون (Ls fit)

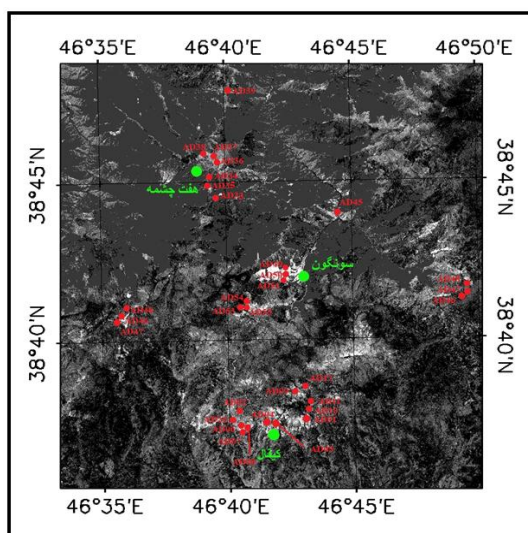
با این روش می توان تغییرات زیر را بر روی تصاویر اعمال کرد:

۱) تولید باند تخمینی با استفاده از یک معادله خطی از باندهای ورودی

۲) آشکارسازی کانی های معرف دگرسانی بر اساس اختلاف جذب و تشعشع در باندهای مشخص

۳) اختلاف بین باند واقعی و باند مدل شده به عنوان یک تصویر خروجی

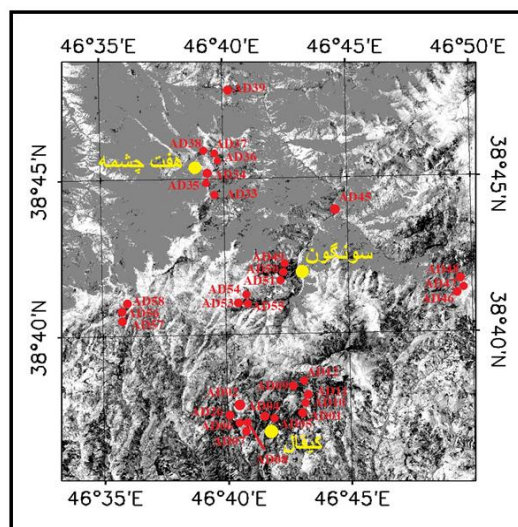
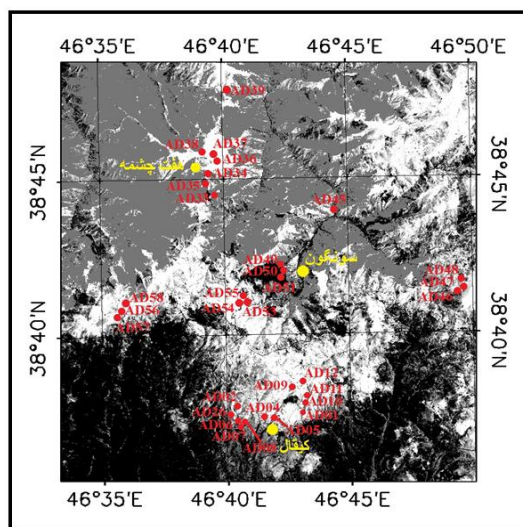
کانی های شاخص زون های دگرسانی به باند ۵ حساس هستند و دارای انعکاس بالا و غیر معمولی هستند (مناطق سفید رنگ) (شکل ۷).



شکل ۷: روش Ls-fit - باند ۵ باند مدل است و مناطق سفید رنگ دارای بیشترین کانی های زون های دگرسانی است.

ث) روش کروستا (PCA)

به وسیله این تکنیک می توان اشکال ویژه زمین شناسی، از جمله زون های دگرسانی را شناسایی کرد. برای شناسایی اکسیدهای آهن دار از باندهای ۱، ۳، ۴ و ۵ (شکل ۸) و برای شناسایی کانی های رسی از باندهای ۱، ۴، ۵ و ۷ (شکل ۹) به عنوان ورودی روش آنالیز مولفه اصلی استفاده شده است. پس از بررسی پروفیل طیفی هر گروه از دگرسانی ها، فرآیند آنالیز مولفه اصلی بر روی هر گروه به طور جداگانه انجام و نتایج در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. با توجه به جداول ۲ و ۳ بیشترین اختلاف بین باندهای ۳ و ۴ در PC4 و بین باندهای ۱ و ۷ در PC2 مشاهده می شود.



شکل ۹: ترکیب باندهای ۱-۴-۵-۷، کانی های رسی

شکل ۸: ترکیب باندهای ۱-۳-۴-۵، اکسید آهن

جدول ۲: نتایج حاصل از پردازش مولفه های اصلی باندهای ۱ و ۳ و ۴ و ۵

Eigenvector	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5
PC 1	0.406002	0.514210	0.467234	0.593669
PC 2	0.420976	0.472432	0.091271	-0.768932
PC 3	-0.610078	0.713914	-0.337587	0.064553
PC 4	-0.534553	-0.052175	0.812033	-0.228327

جدول ۳: نتایج حاصل از پردازش مولفه های اصلی باندهای ۱ و ۴ و ۵ و ۷

Eigenvector	Band 1	Band 4	Band 5	Band 7
PC1	0.409447	0.473120	0.608103	0.488592
PC2	0.683992	0.406608	-0.468209	-0.384193
PC3	0.436446	-0.559385	-0.350058	0.611607
PC4	-0.417161	0.545816	-0.537076	0.489501



نتیجه گیری :

در مطالعات انجام شده در سیستمهای پورفیری در شمالغرب کشور (در سونگون، هفت چشمه و کیکال) مشاهده می شود که روش کروسا به خوبی قادر به ثبت و جدایش نواحی دگرسان شده در محدوده مطالعاتی است و دقت و کارایی این روش به نحو چشمگیری بالاتر از روش های دیگر از جمله ترکیب رنگی کاذب، نسبت بانندی، LS-fit و SAM می باشد چرا که در روش نسبت های بانندی، مناطقی با بیشترین احتمال حضور ماده معدنی مورد نظر بارز گردیده و به طور کلی اهداف مورد جستجو در آن محقق شده است.

نتایج حاصل از بررسی های دورسنجی در مطالعه حاضر، با زمین شناسی منطقه و تیپ کانی سازی منطقه مطابقت دارد. نتایج حاصل از تمامی روش های استفاده شده دارای همپوشانی بوده و یکدیگر را تایید می نمایند. همچنین مقایسه نتایج حاصله و کارهای صحرایی انجام شده در منطقه مشخص می کند که منطقه مورد بررسی دارای پتانسیل بالایی برای ذخیره معدنی تیپ مس پورفیری است. در مورد مطالعات کانی های رسی، در منطقه در راستای چکینگ، مطالعات NED و ERSDAC توسط دو شرکت ژاپنی در ایران جهت مقایسه نتایج مورد استفاده قرار گرفته است.



منابع فارسی :

- پیرخضریان س.ل، ۱۳۹۰، "بررسی توانمندی های تصاویر ASTER+ETM بر اساس پردازش شیء گرا جهت شناسایی زون های آلتراسیون کانسار مس پورفیری سونگون"، کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی گروه جغرافیای طبیعی.
- حسنی پاک، ع. شرف الدین، م، ۱۳۹۱. "تحلیل داده های اکتشافی"، ۱۰۱۰ صفحه، انتشارات دانشگاه تهران.
- مهرپرتو، م. ۱۳۷۱. شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش ورزقان. مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰. سازمان زمین شناسی کشور.



References:

- Ranjbar, H., Roonwal, G. S. & Ravidaran, K. V., 2001. Digital image processing for lithological and alteration mapping, using spot multispectral data. A case study of Pariz area, Kerman Province. Scientific Quarterly Journal Geoscience, 10: 83-95.
- Rouskov, K., Stoykov, S. & Yamaguchi, Y., 2005. applications of the remote sensing in geology by using of aster image.in: Scientific Conference "SPACE, ECOLOGY, SAFETY". PP167-173.
- Library of ENVI software 4.8, 2010. Co, 80301, USA.
- Sabins, F. F., 1999. Remote sensing for mineral exploration. Ore Geology Reviews, 14: 157-183.
- Hezaekhiani, A. and William- Jones, A. E., 1998. Controls of alteration and mineralization in the Sungun porphyry copper deposit, Iran: evidence from fluid inclusions and stable isotopes. Economic Geology 93: 651-670.

شناسایی مناطق مستعد کانی‌زایی کرومیت با استفاده از ویژگی‌های شاخص حاصل از سنجش از دور

بیژن روشن‌روان^۱، حمید آقاجانی^۲، مهیار یوسفی^۳

۱- دانشجوی دکترا، دانشکده‌ی مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، bijan.roshanravan@gmail.com

۲- دانشیار، دانشکده‌ی مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، haghajani@shahroodut.ac.ir

۳- دانشیار، دانشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه ملایر، ملایر، m.yousefi.eng@gmail.com

چکیده:

در اکتشافات ناحیه‌ای، ویژگی‌های شاخص ذخیره‌ی مورد جستجو نظیر واحدهای سنگی و ساختاری و الگوهای کانی‌زایی استخراج و برای تولید نقشه‌های شاهد وزن‌دار تجزیه و تحلیل می‌شوند. به‌منظور تعیین اهداف اکتشافی جهت انجام اکتشاف تفصیلی‌تر لازم است لایه‌های تولیدشده با یک‌دیگر تلفیق شوند. در این تحقیق، ابتدا نقشه‌های شاهد سنگ میزبان (مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل 2B) و کنترل‌کننده‌ی ساختاری (مستخرج از تصاویر Landsat ETM⁺) مربوط به ذخایر کرومیت تیپ انبانه‌ای به روش پیوسته (بر اساس تابع لجستیکی)، وزن‌دار و سپس به‌وسیله‌ی عمل گر میانگین هندسی تلفیق شدند. برای ارزیابی عمل کرد مدل پتانسیل معدنی تولیدشده از منحنی مشخصه‌ی عمل کرد سیستم استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که مدل پتانسیل تولیدشده، یک پیشگوی مناسب بوده و در نتیجه می‌تواند در منطقه‌ی مورد مطالعه به‌طور مؤثر برای اکتشافات تفصیلی‌تر ذخیره‌ی مورد جستجو استفاده شود.

کلید واژه‌ها: داده ماهواره ای، سنتینل 2B، نقشه‌ی شاهد، وزن دهی شواهد، مدل پتانسیل معدنی، میانگین هندسی

Identification of potential chromite mineralization zones using remotely-sensed exploration indicator features, Sabzevar Ophiolite Belt

Bizhan Roshanravan, Hamid Aghajani, MahyarYousefi

Abstract:

In regional exploration, various evidential exploration layers, i.e., remote sensing, geology, geochemistry and geophysics, are extracted, analyzed and integrated to delimit prospective areas for further exploration phases. In this paper, the continuously-weighted evidence layers of host rock (elicited from Sentinel-2B satellite images) and structural control (elicited from Landsat ETM⁺ satellite images) were generated through logistic function. Then, the evidential maps were integrated using geometric average operator to model prospectivity of podiform chromite deposits. The receiver operating characteristics (ROC) curve was utilized to appraise the generated prospectivity model. The results of this paper demonstrated that the generated prospectivity model is a proper predictor. Consequently, the exploration targets generated are reliable and could be utilized efficiently for further exploration of the deposit-type sought in the study area.

Keywords : Sentinel-2B, Evidential map, Prospectivity model, Geometric average

۱- مقدمه

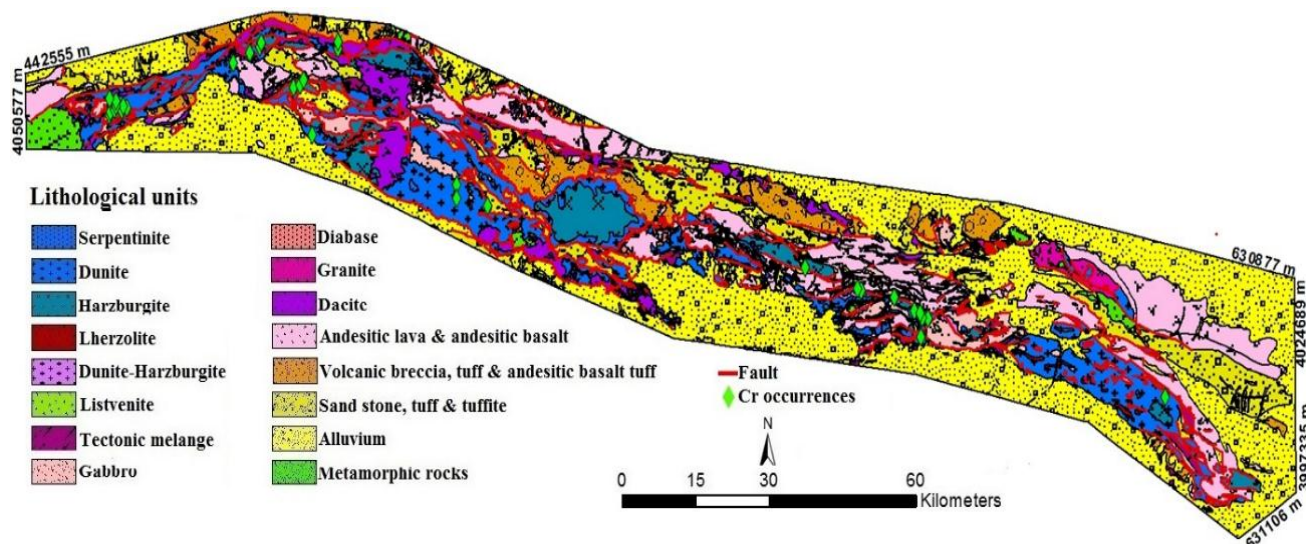
ذخایر کرومیت تیپ انبانه‌ای، منبع اولیه‌ای برای کروم عیار بالا و آلومینیوم عیار پایین برای کاربردهای متالورژی و همچنین کروم عیار پایین و آلومینیوم عیار بالا برای استفاده در فرآورده‌های نسوز می‌باشند. این ذخایر در افیولیت‌های نوع آلپی که در پوسته‌ی اقیانوسی تشکیل شده‌اند، یافت می‌شوند و از نظر تکتونیکی همانند افیولیت‌ها در امتداد حاشیه‌ی قاره‌ای تمرکز یافته‌اند. کمپلکس‌های افیولیتی ایران قسمتی از کمربند افیولیتی تتیس در خاورمیانه می‌باشند که به دیگر افیولیت‌های آسیایی مانند پاکستان در شرق و همچنین افیولیت‌های ناحیه‌ی مدیترانه مانند ترکیه، قبرس، یونان و اروپای شرقی در غرب متصل می‌گردند. کمپلکس‌های افیولیتی ایران تقریباً دارای خصوصیات مشترکی در میان مناطق مختلف می‌باشند. آن‌ها حاوی توده‌های اولترامافیکی نوع آلپی هستند که اغلب دارای هارزبورژیت و دونیت به همراه لرزولیت و پیروکسنیت (به- صورت فرعی) می‌باشند.

روش‌های اکتشافی مختلفی نظیر روش‌های دورسنجی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی به منظور اکتشاف ذخایر کرومیت تیپ انبانه‌ای به کار رفته‌اند اما با این وجود، مدل‌سازی پتانسیل معدنی این نوع ذخایر به ندرت انجام گرفته است. به منظور مدل‌سازی پتانسیل معدنی یک ذخیره‌ی معین از نوع مورد جستجو در یک منطقه مشخص، مجموعه داده‌های اکتشافی مورد استفاده، بر اساس مدل مفهومی آن نوع ذخیره می‌باشند. سپس نقشه‌های شاهد نظیر مجموعه داده‌های اکتشافی تولید و وزن‌دار می‌شوند و در نهایت به منظور شناسایی مناطق هدف تلفیق می‌گردند. به این منظور، معمولاً چهار روش‌دانش محور، داده‌محور، ترکیبی و پیوسته (بر اساس تابع لجستیکی) برای تخصیص وزن‌ها به داده‌های اکتشافی و تولید نقشه‌های شاهد وجود دارند. در روش‌های پیوسته، موقعیت رخداد‌های معدنی شناخته شده به عنوان نقاط آموزشی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و مقادیر داده‌های اکتشافی معرف کانی‌سازی با استفاده از فواصل دل‌خواه گسسته‌سازی نمی‌شوند. در نتیجه این روش بر وزن‌دهی جهت‌دار حاصل از سه روش اول غلبه کرده و می‌تواند عدم قطعیت را به خوبی مدل کند (یوسفی و نیکانن، ۲۰۱۶). هدف از این تحقیق، تولید مدل پتانسیل معدنی ذخایر کرومیت تیپ انبانه‌ای در کمربند افیولیتی سبزوار با استفاده از تلفیق نقشه‌های شاهد وزن‌دار پیوسته‌ی سنگ میزبان و کنترل‌کننده‌ی ساختاری به روش میانگین هندسی می‌باشد.

۲- محدوده‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه کمربند افیولیتی سبزوار (خرد قاره‌ی ایران مرکزی) است که طولی حدود ۱۵۰ کیلومتر و عرضی تا ۳۰ کیلومتر را دربرمی‌گیرد. واحدهای سنگی بازیک تا فوق بازیک که عمدتاً در منطقه برونزد دارند شامل هارزبورژیت، دونیت، سرپانتین، گابرو و میکروگابرو و دایک‌های دیابازی هستند (شکل ۱). ذخایر کرومیت در کمربند افیولیتی سبزوار

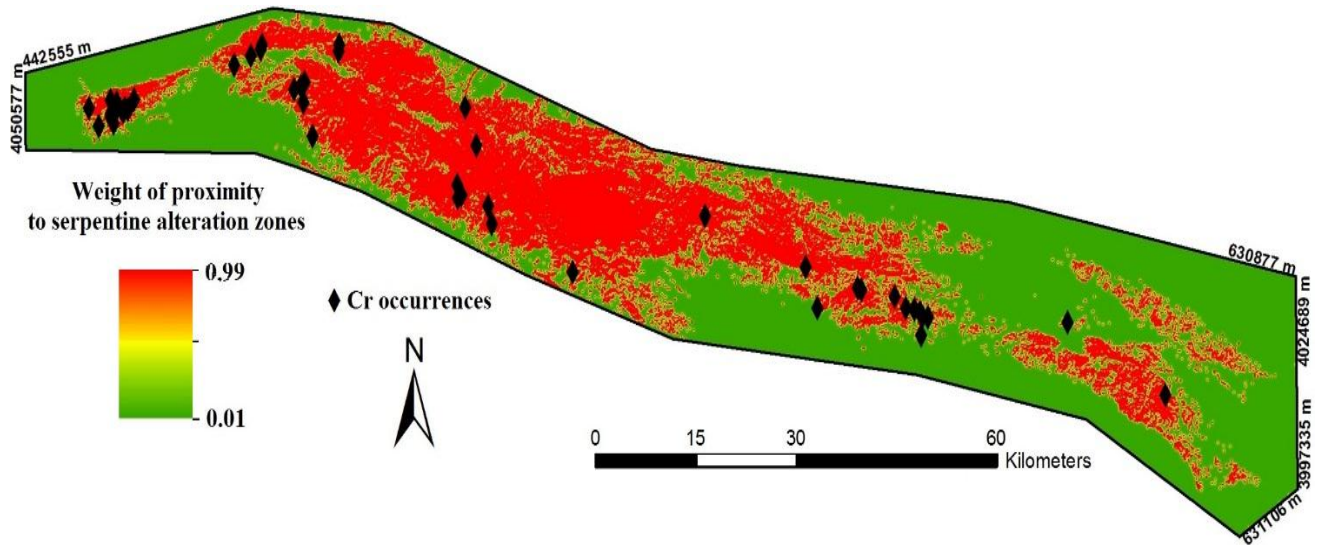
دارای اشکال مختلفی مانند لایه‌ای، عدسی و مدادی شکل با ابعاد مختلف بوده که در داخل سنگ‌های اولترابازیک قرار دارند.



شکل ۱: نقشه‌ی ساده‌سازی‌شده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه و موقعیت ذخایر شناخته‌شده‌ی کرومیت

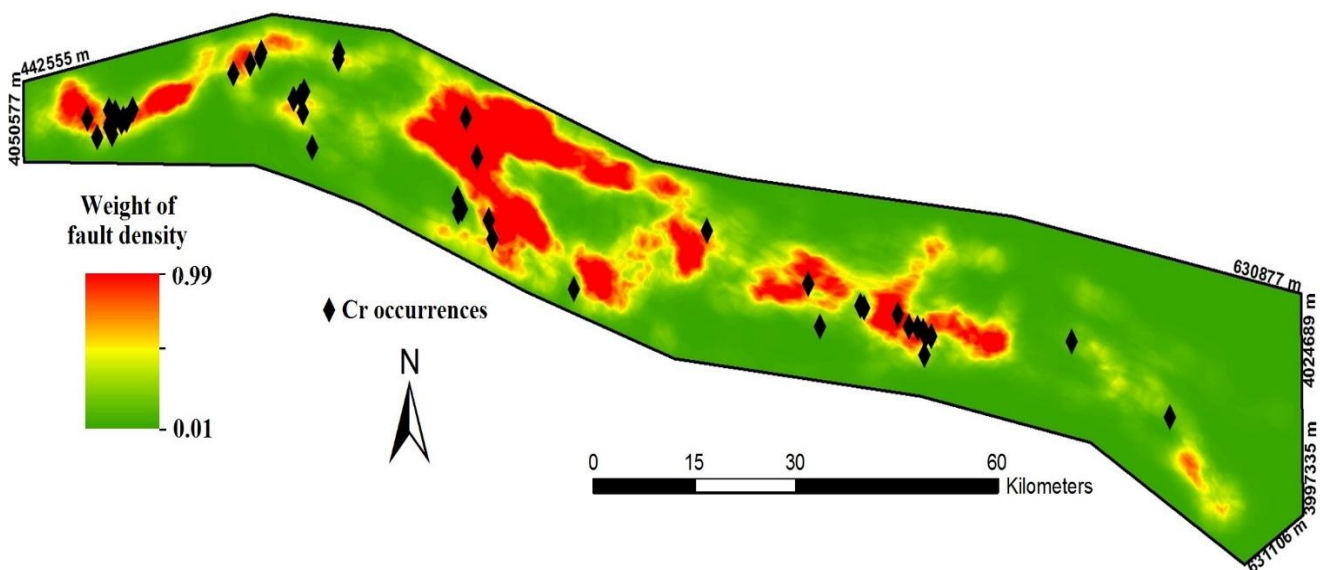
۳- تولید نقشه‌های شاهد مکانی وزن‌دار

ذخایر کرومیت تیپ انبانه‌ای، در بخش‌های اولترامافیکی کمپلکس‌های افیولیتی و معمولاً در داخل غلاف‌های دونیتی واقع در یک میزبان هارزبورژیتی تشکیل می‌شوند. پهنای این غلاف‌ها از چند سانتی‌متر تا ده‌ها متر تغییر می‌کند. علاوه بر این، سنگ‌های اولترامافیکی، به‌خصوص دونیت و هارزبورژیت، تحت شرایط خاصی در اثر محلول‌های هیدروترمال به کانی‌های گروه سرپانتین تبدیل می‌شوند. بنابراین، شناسایی این واحدهای سنگی و نیز واحدهای دگرسان‌شده‌ی آنها معیاری برای یافتن منابع کرومیت محسوب می‌شود. یکی از راه‌های شناسایی این شاخص‌ها استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پردازش آنها است که در این مطالعه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنتینل 2B به شناسایی آنها در نوار افیولیتی سبزوار پرداخته شده است. این ماهواره یکی از جدیدترین ماهواره‌های سنجش منابع طبیعی زمین از دور است که در سال ۲۰۱۷ میلادی در مدارش قرار گرفته و با استفاده از سنجنده‌ی MSI به ثبت داده می‌پردازد. با داده‌های این سنجنده می‌توان تصاویری با قدرت تفکیک مکانی ۱۰، ۲۰ و ۶۰ متر در ۱۳ باند در محدوده‌ی طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز طول موج کوتاه تهیه نمود. در این مطالعه ابتدا شاخص‌های مرتبط با کانی‌زایی (دونیت و هارزبورژیت سرپانتینی‌شده) با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر مشابهت شناسایی و سپس نقشه‌ی فواصل از آنها به روش پیوسته وزن‌دهی گردید (شکل ۲).



شکل ۲: نقشه‌ی شاهد وزن‌دار فازی فاصله از مناطق سرپانتینیزه

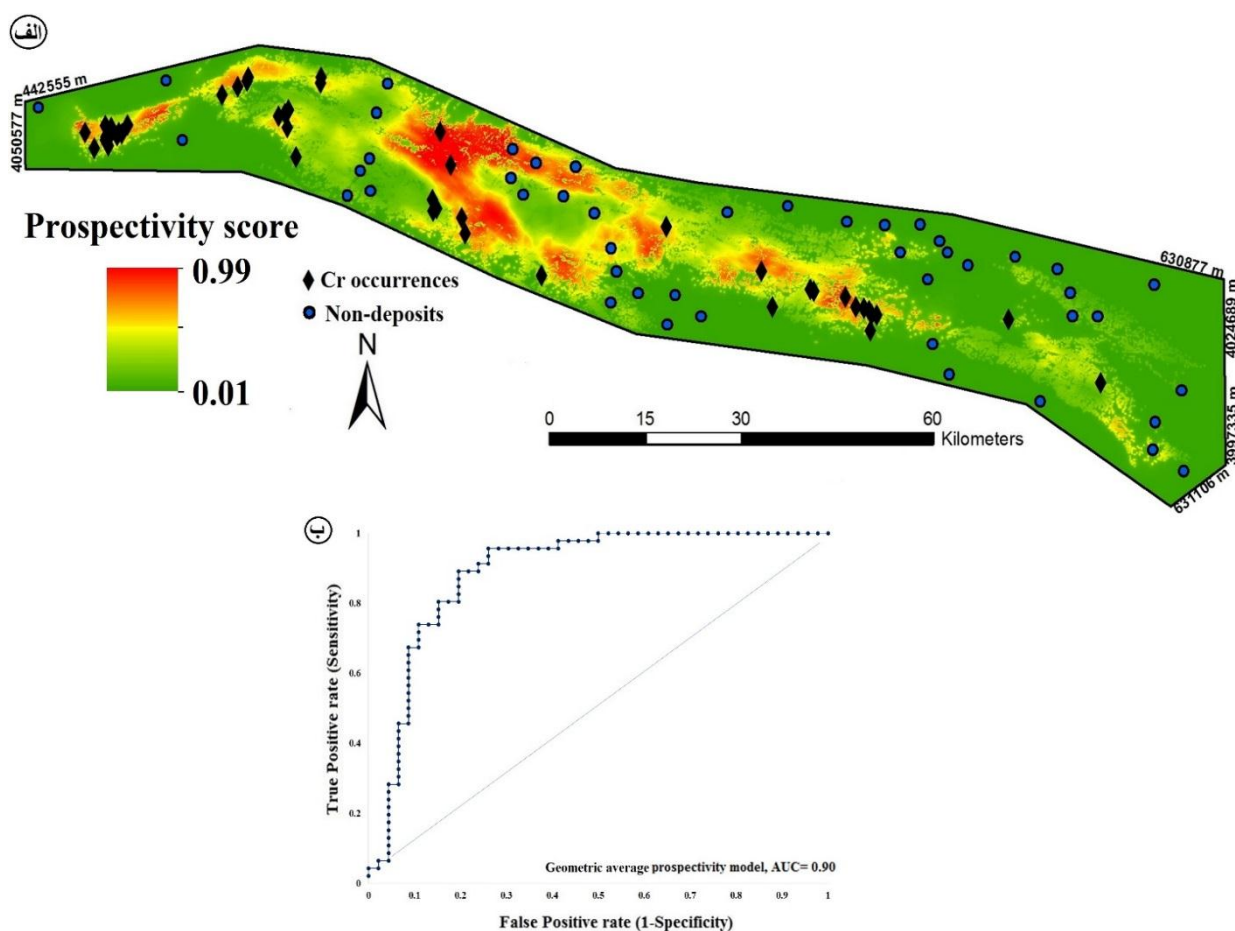
در کمر بند افیولیتی سبزوار، سنگ‌های سرپانتینیزه‌ی مرتبط با کانی‌سازی همراه با ویژگی‌های ساختاری از جمله گسل می‌باشند (شجاعت و هم‌کاران، ۲۰۰۳). یعقوب‌پور و حسن‌نژاد (۲۰۰۶) نشان دادند که ذخایر کرومیت انبانه‌ای در کمر بند افیولیتی سبزوار به‌طور مکانی (spatially) با گسل‌ها در ارتباط می‌باشند و دلیل آن، عملکرد دیاپیریک توده‌های سرپانتینی می‌باشد. بنابراین مناطق با چگالی بالای گسل دارای پتانسیل بالاتری از نظر کانی‌سازی کرومیت می‌باشند. در این تحقیق، ابتدا گسل‌های منطقه‌ی مورد مطالعه با استفاده از تصاویر Landsat ETM+ شناسایی و رقومی شده و سپس نقشه‌ی چگالی گسل ایجاد و به روش پیوسته وزن‌دهی گردید (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه‌ی شاهد وزن‌دار فازی چگالی گسل

۴- تولید و ارزیابی مدل پتانسیل معدنی

پس از تولید نقشه‌های شاهد وزن دار سنگ میزبان و چگالی گسل، این دو نقشه به منظور تعیین مناطق امیدبخش برای اکتشافات تفصیلی تر با استفاده از عمل گر میانگین هندسی با یک دیگر تلفیق گردیدند (شکل ۴- الف). به منظور ارزیابی عمل کرد مدل پتانسیل تولید شده از معیار مساحت زیر منحنی مشخصه‌ی عمل کرد سیستم (AUC) استفاده شد. برای رسم نمودار مشخصه‌ی عمل کرد سیستم نیاز به موقعیت اندیس‌های شناخته شده (Mineral deposit locations) و هم چنین موقعیت‌های فاقد ذخیره (Non-deposit locations) می‌باشد. بدین منظور، ۴۶ موقعیت دارای ذخیره و هم چنین ۴۶ موقعیت فاقد ذخیره‌ی کرومیت در منطقه‌ی مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند. محور عمودی این نمودار، نسبت مثبت‌های درست (Sensitivity) و محور افقی آن، نسبت مثبت‌های غلط (1-Specificity) است (شکل ۴- ب). بر اساس این نمودار، مقدار AUC برابر ۰/۹۰ می‌باشد که عمل کرد مناسب مدل پتانسیل تولید شده را نشان می‌دهد.



شکل ۴: الف) مدل پتانسیل معدنی تولید شده‌ی ذخایر کرومیت تپ انبانه‌ای با استفاده از تلفیق نقشه‌های شاهد به روش میانگین

هندسی، ب) نمودار مشخصه‌ی عملیاتی گیرنده برای مدل پتانسیل تولید شده

۵- نتیجه گیری

در این مطالعه، آنالیز پتانسیل معدنی ذخایر کرومیت تیپ انبانه‌ای با استفاده از روش وزن‌دهی پیوسته (براساس تابع لجستیکی) و عمل‌گر میانگین هندسی بدون استفاده از موقعیت ذخایر شناخته‌شده به‌عنوان نقاط آموزشی و هم‌چنین بدون گسسته‌سازی مقادیر داده‌های اکتشافی معرف کانی‌سازی به فواصل دل‌خواه انجام گرفت. بر اساس معیار AUC، عمل‌کرد مدل پتانسیل تولیدشده، مناسب بوده و در نتیجه می‌تواند در منطقه‌ی مورد مطالعه به‌طور مؤثر به‌منظور اکتشافات تفصیلی‌تر ذخیره‌ی مورد جستجو مورد استفاده قرار گیرد.

References:

- 1-Shojaat, B., Hassanipak, A.A., Mobasher, K., Ghazi, A.M., 2003. "Petrology, geochemistry and tectonics of the Sabzevar ophiolite, North Central Iran", Journal of Asian Earth Sciences, 21, p. 1053-1067.
- 2-Yaghubpur, A., Hassannejad, A.A., 2006. "The spatial distribution of some chromite deposits in Iran, using fry nalysis", Journal of Sciences, 17, p. 147-152.
- 3-Yousefi, M., Nykänen, V., 2016. "Data-driven logistic-based weighting of geochemical and geological evidence layers in mineral prospectivity mapping". Journal of Geochemical Exploration, 164, p. 94-106.

مدل سازی تاثیر استخراج سولفات سدیم بر بیلان آبی پلایای میقان

♦♦♦♦♦♦♦♦

امیر حسین زینلی^۱، مصطفی یوسفی راد^۱، سعید مجدی فر^۱، عبدالمطلب حاجتی^۱
گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اراک، Ah.zeynali73@gmail.com

♦♦♦♦♦♦♦♦

چکیده

یکی از راه‌های هدررفت آب در مناطق مختلف آب و هوایی ایران، تبخیر و تعرق است. این پدیده سهم مهمی در اتلاف آب به ویژه در مناطق کویر مرکزی کشور دارد و تابع پارامترهای مختلف اقلیمی و ویژگی‌های توپوگرافی هر منطقه است. اولویت بندی و تعیین شدت تأثیر هر یک از این پارامترها بر روی تبخیر و تعرق می‌تواند ضمن افزایش شناخت از عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق در هر منطقه، به مدیریت منابع آب در آن منطقه بسیار کمک کند. تالاب میقان در استان مرکزی و در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر اراک قرار گرفته است. وسعت تالاب حدود ۲۵ هزار هکتار است. پلایای میقان به عنوان آخرین نقطه جایگاه منابع آب حوضه آبریز میقان می‌باشد بطوریکه از دیدگاه هیدرولوژی تمامی مسیل‌های منطقه به این نقطه ختم می‌شود و آب‌های سطحی و جاری را به آن منتقل می‌کند. در این مطالعه برای بدست آوردن میزان تغییرات سطح آب و تبخیر از تصاویر ماهواره ای لندست ETM⁺-7 استفاده شده است. در این راستا، قابلیت استفاده از شاخص نرمال شده (NDWI) برای استخراج آب سطحی از داده‌های لندست بررسی شد.

نتایج نشان می‌دهد که در فاصله زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ مساحت حوضچه‌ها افزایش یافته بخصوص از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ و با افزایش مساحت حوضچه‌ها تبخیر از سطح دریاچه نیز افزایش یافته است.
کلید واژه‌ها: شاخص نرمال آب، لندست، سطح آب، تغییرات حجم

♦♦♦♦♦♦♦♦

مقدمه

نظارت بر تغییرات با استفاده از فناوری سنجش از راه دور به طور گسترده‌ای در برنامه‌های مختلف مانند تغییر کاربری زمین، پوشش تغییر [۱،۲]، نظارت بر فاجعه [۳،۴]، تغییر جنگل و پوشش گیاهی [۵،۶] فرسایش شهری [۷،۸] و هیدرولوژی [۹،۱۰].

اطلاعات قابل اطمینان در مورد توزیع فضایی آبهای آزاد باز است، مهم در رشته های مختلف علمی مانند ارزیابی منابع آبی موجود و حاضر، مدل های آب و هوایی، مناسب بودن کشاورزی، دینامیک رودخانه، موجودی تالاب، تجزیه و تحلیل آبخیز، بررسی آب و سطح آب، نقشه برداری سیل و نظارت بر محیط زیست [۱۱-۱۳].

ماهواره های سنجنش از دور در محدوده های مختلف فضایی، طیفی و زمانی، مقدار بسیار زیادی از داده ها را به منابع اولیه تبدیل می کنند که به طور گسترده ای برای تشخیص و استخراج آب های سطحی و تغییرات آن در دهه های اخیر مورد استفاده قرار می گیرند [۱۴-۱۵].

چندین تکنیک پردازش تصویر در دهه های اخیر برای استخراج ویژگی های آب از داده های ماهواره ای معرفی شده است. روش های تک باند از مقدار آستانه انتخاب شده برای استخراج ویژگی های آب استفاده می کنند. در این نوع، خطاها به دلیل مخلوط کردن پیکسل های آب با انواع پوشش های مختلف رایج هستند [۱۲].

تکنیک های طبقه بندی شده برای استخراج آب های سطحی معمولاً نسبت به روش های تک باند دقیق تر هستند [۱۲]. روش های چند باندی ترکیبی از باند های بازتابنده هستند برای اصلاح کردن استخراج سطح آب [۱۲]. به عنوان مثال، شاخص نرمال شده آب (NDWI) برای استخراج ویژگی های آب از تصاویر لندست توسعه داده شد [۱۶].

در این مطالعه تغییرات سطح دریاچه میقان در ایران طی سالهای ۲۰۰۳-۲۰۱۶ مورد بررسی قرار گرفت. دریاچه فصلی میقان یکی از بارزترین پدیده های موجود در استان مرکزی است که مربوط به دوره ی کواترنری می باشد. ۹۴٪ سطح این دریاچه را قشر نمک و ۶٪ را نواحی باتلاقی منقطع و کوچک می پوشانند. در واقع این پلایا محل اختتام تمام آبراهه هایی است که در حوزه اراک جاری بوده و به سمت این پلایا که پائین ترین بخش حوزه است، جاری هستند. بیشتر آب وارد شده به تالاب حاصل از بارش های جوی، چشمه های اطراف و رودخانه های فصلی در منطقه مانند رودخانه فراهان، شهرآب و قره کهریز می باشد.



روش تحقیق

به منظور اهداف مطالعه، موارد تعریف محدوده مطالعه، جمع آوری داده ها، پیش پردازش تصاویر، استخراج سطح دریاچه در هر تصویر و استفاده از شاخص نرمال شده آب صورت گرفته است. دریاچه میقان از $45^{\circ}49'N$ به $48^{\circ}45'N$ و $50^{\circ}34'E$ به $50^{\circ}34'E$ محدود می شود. این دریاچه در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر اراک قرار گرفته است و وسعت تالاب حدود ۲۵ هزار هکتار است.

تصاویر ماهواره ای لندست با سنجنده ETM از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶ از سایت USGS دریافت شده است و از آنجایی که این سنجنده از سال ۲۰۰۳ دچار مشکل شده است و در هنگام تصویر برداری یک سری خطوط روی تصاویر می اندازد که با استفاده از نرم افزار Gapfile در Envi این مشکل بر طرف شده است. تمام تصاویر از ماه های تابستان دریافت شده اند.

جدول ۱- مشخصات تصویر ماهواره ای ETM

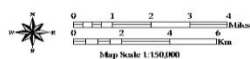
Satellite	Sensor	Path/Row	Year	Resolution (m)	Wavelength (μm)
Landsat-7	ETM+	169/33	2003	30	Band 1: 0.45–0.515
		169/34	.		Band 2: 0.525–0.605
		168/34	.		Band 3: 0.63–0.69
			2016		Band 4: 0.75–0.90
					Band 5: 1.55–1.75
					Band 7: 2.09–2.35

پس از دریافت تصاویر ماهواره ای در نرم افزار Envi مورد پردازش قرار گرفتند. به منظور تشخیص تغییرات سطح در تالاب میقان در دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶، سطح آب تالاب در هر تصویر زمانی به صورت جداگانه استخراج شد. در این راستا، شاخص NDWI از تصاویر Landsat ETM برای استخراج آب های سطحی محاسبه شده است. آستانه آب به صورت دستی برای طبقه بندی تصاویر به دو کلاس، زمین و آب اعمال شد. آستانه های مربوط به زمین آب برای هر شاخص توسط آزمون و خطا و مقایسه با نقشه های مرجع تولید شده با استفاده از تفسیر بصری تعیین می شود. برای تفسیر بصری از آب، باند نزدیک به مادون قرمز (NIR) معمولاً ترجیح داده می شود زیرا NIR به شدت توسط آب جذب می شود و به شدت توسط پوشش گیاهی و خشکی زمین منعکس می شود [۱۶]. بنابراین، باند ۴ اطلاعات لندست در این مطالعه به دلیل توانایی بالاتری در تشخیص مناطق آب و خشک و زمین انتخاب شده است.

جدول ۲- شاخص های مشتق شده از ماهواره مورد استفاده برای استخراج ویژگی های آب (در تصاویر لندست: سبز = باند ۲، (مادون قرمز نزدیک) = باند ۴

Index	Equation	Remark	Reference
Normalized Difference Water Index	$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$	Water has positive value	[16]

تکنیک استخراج ویژگی، که به عنوان بهترین گزینه برای استخراج ویژگی های آب شناخته می شود، برای مدل سازی تغییرات فضایی دریاچه میقان در دوره زمانی ۲۰۰۳-۲۰۱۶ با استفاده از تصاویر Landsat ETM، برای دستیابی به این هدف، شاخص نرمال آب، تجزیه و تحلیل و طبقه بندی شده (با استفاده از آستانه های مشخص تصویری) برای استخراج سطح دریاچه در هر سال محاسبه می شود. در نهایت، نقشه های تولید شده برای تولید نقشه تغییرات سطح دریاچه در دوره ۲۰۰۳-۲۰۱۶ پوشش داده شد.

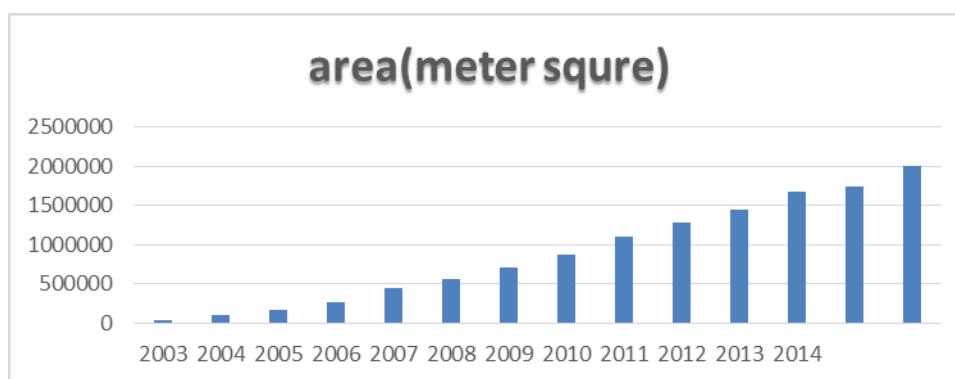


Landsat 2006



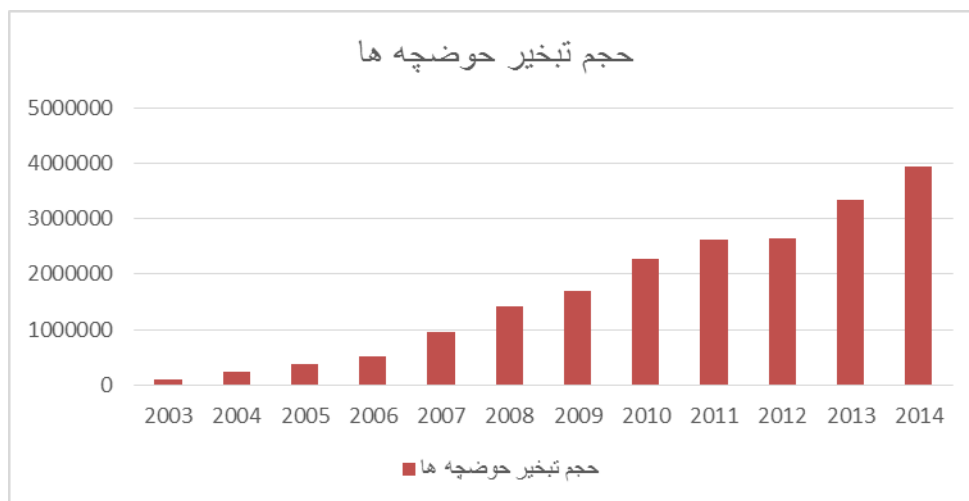
Landsat 2014

شکل ۱- تصاویر پردازش شده در Envi در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۴



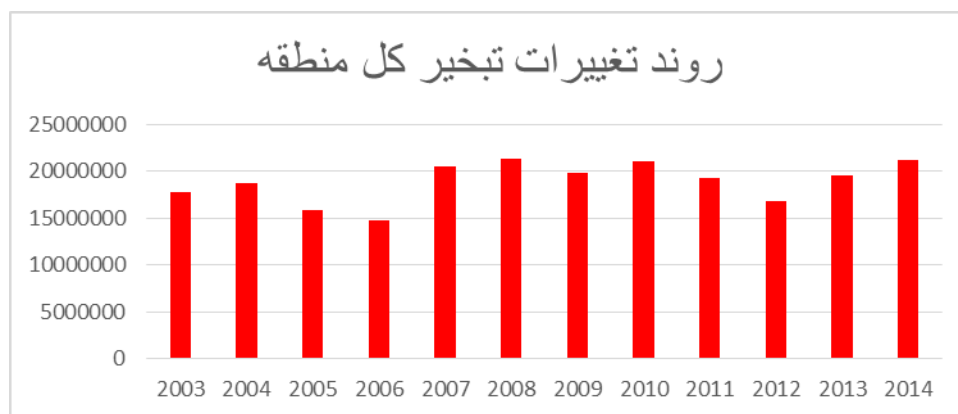
شکل ۲- روند توسعه حوضچه های برداشت سولفات سدیم

پس از بدست آوردن میزان مساحت حوضچه ها در منطقه، با در دست داشتن اطلاعات ایستگاه های هواشناسی منطقه حجم تبخیر حوضچه ها را به صورت نمودار شکل ۳ زیر بدست آمد.



شکل ۳- حجم تغییرات تبخیر حوضچه ها

با توجه به نمودار خروجی مشاهده می شود که روند تغییرات تبخیر هم با توجه به افزایش حوضچه ها تبخیر نیز افزایش یافته است. پس از آنکه میزان تغییرات تبخیر حوضچه ها را بدست آمد، حجم تبخیر کل منطقه را نیز محاسبه شد تا مشخص شود که افزایش حوضچه ها چه تاثیری بر روی تبخیر منطقه گذاشته است؟



شکل ۴- تغییرات حجم تبخیر در پلایای میقان (متر مکعب)

با توجه به نمودارهای فوق معلوم می شود که با افزایش مساحت حوضچه های برداشت میزان تبخیر منطقه نیز افزایش یافته است به نحوی که از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱۴ مساحت حوضچه ها حدود سه برابر شده است و بر همین اساس نیز میزان تبخیر از حوضچه ها از ۹۸۱۲۲ به ۴۵۰۰۰۰۰ متر مکعب افزایش یافته است و به طبع آن مقدار کلی از پلایای میقان از ۱۷۷۳۶۲۹۲ متر مکعب به ۲۱۲۰۰۸۴۵ متر مکعب افزایش یافته است به عبارت بهتر علی رغم میزان تبخیر تغییرات محسوسی نداشته ولی حجم تبخیر سالانه بیش از ۱۴ درصد افزایش یافته است که این موضوع بیانگر تاثیر برداشت و استخراج غیر

اصولی سولفات سدیم از منطقه می باشد لذا می بایست پس از استخراج، مسئولین شرکت املاح تبخیری نسبت به پر کردن حوضچه های مذکور براساس شرایط اولیه رسوبات منطقه اقدام نمایند.



نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر استخراج سولفات سدیم بر بیلان آبی پلایای میقان می باشد. به این منظور تصاویر ماهواره ای لندست از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ تهیه شد و مساحت و میزان تبخیر از حوضچه های برداشت سولفات سدیم بدست آمد. نتایج این مطالعه نشان می دهد که با افزایش مساحت حوضچه های برداشت میزان تبخیر منطقه نیز افزایش یافته است به نحوی که از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱۴ مساحت حوضچه ها حدود سه برابر شده است و بر همین اساس نیز میزان تبخیر از حوضچه ها از ۹۸۱۲۲ به ۴۵۰۰۰۰ متر مکعب افزایش یافته است و به طبع آن مقدار کلی از پلایای میقان از ۱۷۷۳۶۲۹۲ متر مکعب به ۲۱۲۰۰۸۴۵ متر مکعب افزایش یافته است به عبارت بهتر علی رغم میزان تبخیر تغییرات محسوسی نداشته ولی حجم تبخیر سالانه بیش از ۱۴ درصد افزایش یافته است که این موضوع بیانگر تاثیر برداشت و استخراج غیر اصولی سولفات سدیم از منطقه می باشد لذا می بایست پس از استخراج، مسئولین شرکت املاح تبخیری نسبت به پر کردن حوضچه های مذکور براساس شرایط اولیه رسوبات منطقه اقدام نمایند.



References:

1. Salmon, B.P.; Kleyhans, W.; van Den Bergh, F.; Olivier, J.C.; Grobler, T.L.; Wessels, K.J. Land cover change detection using the internal covariance matrix of the extended Kalman filter over multiple spectral bands. *IEEE J. Sel. Topics Appl. Earth Observations Remote Sens.* **2013**, *6*, 1079–1085.
2. Demir, B.; Bovolo, F.; Bruzzone, L. Updating land-cover maps by classification of image time series: A novel change-detection-driven transfer learning approach. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* **2013**, *51*, 300–312.
3. Volpi, M.; Petropoulos, G.P.; Kanevski, M. Flooding extent cartography with Landsat TM imagery and regularized Kernel Fisher's discriminant analysis. *Comput. Geosci.* **2013**, *57*, 24–31.
4. Brisco, B.; Schmitt, A.; Murnaghan, K.; Kaya, S.; Roth, A. Sar polarimetric change detection for flooded vegetation. *Int. J. Digit. Earth* **2013**, *6*, 103–114.
5. Kaliraj, S.; Muthu Meenakshi, S.; Malar, V.K. Application of remote sensing in detection of forest cover changes using geo-statistical change detection matrices—A case study of devanampatti reserve forest, tamilnadu, India. *Nat. Environ. Polluti. Technol.* **2012**, *11*, 261–269.
7. Bagan, H.; Yamagata, Y. Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years. *Remote Sens. Environ.* **2012**, *127*, 210–222.
8. Raja, R.A.A.; Anand, V.; Kumar, A.S.; Maithani, S.; Kumar, V.A. Wavelet based post classification change detection technique for urban growth monitoring. *J. Indian Soc. Remote Sens.* **2013**, *41*, 35–43.



9. Dronova, I.; Gong, P.; Wang, L. Object-based analysis and change detection of major wetland cover types and their classification uncertainty during the low water period at Poyang Lake, China. *Remote Sens. Environ.* **2011**, *115*, 3220–3236.
10. Zhu, X.; Cao, J.; Dai, Y. A Decision Tree Model For Meteorological Disasters Grade Evaluation of Flood. In Proceedings of 4th International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization 2011, Kunming and Lijiang, Yunnan, China, 15–19 April 2011; Institute of Electrical and Electronics Engineers: New York NY, USA, 2011; pp. 916–919.
11. Desmet, P.J.J.; Govers, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *J. Soil Water Conserv.* **1996**, *51*, 427–433.
12. Du, Z.; Linghu, B.; Ling, F.; Li, W.; Tian, W.; Wang, H.; Gui, Y.; Sun, B.; Zhang, X. Estimating surface water area changes using time-series Landsat data in the qingjiang river basin, China. *J. Appl. Remote Sens.* **2012**, *6*, doi:10.1117/1.JRS.6.063609.
13. Sun, F.; Sun, W.; Chen, J.; Gong, P. Comparison and improvement of methods for identifying waterbodies in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* **2012**, *33*, 6854–6875.
14. Water Body Extraction from Multi-Source Satellite Images. Available online: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.301.8033&rep=rep1&type=pdf> (accessed on 21 June 2003).
15. McFeeters, S.K. Using the normalized difference water index (NDWI) within a geographic information system to detect swimming pools for mosquito abatement: A practical approach. *Remote Sens.* **2013**, *5*, 3544–3561.
16. McFeeters, S.K. The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens.* **1996**, *17*, 1425–1432.

پهنه بندی لرزه خیزی منطقه سلسله و نواحی مجاور آن



فاطمه گودرزی، فارغ التحصیل کارشناسی ارشد سنجش از دور، fjanjanigoodarzi@gmail.com

محمد مهدی فرهپور، دکتری، هیات علمی دانشگاه لرستان، farahppour.m@lu.ac.ir

حمیدرضا متین فر، دکتری، هیات علمی دانشگاه، matinfar44@gmail.com



چکیده:

برای پهنه بندی مخاطرات لرزه خیزی منطقه سلسله از چند پارامتر کانون لرزه‌های تاریخی و دستگاهی، شیب منطقه، زمین شناسی، ژئومورفولوژی و فاصله از گسل‌ها و شکستگی‌ها استفاده شده است. با استفاده از تصاویر لندست ۷ و ۸ و اعمال فیلترهای Sobel در نرم افزار ENVI و Lineament Extraction در نرم افزار Geomatica و روش‌های کمکی بصری، لایه گسل‌های منطقه استخراج و در تلفیق با سایر لایه‌های مکانی در فضای GIS و تخصیص وزن به آن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، در نهایت نقشه پهنه بندی مخاطرات لرزه خیزی منطقه ایجاد شد. ۵ منطقه در پهنه بندی بدست آمده: پهنه با خطر خیلی زیاد بمساحت 275 Km^2 ، پهنه خطر زیاد بمساحت 2 Km^2 ، پهنه خطر متوسط بمساحت 2 Km^2 ، پهنه خطر کم بمساحت 284 Km^2 و پهنه خطر خیلی کم بمساحت 48 Km^2 . با بررسی نقشه پهنه بندی مخاطرات بدست آمده از نظر شدت مخاطرات با آنچه که از مطالعه مناطق نتیجه می‌شود می‌توان به این نتیجه رسید که ارزیابی و تحلیل پارامترهای مختلف تعیین مخاطرات با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) قابل استناد و کاربردی بوده و می‌توان از این روش با اطمینان برای مناطق با وسعت بیشتر و تعداد پارامترهای بیشتر استفاده نمود. در تحلیل این منطقه، پرمخاطره‌ترین پهنه شرق چالانچولان و جنوب بروجرد می‌باشد که به علت حضور گسل‌ها و تمرکز کانون لرزه‌ها می‌باشد. مناطق امن در این محدوده در غرب و جنوب غرب زاغه، غرب سرنمک، غرب- جنوب غرب و شمال‌الشر و غرب فیروزآباد قرار دارد.

کلید واژه‌ها: تحلیل سلسله مراتبی، سلسله، پهنه بندی لرزه خیزی.

Seismic zoning of the dynasty and its adjacent areas

Fateme Goudarzi, Mohamad Mehdi Farahpour, Hamid Reza Matinfar

Abstract:

To zoning seismic hazard of the dynastic region, several parameters of the historical and instrumental earthquake, region slope, geology, geomorphology and distance from faults and fractures have been used. Using Landsat 7 and 8 images and applying Sobel filters in ENVI and Lineament Extraction software in Geomatica software and visual auxiliary techniques, the fault layer of the region is extracted and combined with other layers of space in the GIS space and assigning weight to them using An Analytical Hierarchy Process (AHP), the ultimate zoning map for seismic hazard was created. 5 areas in the zoned area: a very high risk area with 275 Km^2 , a high risk area in 2 Km^2 , an average risk area of 2801 Km^2 , a low risk area in 284 Km^2 and a very low

danger zone in Km2 48. By studying the mapping of hazardous areas with regard to the severity of hazards with the results of the study of the regions, it can be concluded that the evaluation and analysis of various parameters of hazard identification using Hierarchical Analytic Method (AHP) can be applied and can be applied. Use this method with Thaumana for more areas and more parameters. In the analysis of this region, the most risky area of the eastern chalanholan and south of Borujerd is due to the presence of faults and the focus of the seismic center. Secured areas are located in the west and southwest of Zagh, west of Cearamen, west-southwest and north of al-Shater and west of Firoozabad.

Keywords: Hierarchical Analytic Method, Selsele, seismic hazard.



مقدمه :

منطقه مورد مطالعه واقع در غرب شهر خرم‌آباد می‌باشد (شکل ۱) که براساس تقسیم‌بندی واحدهای ساختمانی-رسوبی ایران در دو منطقه زاگرس مرتفع و چین‌خورده قرار می‌گیرد. رشته کوه زاگرس در قسمت میانی کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا قرار دارد و حرکات کوهزایی این کمربند هنوز ادامه داشته و تعادل نهایی برقرار نشده است (Vernant et al., 2004; Hessami et al., 2006). صفحه عربستان از جنوب غرب و هیلمند از شرق و توران از شمال به ایران فشار وارد می‌کند و مقاومت ایران در مقابل فشارهای وارده منجر به فعالیت گسل‌ها و شکستگی‌ها می‌گردد (Walker et al., 2004). انرژی ناشی از فشارها در گسل‌ها ذخیره و پس از رها شدن به صورت امواج مخرب زمین لرزه، مسبب تخریب شهرها و... می‌گردند. بنابراین فعالیت این گسل‌ها باعث گردیده که ایران از مناطق مهم زلزله خیز دنیا محسوب شود. (زمردیان، ۱۳۸۱).

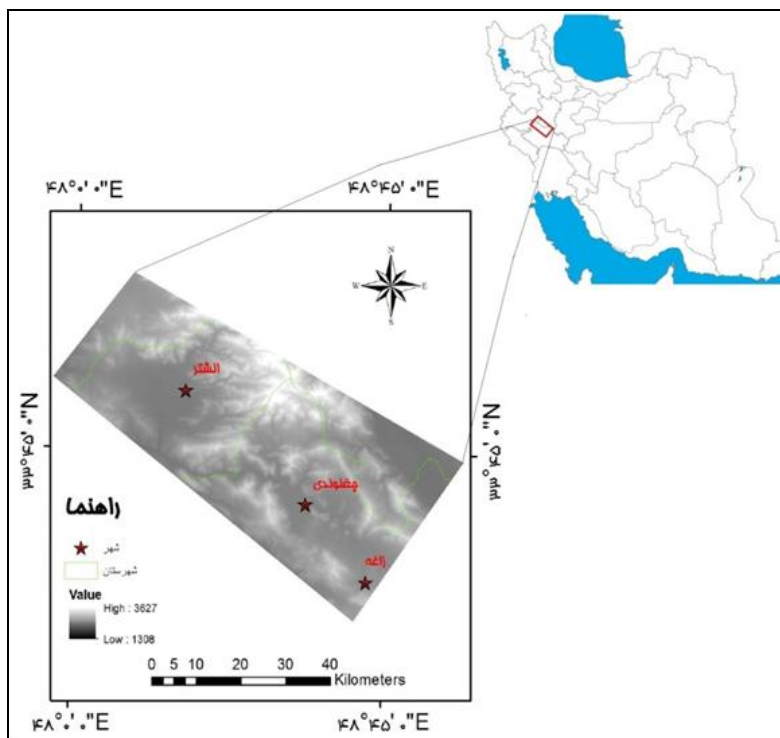
در این تحقیق با پهنه‌بندی لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه که یکی از مناطق پرخطر لرزه‌ای کشور محسوب می‌شود مناطق امن و خطرناک ناحیه مورد مطالعه را مشخص نموده تا کمک به برنامه‌ریزی توسعه شهری و کاهش خسارت جانی و مالی شود. در این پژوهش، خطواره‌های گسلی استخراج شده منطقه به کمک سنجش از دور همراه با برخی از پارامترهایی که در ایجاد مخاطرات زمین لرزه نقش دارند مانند: شیب توپوگرافی، فاصله از کانون زلزله‌های تاریخی و دستگاهی رخ داده در منطقه و... با استفاده از GIS و به روش تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی شده و نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لرزه برای منطقه تهیه می‌گردد.



پهنه بندی و تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست، قابل استفاده است. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و یا کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی و یک سری مقایسات زوجی تصمیم را آغاز می‌کند. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را نسبت به گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. در نهایت منطق فرایند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریسهای حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید (مهرگان، ۱۳۸۳). وقتی که تعداد مقایسات افزایش یابد، اطمینان از سازگاری مقایسات به

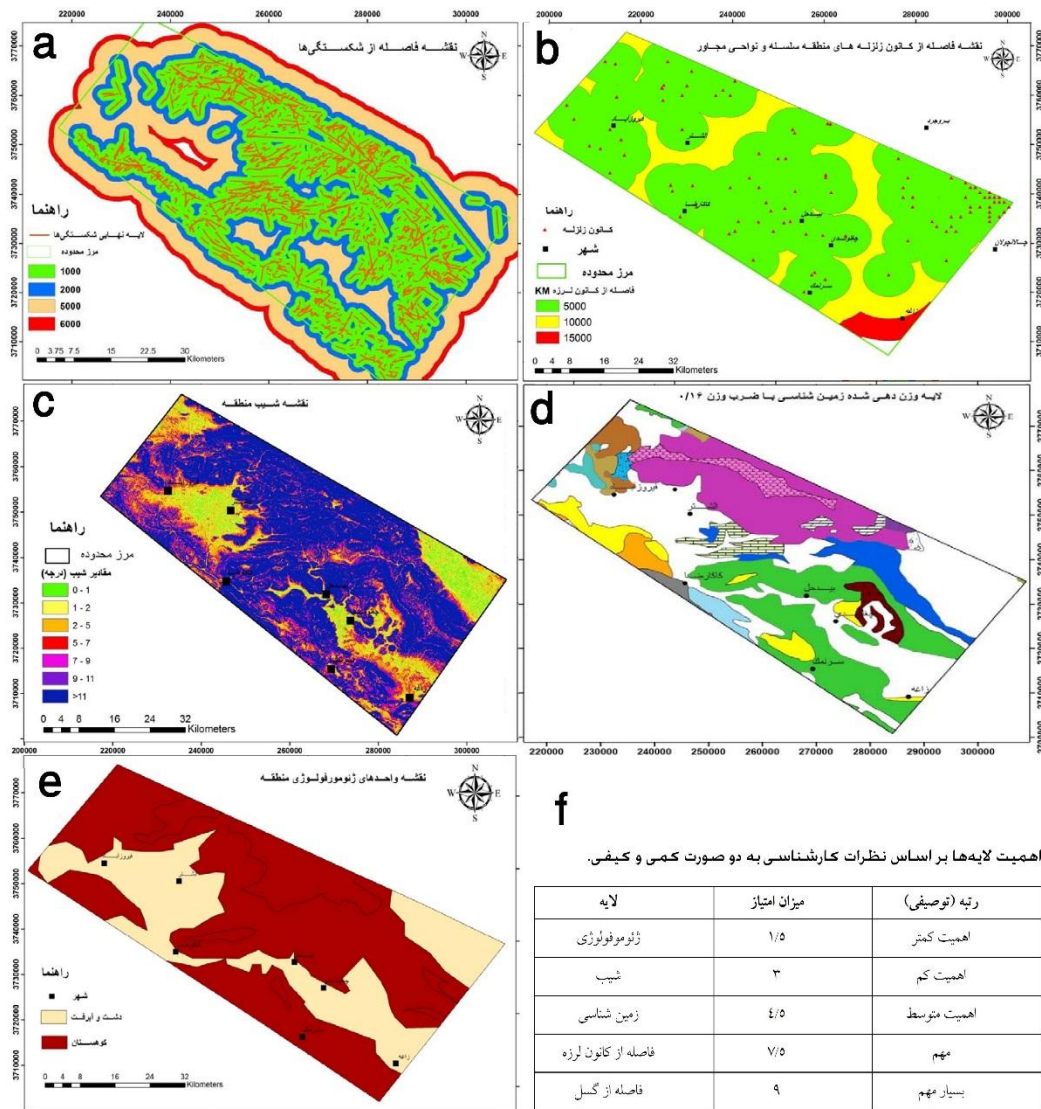
راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تعیین میزان سازگاری با انجام محاسبات آماری به کمک ماتریس ها انجام می گردد که برپایه نرخ وزن دهی با پارامترهای مورد نظر می باشد. تحلیل سلسله مراتبی، یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه است که توسط ساعتی (۱۹۷۰) معرفی شده است. این روش هنگامی که عمل تصمیم گیری و یا پهنه بندی با چند گزینه و شاخص تصمیم گیری روبرو است مفید بوده و سرعت عمل را بالا می برد. پس از اخذ تصمیم برای تعیین پارامترهای مورد نیاز برای پهنه بندی منطقه مورد مطالعه، ابتدا به کمک هر یک از پارامترها منطقه را پهنه بندی می نماییم. بنابراین مطابق شکل ۲ منطقه را با براساس پنج پارامتر ذکر شده برای این منطقه پهنه بندی می نماییم.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه.

برای پهنه بندی منطقه براساس شکستگیها لازم است ابتدا با استفاده از سنجش از دور شکستگیها را بعنوان خطواره شناسایی و به نقشه درآورد. لذا با استفاده از داده های سنجش از دور پس از پیش پردازش و رفع اثرات جوی و پردازش تصاویر، خطواره های تکتونیکی بارزسازی می گردند (عباسیان، ۱۳۹۴). در اینجا به منظور دستیابی به پراکندگی گسل ها پس از تصحیح اتمسفری تصاویر ماهواره ای، فیلتر بالا گذر (Sobel (Haralick et al., 1987)، بر روی باند ۸ سنجنده OLI ماهواره لندست ۸، در نرم افزار ENVI اعمال شد. سپس با اعمال فیلتر Lineament Extraction در نرم افزار Geomatica، خطواره های تکتونیکی استخراج و در نهایت نقشه شکستگیها بدست آمد. جهت ورود به فضای تصمیم گیری و پهنه بندی، لایه فاصله از گسل های منطقه طبق مطالعات امیر احمدی و همکاران (۱۳۹۳)، در ۴ کلاس ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۵۰۰۰، ۶۰۰۰ متر ایجاد شد (شکل ۲a).

پس از بدست آوردن آمار زمین لرزه‌ها از سایتهای معتبر برای محدوده مورد مطالعه همراه با مختصات کانونی آنها، نقشه کانون زلزله‌ها و سپس نقشه فاصله از کانونها در محیط GIS بدست می‌آید. در نقشه فاصله از کانونها به ترتیب سه فاصله، ۵، ۱۰، ۱۵ کیلومتری طبق مطالعات امیراحمدی و همکاران (۱۳۹۳) ایجاد شد (شکل ۲ب).



شکل ۲- نقشه‌های پهنه بندی ناحیه مورد مطالعه براساس پارامترهای مختلف و جدول ارزش گذاری آنها.

نقشه شیب محدوده مورد مطالعه را با استفاده مدل رقومی (DEM) منطقه با استفاده از دستور Slope در نرم افزار Arc GIS بدست آمد و طبق مطالعات (Nilsen, 1979) و امیراحمدی و همکاران (۱۳۹۳) به هفت کلاس پهنه بندی شد (شکل ۲c).

واحدهای سنگی تشکیل دهنده هر منطقه را می توان بعنوان یکی از پارامترهای مهم در تعیین میزان مخاطرات درنظر گرفت. لذا برای ایجاد این لایه از نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور استفاده شده است (شکل ۲d).

با استفاده از تصاویر ماهواره ای و مدل ارتفاعی رقومی منطقه و در تلفیق با نقشه زمین شناسی، لایه واحدهای ژئومورفولوژی بدست آمد. همچنین طبق مطالعات اصغری سراسکانرود و همکاران، ۱۳۹۳ محدوده شهرستان الشتر، به دو تیپ کوهستان و دشت تقسیم می شود. واحد کوهستان با توجه به نقشه زمین شناسی و DEM شامل لایه های آهکی- دلمیتی و مارنی مرتفع، تشکیلات کنگلومرای بختیاری با ارتفاع متوسط است و واحد دشت، رسوبات آبرفتی کواترن را شامل می شود (شکل ۲e).

قبل از انجام محاسبات سلسله مراتبی می بایست میزان ارزش هر پارامتر نسبت به سایر پارامترها تعیین گردد. در اینجا برای مقایسات زوجی و وزن دهی ها از نظرات و مطالعات کارشناسان از جمله قنبری (۱۳۹۲)، نگارش (۱۳۸۴)، امیراحمدی (۱۳۹۳)، موسوی (۱۳۸۸) استفاده شده است. طبق نظر کارشناسان، لایه فاصله از گسل و فاصله از کانون لرزه ها در میان لایه ها از اهمیت بالایی برخوردار است و سپس لایه های زمین شناسی، شیب و ژئومورفولوژی قرار می گیرند (شکل ۱f). حال اجرای تحلیل سلسله مراتب تصمیم گیری را بترتیب در ۵ گام انجام می دهیم (مهرگان، ۱۳۸۳). مطابق گام ۱ برای محاسبه بردار مجموع وزنی، ابتدا لایه های رقومی دو به دو مقایسه شده (جدول ۲) و در ادامه میزان برتری هر لایه بر لایه دیگری مشخص می شود. در گام ۲ برای محاسبه بردار سازگاری، پس از تایید سازگاری مقایسه های زوجی، وزن هر لایه با استفاده از نرم افزار Excel محاسبه می گردد. وزن هر لایه بر مجموع ستونهای جدول مقایسات زوجی تقسیم شد و جدول محاسبه وزن نسبی لایه ها بدست آید (جدول ۳).

جدول ۴- ماتریس مقایسات زوجی.

فاصله از کانونهای زلزله	ژئومورفولوژی	زمین شناسی	فاصله از گسل	شیب	
0.33	2.00	0.5	0.33	1.00	شیب
3./00	5./00	2.00	1.00	3.00	فاصله از گسل
0.5	3.00	1.00	0.5	2.00	زمین شناسی
0.25	1.00	0.33	0.2	0.50	ژئومورفولوژی
1.00	4.00	1.00	0.33	3.00	فاصله از کانونهای زلزله
5.58	15.00	4.83	2.36	9.50	مجموع

جدول ۵- محاسبه وزن نسبی لایه ها.

میانگین وزن سطرها	فاصله از کانونهای زلزله	ژئومورفولوژی	زمین شناسی	فاصله از گسل	شیب	
0.11	0.06	0.13	0.10	0.14	0.11	شیب
0.40	0.54	0.33	0.41	0.42	0.32	فاصله از گسل

زمین شناسی	0.21	0.21	0.21	0.20	0.09	0.18
ژئومورفولوژی	0/05	0.08	0.07	0.07	0.04	0.06
فاصله از کانونهای زلزله	0.32	0.14	0.21	0.27	0.18	0.22
مجموع وزن ستونها	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

برای محاسبه میانگین وزن ستون نهایی، براساس جدول ۵ مقادیر میانگین وزن سطرها با یکدیگر جمع و بر تعداد لایه‌ها تقسیم شد (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ موسوی و همکاران، ۱۳۸۸). اوزان به دست آمده از جدول ۳، در ماتریس مقایسات زوجی ضرب شد و در نهایت جدول (۴) به دست آمد و بردار مجموع وزنی از این جدول استخراج شده و در گام ۳ میانگین وزن ستون نهایی (λ_{max}) محاسبه شد. گام ۴ محاسبه شاخص سازگاری (CI) به منظور تعیین سازگاری اوزان داده شده است.

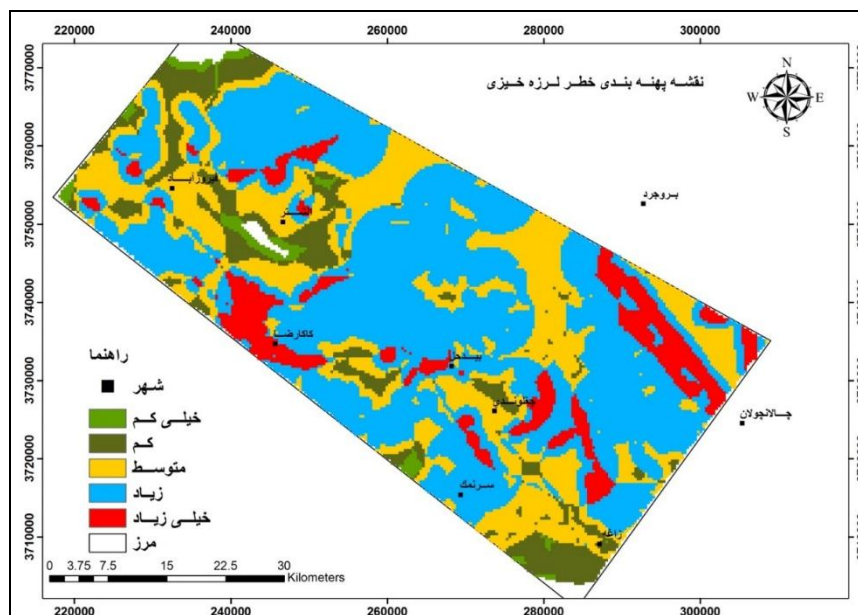
جدول ۴- محاسبه میزان اهمیت نسبی لایه‌ها.

وزن نهایی لایه‌ها (مجموع وزن سطرها/ میانگین وزن سطرها)	مجموع وزن سطرها	فاصله از کانونهای زلزله	ژئومورفولوژی	زمین شناسی	فاصله از گسل	شیب
2.07	0.3	0.036	0.22	0.055	0.03	0.011
10.56	5.024	1.2	2	0.8	0.04	1.2
5.13	1/2	0/09	0.54	0/18	0.09	0.36
2.16	0/13	0.015	0.06	0.019	0.012	0.03
7.35	2	0.22	0.88	0.22	0.072	0.66
5.45	میانگین ستون وزن نهایی					

در گام ۵ برای محاسبه نسبت سازگاری (CR)، شاخص سازگاری را بر شاخص تصادفی که برای ۵ لایه عدد ۱/۱۲ است تقسیم نموده و نسبت سازگاری ۰/۱ می‌شود که نشان دهنده درستی روند وزن دهی است (CI، شاخص سازگاری؛ λ_{max} ، میانگین وزن ستون نهایی و n تعداد لایه‌هاست).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} CI = |(5/45 - 5) / 4| = 0/112$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad CR = 0/112 \div 1/12 = 0/1$$



شکل ۳- نقشه نهایی پهنه بندی خطر لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه.



نتیجه گیری:

با توجه به نقشه پهنه بندی محدوده مورد مطالعه در مناطق فیروزآباد و چغلوندی خطر لرزه خیزی متوسط تا کم است که به علت تراکم کمتر گسل ها و تراکم کمتر کانون لرزه در این مناطق است. در مناطق کاکارضا و بیدخل خطر لرزه-خیزی به ترتیب خیلی زیاد و زیاد است که با توجه به تراکم زیاد گسل ها و تراکم نسبتا بالای کانون لرزه ها در این منطقه و شیب کم (حدوداً ۴ تا ۹ درجه) قابل توجیه است. در سرمنک و شهرهای الشتر و زاغه خطر لرزه خیزی، متوسط تا زیاد و کم می باشد که در اثر فاصله متوسط از گسل ها در سرمنک و فاصله کمتر با گسل ها در شهر الشتر و فاصله متوسط از گسل و عدم حضور کانون زمین لرزه در زاغه است. شرق چالانچولان و جنوب بروجرد به علت تمرکز بالای کانون لرزه ها و حضور شکستگی ها و گسل های فعال در پهنه خطر لرزه خیزی زیاد تا خیلی زیاد قرار می گیرد. بر اساس آمار رخداد زلزله ها مطابق با نقشه فاصله از کانون زلزله ها مشاهده می شود که در نزدیکی شهرهای چغلوندی و فیروزآباد، الشتر فاصله از کانون کمتر از ۵ کیلومتر است که نیاز به دقت در ساخت و سازها برای ادامه سکونت و ساخت و ساخت در این شهرها است.

کاکارضا و بیدخل در بازه فاصله ۵۰۰-۲۰۰۰ متری از گسل های منطقه قرار دارد و همچنین در فاصله ۵ کیلومتری از کانون زلزله های تاریخی رخ داده در منطقه است که سبب می شود در پهنه بندی در محدوده خطر خیلی زیاد قرار بگیرد. در مجموع مساحت مناطق مستعد خطر لرزه خیزی به تفکیک در پهنه بندی خیلی زیاد، ۲۷۵ کیلومتر مربع، پهنه زیاد ۱۵۱۵ کیلومتر مربع، پهنه متوسط ۸۰۱ کیلومتر مربع، پهنه کم ۲۸۴ کیلومتر مربع و پهنه خیلی کم ۴۸ کیلومتر مربع است. بیشترین

مساحت خطر لرزه خیزی را پهنه خطر زیاد با مساحت ۱۵۱۵ به خود اختصاص می‌دهد و بایستی منطقه مورد مطالعه را جز مناطق لرزه خیز محسوب نمود. مناطق امن در محدوده مورد مطالعه در حوالی غرب و جنوب غرب زاغه، غرب سرنمک، غرب و جنوب غرب و شمال شرق الشتر و غرب فیروزآباد است که پیش نهاد می‌شود در این مناطق تمرکز جمعیت صورت گیرد و ساخت و سازها در این مناطق وسعت یابند. بطور کلی شرق محدوده مورد مطالعه به علت حضور گسل‌ها و تمرکز بیشتر لرزه‌ها نسبت به سایر نواحی منطقه از نظر لرزه خیزی پرخطرتر است.



منابع فارسی :

- اصغری سراسکانرود، ص.، بلواسی، م.، زینالی، ب.، بلواسی، ا.، داودی، ع.، (۱۳۹۳)، بررسی خطرپذیری فرسایش خاک در حوضه آبخیز دوآب لرستان با استفاده از تحلیل شبکه و فناوری‌های سنس از دور و GIS، فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۱۴، ص ۸۹-۷۲.
- امیر احمدی، الف.، آب باریکی، ز.، (۱۳۹۳)، ریز پهنه بندی خطر زلزله شهر سبزوار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۵، صفحات ۱۳۳-۱۵۲.
- زمردیان، م.ج.، (۱۳۸۱)، مجله ژئومورفولوژی ایران، فرایندهای ساختمانی و دینامیک‌های درونی، جلد ۱، دانشگاه فردوسی مشهد.
- عباسیان، س.، (۱۳۹۴)، "تفسیر هندسی گسل‌ها و شکستگی‌های سطحی میدین نفتی کرنج، پارسی و تاق‌دیس بنگستان براساس تکنیک‌های سنجش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS"، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- قنبری، ا.، سالکی ملکی، م.، ع.، قاسمی، م.، (۱۳۹۲)، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۵، ص ۳۵-۲۱.
- گزارشات کانون لرزه‌ها، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران (۲۰۱۵).
- موسوی، ف.، چیت‌سازان، م.، میرزایی، ی.، شبان، م.، محمدی بهزاد، ح.، (۱۳۸۸)، همایش ژئوماتیک.
- مهرگان، م.، ر.، (۱۳۸۳)، "تحلیل پوششی داده‌ها: مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، نشر کتاب دانشگاهی"، ۱۶۰ صفحه.
- نگارش، ح.، (۱۳۸۴)، "زلزله، شهرها و گسل‌ها، پژوهش‌های جغرافیایی"، شماره ۳۷.



References:

- Haralick R M, Sternberg S R and Zhuang X., 1987, "Image Analysis Using Mathematical Morphology", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 9 (4): 532-550.
- Hessami, K., Nilforoushan, F., and Talbot, C.J., 2006, "Active Deformation within the Zagros Mountains Deduced from GPS Measurements", *J. of the Geological Society*, London, **163**, 143-148.
- Nilsen, T.H., Wright, R.H. Vlastic, T.C., Spangle, W., 1979, "Relative Slope Stability and landUse planning in the Sanfrancisco Bay". Region. California U.S.G.S. Professenal Paper.44.
- Saaty T.L., 1979, A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15:234-281.
- Vernant, P., Nilforoushan, F., and Hatzfeld, D. et al (2004a). "Present-Day Crustal Deformation and Plate Kinematics in Middle East Constrained by GPS Measurement Iran and Northern Oman", *Geophys. J. Int.*, **157**, 381-398.
- Walker, R., J. Jackson, and C. Baker, 2003, "Thrust faulting in eastern Iran: Source parameters and surface deformation of the 1978 Tabas and 1968 Ferdows earthquake sequences", *Geophys. J. Int.*, 152, 749 – 765.

بررسی رشد جانبی تاقدیس ازگله، کرمانشاه

◇◇◇◇◇◇◇◇

سید میعاد میرزاجانی، دانشجوی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه بوعلی سینا

لیلی ایزدی کیان، استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، L.izadi@basu.ac.ir

◇◇◇◇◇◇◇◇

چکیده:

تاقدیس ازگله در پهنه زاگرس چین خورده و در شمال باختر کرمانشاه قرار دارد. تاقدیس بسته ازگله از نوع چین های مرتبط با گسل است. روند عمومی این چین شمال باختر - جنوب خاور است و به هر دو سمت میل دارد. انحراف مسیر آبراهه ها و شکل گیری آب چاک ها در بخش دماغه شمال باختری این چین نشانگر رشد چین به سمت شمال باختر است. همچنین این چین از بخش انتهایی جنوب خاوری خود نیز در حال رشد است و باعث انحراف مسیر آبراهه و شکل گیری هواچاک و آب چاک گردیده است. اغلب آبراهه های که در یال های چین قرار دارند از نوع موازی هستند. با توجه شواهد این خوردگی از نظر تکتونیکی فعال است و به سمت شمال باختر و جنوب خاور در حال رشد است.

کلید واژه ها: رشد چین، تاقدیس، آب چاک، ازگله، کرمانشاه

Lateral propagation analysis of Ezgeleh anticline, Kermanshah

Seyed Miad Mirzajani,
Leili Izadi Kian,

Abstract:

Ezgeleh anticline is located in Zagros fold belt and in NW of Kermanshah. Close anticline of Ezgeleh is fault related folds. Strike of This fold is NW- SE and has plunging to NW and SE. Deflection of drainage and rivers to the NW and formation of water gap show this folds has propagated to the NW in this part. This folds has propagated in the SE part and caused deflected drainage too and water gap and air gap formed. Drainage pattern of limbs are parallel. These evidence shows active folding of Azgeleh anticline and this fold propagated to the NW And SE.

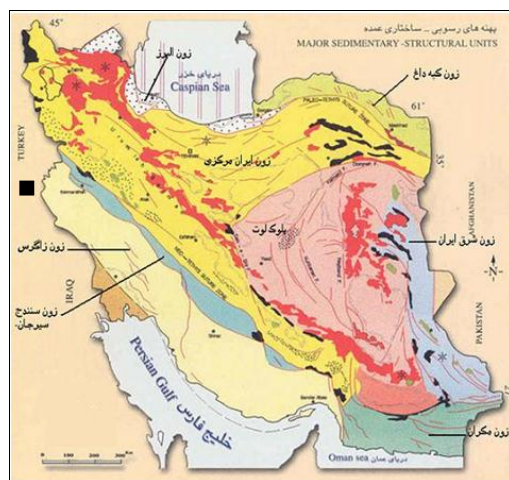
Keywords : Fold propagation, Anticline, Water gap, Ezgeleh, Kermanshah.

◇◇◇◇◇◇◇◇

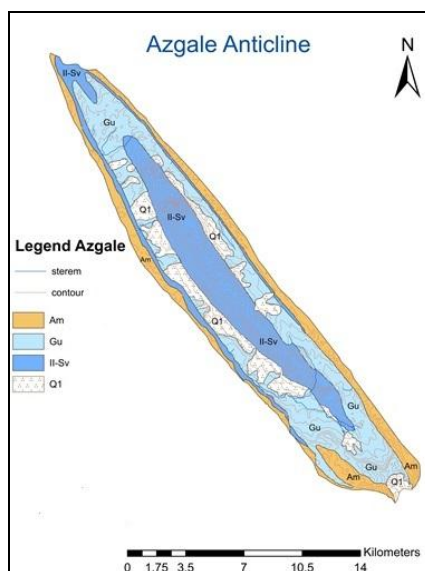
مقدمه:

طاقدیس ازگله در شمال باختری استان کرمانشاه و در نزدیک مرز ایران و عراق قرار دارد (شکل ۱). راههای دسترسی به این طاقدیس جاده های سرپل ذهاب، تازه آباد، ازگله است. این طاقدیس از نظر تقسیمات ساختاری ایران در کمربند کوهزایی زاگرس و در زیر پهنه زاگرس چین خورده قرار می گیرد (Berberian, 1994 و Nogolsadat, 1988). واحدهای سنگ شناسی این منطقه به ترتیب از واحدهای ایلام سروک به سن کرتاسه، سازند گورپی و سازند امیران تشکیل شده است (شکل ۲). واحد ایلام سروک که بعنوان قدیمی ترین واحد در هسته طاقدیس رخنمون دارد از سنگ آهک خاکستری

با چرت های رادیولاریتی تشکیل شده است. گسلهای پی سنگی نقش اصلی را در دگرشکلی زون زاگرس دارند و در هسته این طاق‌دیس نیز یک گسل راندگی از نوع پی سنگی قرار دارد و بنابراین این طاق‌دیس نیز از نوع چین های مرتبط با گسل (Fold related Fault) می باشد. دگرشکلی در منطقه از گله با توجه به فعالیت گسل پی سنگی از نوع ستر پوسته (Thick skin tectonic) است. پهلوی پیشانی آن با شیب زیاد به سمت جنوب باختر و پهلوی خلفی با شیب کمتر به سمت شمال خاور قرار دارد. روند اثر سطح محوری این چین در بخش های انتهایی آن به سمت شمال باختر و به سمت جنوب خاور میل دارد.



شکل ۱: پهنه های رسوبی - ساختمانی ایران (آقاناتی) و موقعیت طاق‌دیس از گله ■



شکل ۲: نقشه زمین شناسی طاق‌دیس از گله (Am سازند امیران، Gu سازند گورپی، Il-Sv سازند ایلام سروک، Q1 رسوبات کواترنری)

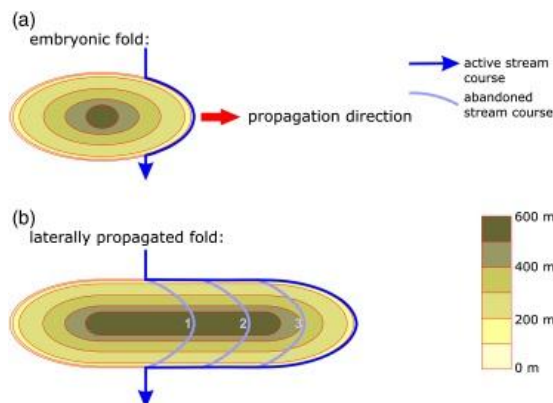


روش تحقیق:

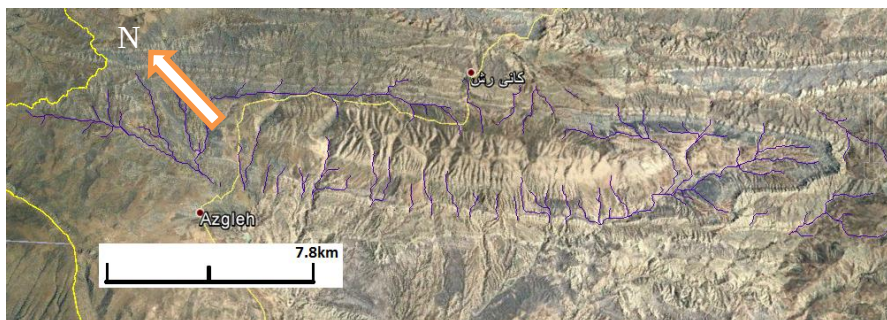
چین ها بعد از شکل گیری می توانند در جهت عرضی و یا در جهت طولی (جانبی) خود گسترش یابند. با استفاده از شواهد زمین ریخت شناسی می توان رشد چین ها را تشخیص داد. در مناطقی با چین خوردگی فعال، همیشه رودخانه ها می توانند هماهنگ با بالا آمدگی منطقه، به اندازه کافی بستر خود را حفر نمایند، این موضوع اغلب به انحراف و در نتیجه واگرایی کانال رودخانه ای در انتهای ساختار رشد کننده می انجامد (Walker, 2006) در نتیجه از طریق بررسی توسعه ی زهکش های عرضی در سراسر ناحیه ی چین خورده، می توان به توسعه ی زمین ریخت شناختی چین های فعال پی برد.

رشد جانبی تاقدیس باعث تغییر نسل های پی در پی از آبراهه هایی که موازی با محور تاقدیس بودند می شود، تغییر شیب توپوگرافی باعث می شود آبراهه ها برای هماهنگ شدن با شیب جدید از مسیر قبلی منحرف شده و عمود بر محور تاقدیس یعنی جهت حداکثر شیب توپوگرافیک جدید جریان یابند (شکل ۳). تاقدیس از گله در سمت شمال غرب خود به موازات محور چین رشد و انتشار داشته و باعث شده آبراهه های این بخش منحرف بشوند. همانطور که در تصاویر ماهواره ای منطقه دیده می شود (شکل ۴) آبراهه ای که در بخش شمال باختری چین قرار دارد در اثر رشد چین به سمت شمال باختر انحراف پیدا کرده است. جهت انتشار چین در جهت تحذب چین می باشد. همچنین این چین نیز در سمت جنوب خاوری رشد و انتشار داشته و باعث انحراف آبراهه شده است.

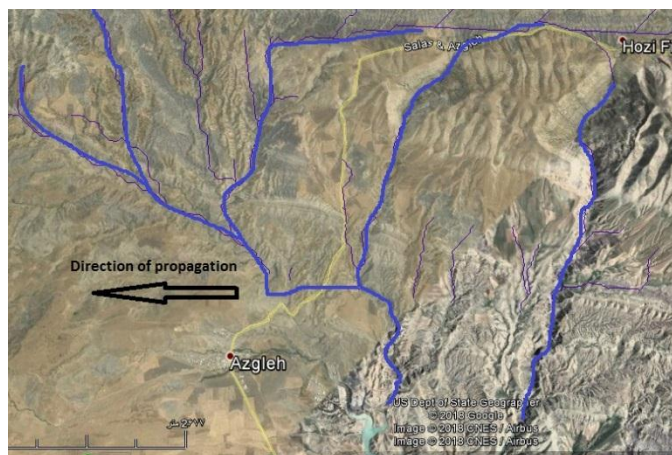
از دیگر پارامترهای نشان گر رشد چین های می توان به هواچاک و آب چاک ها اشاره کرد. به دره ها یا شکاف های شکل گرفته در مناطقی که دچار بالا آمدگی شده باشند در صورتی که آب در آن ها جریان داشته باشند آب چاک (Water Gap) و اگر بدون آب باشند هواچاک (Air Gap) می گویند. آنها در اثر فعالیت راندگی های نهان در عمق، بالا آمدگی و چین خوردگی در مناطق سطحی ظاهر می شود و این خود به نوبت می تواند باعث قطع شدگی جریان های رودخانه ای شود، که قدرت لازم را جهت حفر بستر خود ندارند (Walker, 2006). در چنین مناطقی نیز مراحل تشکیل و تکوین چین خوردگی می تواند از بقایای کانال ها و رودهای خشک شده و ارتفاع یافته (Dry Vally) که روی تصاویر ماهواره ای دیده می شوند، بدست آید. مطالعه ی هواچاک هایی که به دلیل بالا آمدگی زمین ساختی در منطقه در پاسخ به رشد جانبی تاقدیس تشکیل شده اند یکی از بهترین شاخص ها برای بررسی رشد جانبی چین ها است (Keller et al, 1999). توسعه ی هواچاک ها به تعادل بین نرخ بالا آمدگی زمین ساختی در چین در حال رشد و نرخ برش رودخانه بستگی دارد. اگر نرخ برش رودخانه بیشتر از نرخ بالا آمدگی باشد یک آب چاک و اگر کمتر باشد یک هواچاک شکل می گیرد. در اثر بالا آمدگی، رودخانه به سمت دماغه تاقدیس منحرف خواهد شد و محل انحراف های متوالی رودخانه به صورت هواچاک در طول ستیغ تاقدیس حفظ خواهد شد که جهت کاهش ارتفاع آن ها جهت رشد چین را نشان خواهد داد (شکل ۵ و ۶).



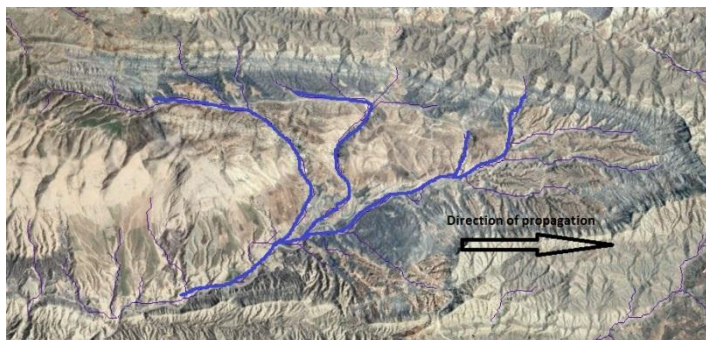
شکل ۳: مراحل رشد جانبی چین و شکل گیری هواچاک و آب چاک ها، الف. مرحله جنینی چین و مسیر اولیه رودخانه فعال ب. مرحله چین رشد یافته و انحراف مسیر رودخانه فعال به سمت دماغه چین و شکل گیری آبراهه های متروک



شکل ۴: تصویر ماهواره ای طاقدیس از گله و آبراهه های اصلی آن



شکل ۴ الف: انحراف مسیر آبراهه در بخش شمال باختری طاقدیس از گله به سمت چپ که جهت رشد چین را در جهت شمال باختر نشان می دهد.



شکل ۴: انحراف مسیر آبراهه در بخش جنوب خاوری تاقدیس از گله به سمت راست که جهت رشد چین را در جهت جنوب خاوری نشان می دهد.

نیمرخ طولی تاقدیس از گله



شکل ۵: موقعیت آب چاک و هوا چاک در نیمرخ طولی تاقدیس از گله



شکل ۶: نیمرخ طولی تاقدیس از گله (سمت راست) و تصویر آب چاک (سمت چپ) (نگاه به جنوب باختر)

نتیجه گیری :

تاقدیس ازگله یک چین مرتبط با گسل است و در شمال باختری کرمانشاه قرار دارد. این چین بسته و به سمت جنوب باختر میل دارد. پهلوی پیشانی این چین پرشیب تر و به سمت جنوب باختر میل دارد. با توجه به انحراف مسیر آبراهه ها و رودخانه های در حال جریان در دماغه چین در هر دو سمت شمال باختر و جنوب خاور این چین در جهات یاد شده رشد داشته و در حال حاضر در حال انتشار است. تحذب انحراف آبراهه ها مسیر انتشار چین را نشان می دهد. همچنین چین خوردگی فعال باعث شده آب چاک ها و هوا چاک ها در دو سمت چین شکل بگیرد.



منابع فارسی :

شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۸۸، "نقشه زمین شناسی باینگان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰".

شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۸۸، "نقشه زمین شناسی قصر شیرین با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰".

مهندسین مشاور ایمن سازان، ۱۳۸۵، "گزارش زمین شناسی تکمیلی، هیدروکلیماتولوژی، هیدروژئولوژی، آماربرداری ادواری گمانه ها و منابع آب زیرزمینی مسیر تونل انتقال آب زاگرس".

(Nogolsadat, 1988 و Berberian, 1994)



References:

Bretis, B., Bartl, N. ., Grasemann, B., 2011- Lateral fold growth and linkage in the Zagros fold and thrust belt (Kurdistan, NE Iraq). Basin Research 23, 615–630.

Keller, E. A., Gurrola, L. & Tierney, T. E., 1999- Geomorphic criteria to determine direction of lateral propagation of reverse faulting and folding. Geology 27: 515-518.

Walker, R., 2006, A remote sensing study of active folding and faulting in southern Kerman Province, S.E Iran, J. Struc. Geol. Vol. 28:654 – 668.

ارزیابی و تحلیل زمین ساخت مرتبط با گسل فعال قمشلو (شمال باختر ایران)

زهره رسولی عنبر، دانشجوی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (Zahra.rasouli.319@gmail.com)

امیرحسین صدر، استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (sadr_struct@yahoo.com)

رضا علی پور، استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (rezaalipoor116@gmail.com)

سحر قمریان، کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (ssghamarian@gmail.com)



چکیده:

هدف از انجام این پژوهش ارزیابی زمین ساخت فعال پهنه گسلی قمشلو در شمال باختر ایران است. بدین منظور از شاخص های ریخت زمین ساختی شامل شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی، شاخص گرادیان - طول رودخانه و شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع دره استفاده شده است. نتایج حاصل از شاخص های ریخت زمین ساختی نشان می دهد که احتمالاً زمین ساخت فعال منطقه مرتبط با فعالیت گسل فعال قمشلو است. بخش های مرکزی منطقه که نزدیک به پهنه گسلی است، مقادیر بالاتری از فعالیت نسبی زمین ساختی مشاهده می شود.

کلید واژه ها:

گسل، قمشلو، تکتونیک، شاخص

Assessment and analysis of tectonic associated with the active fault of Qameshlou (NW Iran)

Zahra Rasouli Ambar, MSc Tectonic Student, Bu-Ali Sina University, Hamedan (Zahra.rasouli.319@gmail.com)

Amir Hossein Sadr, Assistant Professor, Department of Geology, Bu-Ali Sina University, Hamedan

(sadr_struct@yahoo.com)

Reza Alipour, Assistant Professor, Department of Geology, Bu-Ali Sina University, Hamedan

(rezaalipoor116@gmail.com)

Sahar Ghamarian, Master of Tectonics, Bu-Ali Sina University, Hamadan (ssghamarian@gmail.com)

Abstract:

The aim of this study is assessment of the active tectonics related to the Qameshlou fault zone in NW Iran. Therefore, we use the morphotectonics indexes including the index of asymmetry factor, stream length gradient index and the ratio of valley floor. The results of morphotectonics indexes indicate that the active tectonic of the study area is probably related to the activity of the Qomshlou fault. Central part of the study area and close to the fault zone indicates high values of the active tectonic indexes.

Keywords :

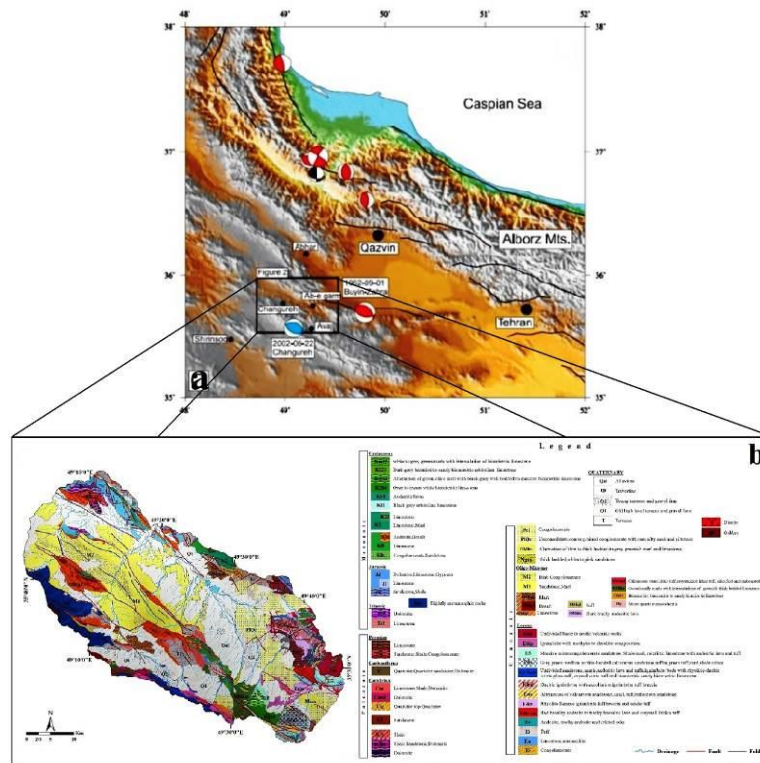
Fault, Qameshlu, Tectonic, Index



مقدمه

شناسایی مناطق دارای پتانسیل خطر زمین لرزه همواره از دغدغه‌های اصلی رشته‌های مرتبط با علوم زمین بوده است و محققان مختلف با نگرش‌های گوناگون آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. دانش ریخت‌زمین‌ساخت نیز با گستره مطالعاتی خاص خود به مطالعه این پدیده‌های محیطی پرداخته است. شناسایی و تفسیر شواهد بر جای مانده از لرزه‌ها و حرکات زمین‌ساختی جوان بر چشم‌اندازها موضوع این دانش است (سیف و خسروی، ۱۳۸۹). موریساوا و هک (Morrisava and Hack, 1985)، از ریخت‌زمین‌ساخت به عنوان مشخص کننده‌ی رابطه بین زمین‌ساخت و عوارض سطحی یاد کرده و بر این باورند که با داشتن این ارتباط، می‌توان حوادث زمین‌ساختی را از طریق مطالعه‌ی اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین تفسیر نمود. هر چند لندفرم‌ها در بسیاری از مناطق دارای فعالیت‌های زمین‌ساختی می‌تواند حاصل تقابل پیچیده‌ای از عوامل مختلف دینامیک درونی و بیرونی باشد، شاخص‌های ریخت‌سنجی در بررسی فعالیت‌های زمین‌ساختی، اعم از دیرینه زمین‌ساخت و نو زمین‌ساخت می‌تواند ابزاری مفید و کارآمد استفاده شود، زیرا با استفاده از آن‌ها می‌توان مناطقی را که در گذشته فعالیت‌های سریع و کند زمین‌ساختی را تجربه کرده‌اند را به آسانی شناسایی نمود (Bull and McFadden, 1977; Ramiez and Heerea, 1998; Keller and Pinter, 2002a,b; Molin et al., 2004). مزیت استفاده از شاخص‌های ریخت‌سنجی این است که می‌توان نتایج حاصل از چند شاخص را که دارای دقت و اعتبار بیشتر است را با هم تلفیق کرده و در آخر مرتبه فعالیت نسبی زمین‌ساختی یک منطقه را تعیین نمود (Keller and Pinter, 1996). در مناطقی که زمین‌ساخت به صورت فعال عمل کرده، هندسه سیستم‌های رودخانه‌ی توسط نوع و میزان عملکرد نیروهای زمین‌ساختی و ساختارهای فعال از جمله گسل‌های محلی تاثیر پذیرفته است (Maroukian et al., 2008). استفاده از شاخص‌های زمین‌ساخت فعال، توسط بال و مک‌فادن (Bull and McFadden, 1977)، هاک (Hack, 1973)، کلر (Keller, 1977)، کلر و پینتر (Keller and Pinter, 2002)، چن و همکاران (Chen et al., 2003) و مالیک و همکاران (Malik et al., 2006) برای مناطق مختلفی از جهان مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج متفاوتی رانشان داده است. همین‌طور همدونی و همکاران (El Hamdouni et al., 2008) از این شاخص‌ها در بررسی وضعیت زمین‌ساختی حوضه سریانورا در جنوب اسپانیا استفاده کرده‌اند. که مبنای کلاس‌بندی در این پژوهش قرار گرفته است. در ایران نیز بررسی ریخت‌زمین‌ساختی مناطق مختلف به‌وسیله پورکرمانی و متعمدی (۱۳۸۱)، گورابی (۱۳۸۴)، مختاری (۱۳۸۵)، یمانی و همکاران (۱۳۸۹)، مقصودی و همکاران (۱۳۹۰)، علی‌پور و همکاران (Alipoor et al., 2011)، بهرامی (۱۳۹۲) مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعات پیشین که در مناطق مختلف جهان با استفاده از شاخص ریخت‌سنجی بر روی حوضه‌ها و شبکه‌ی آبراهه‌ها صورت گرفته است، حکایت از کارایی آنها در شناسایی مناطق فعال دارد.

گستره مورد مطالعه در این پژوهش دارای محدوده طول جغرافیایی $49^{\circ} 10'$ تا $49^{\circ} 40'$ خاوری و عرض جغرافیایی $35^{\circ} 30'$ تا $35^{\circ} 40'$ شمالی می باشد که در شمال باختر ایران و در پهنه ایران مرکزی (کمر بند ولکانیکی ارومیه - دختر) واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱- (a) نقشه توپوگرافی گسل های فعال شناخته شده و صفحه گسل های زمین لرزه در شمال غربی ایران (Berberian and Yeats, 1999). (b) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.

این محدوده در بخش جنوبی کوه های سلطانیه قرار دارد و شامل سنگ های پرکامبرین تا واحدهای عهد حاضر می باشد که به وسیله چندین ناپیوستگی مشخص، گسیخته شده اند، اما بیشتر نهشته های دوران سوم (سنوزوئیک) رخنمون دارند و از سازند قرمز پایینی (کنگلوامرای ماسه ای و گلی)، سازند قم (سنگ آهک، توف و سنگ های آتشفشانی) و سازند قرمز بالایی تشکیل شده است. سازند قرمز بالایی به طور هم شیب و گاه با دگرشیبی بر روی سازند قم قرار گرفته است، این سازند به سن میوسن در منطقه مورد مطالعه گسترش وسیعی دارد می باشد (Bolourchi, 1979).

همچنین از نظر ساختاری منطقه شامل گسل ها و چین خوردگی های فعال است که سیمایی زمین ریختی آن را تحت تاثیر قرار داده به همین دلیل جز مناطق حائز اهمیت زمین ساخت فعال می باشد. در این پژوهش هدف تعیین فعالیت زمین ساختی گسل کمتر شناخته شده قمشلو می باشد، در این راستا از شاخص های ریخت زمین ساختی، شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی Af، شاخص گرادیان - طول رودخانه SL و همچنین شاخص نسبت پهنایی دره به ارتفاع دره Vf استفاده شده است.



روش تحقیق

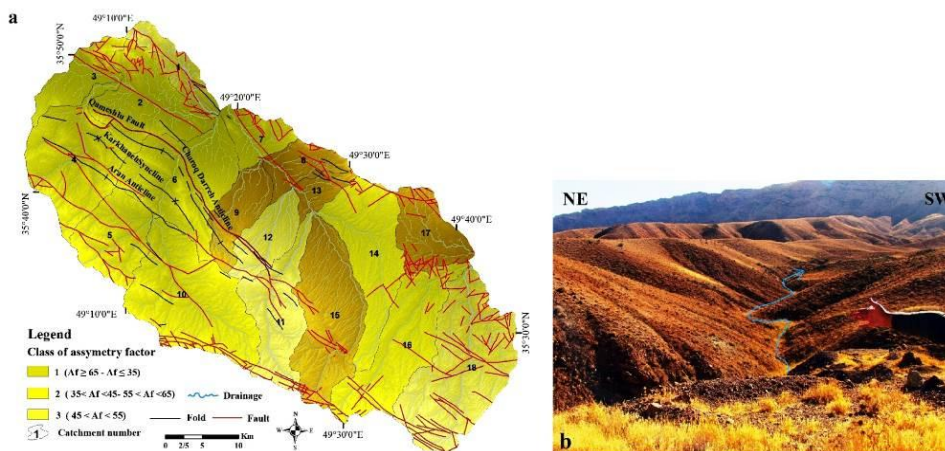
برای به دست آوردن داده‌های این پژوهش از نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ آوج، رزن، نوبران و دانشفهان، تصاویر ماهواره‌ای، مدل ارتفاع رقومی (DEM) و نرم‌افزارهای ARC GIS و Global Mapper استفاده شد. لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای بررسی شاخص‌های ریخت‌زمین‌ساختی مانند شبکه آبراه‌ها و ترسیم حوضه‌ها در نرم‌افزار ARC GIS تهیه و استخراج شد. در نهایت شاخص عدم تقارن حوضه‌زهکشی، شاخص گرادیان طولی رودخانه و شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع دره مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و نقشه‌های ریخت‌زمین‌ساختی آن‌ها تهیه گردید.

شاخص عدم تقارن حوضه (Asymmetry Factor):

ژئومتری رودخانه‌ها به چندین روش کیفی و کمی شرح داده شده است. حوضه‌های زهکشی در مناطقی که تحت تاثیر تغییر شکل‌های زمین‌ساختی فعال بوده، یک ژئومتری مشخص دارد. فاکتور نامتقارنی حوضه‌زهکشی را می‌توان تا حدودی برای تحلیل کج‌شدگی زمین‌ساختی در مقیاس حوضه‌ها یا مناطق بزرگتر که در مجاورت گسل‌های فعال قرار داشته، معرفی کرد (Grander and Hare, 1985).

شاخص عدم تقارن حوضه‌زهکشی از رابطه مقابل به دست می‌آید: $AF=100(Ar/At)$

Ar مساحت حوضه سمت راست رود (دید به سمت پایین رود) و At مساحت کل حوضه‌زهکشی است. برای شبکه رودی که جریان وضعیت آن در حالت پایدار است. AF در حدود ۵۰ می‌باشد. به کج‌شدگی عمود بر روند رودخانه حساس می‌باشد، مقادیر بیشتر یا کمتر از ۵۰ شاخص نشانگر کج‌شدگی می‌باشند (Keller and Pinter, 1996). محدوده مطالعاتی بر اساس حوضه‌بندی که در محیط ARC GIS انجام شد شامل هیجده حوضه‌زهکشی می‌باشد که در بین آن‌ها حوضه‌های ۱۷، ۱۵، ۱۳، ۹، ۸ بر اساس محاسبات شاخص AF جز مناطقی هستند که عملکرد زمین‌ساخت در آن‌ها به صورت فعال عمل کرده و سبب کج‌شدگی آبراهه‌های اصلی شده به گونه‌ای که ما در یک سمت آبراهه شاهد بالا آمدگی و در سمت دیگر شاهد فرسایش هستیم. علاوه بر آن در حوضه شماره ۸ و ۹ شاهد چین‌خوردگی‌های هستیم که ناشی از عملکرد زمین‌ساختی در این حوضه بوده که سبب ایجاد چین‌خوردگی‌های مرتبط با گسل شده است. در این حوضه‌ها نحوه تشخیص کج‌شدگی آبراهه‌ها بر اساس مقادیر عددی AF به دست آمده در هر حوضه است که اگر این عدد ۵۰ باشد نشان‌دهنده تقارن در دو طرف حوضه‌زهکشی و مقادیر عددی کمتر یا بیشتر از ۵۰ نشان‌دهنده فعال یا غیرفعال بودن حرکات زمین‌ساختی در آن‌ها می‌باشد (شکل ۲).

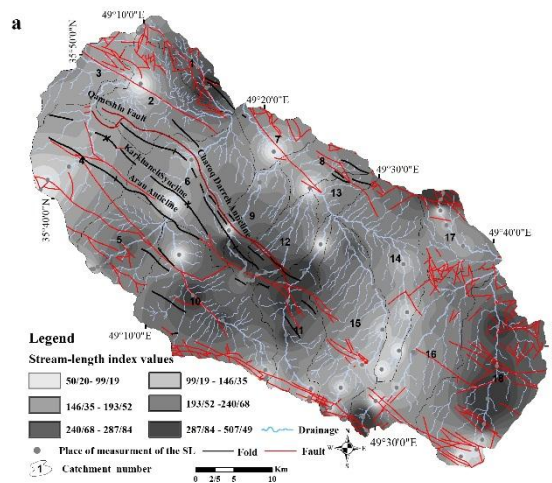


شکل ۲- a. نقشه نهایی شاخص AF، در منطقه مورد مطالعه. b. تغییرات آبراهه‌ها، حرکت گسل بر روی سازند قرمز بالایی M1 سبب انحراف و کج شدگی در سیر کانال رودخانه‌ای شده است.

شاخص گرادیان - طول شیب رودخانه (SL)

شاخص گرادیان - طول رود (SL) نشان‌دهنده‌ی شکستگی توپوگرافیکی در امتداد یک رود است. به طور معمول شکستگی‌ها تحت تأثیر سه عامل هستند (Font et al., 2010). ۱- نیروی زمین‌ساختی که می‌تواند باعث ایجاد بالاآمدگی شود. ۲- تفاوت سنگ‌شناسی که می‌تواند موجب شکستگی‌های توپوگرافیکی شود. ۳- فراوانی زیاد تغییرات سطح اساس دریا طی دوره‌ی کوتاه‌تر.

محاسبه‌ی شاخص SL، از پایین دست آبراهه به سمت بالا دست آن انجام می‌گیرد. در حالت معمول به علت کم شدن مقدار L به سمت بالا دست، مقادیر بالای SL مربوط به پایین دست آبراهه است و به سمت بالا دست از مقدار SL کاسته می‌شود. پس با رسم نمودار شاخص SL به طور طبیعی باید یک روند کاهشی دیده شود، که هرگونه آنومالی در این روند می‌تواند نشانه‌ی فعالیت زمین‌ساختی باشد. البته نباید تأثیر تفاوت سنگ‌شناسی را بر شاخص SL نادیده گرفت. شاخص SL برای محدوده مورد مطالعه که شامل هجده حوضه می‌باشد، در محیط ARC GIS محاسبه شد و نتایج آن به این صورت می‌باشد که حوضه‌های ۱-۵-۹-۱۰-۱۱ و ۱۸ جز مناطقی هستند که از لحاظ زمین‌ساختی فعال می‌باشند و همانطور که در شکل زیر می‌بینید تراکم گسلی در این حوضه‌ها زیاد است (شکل ۳).



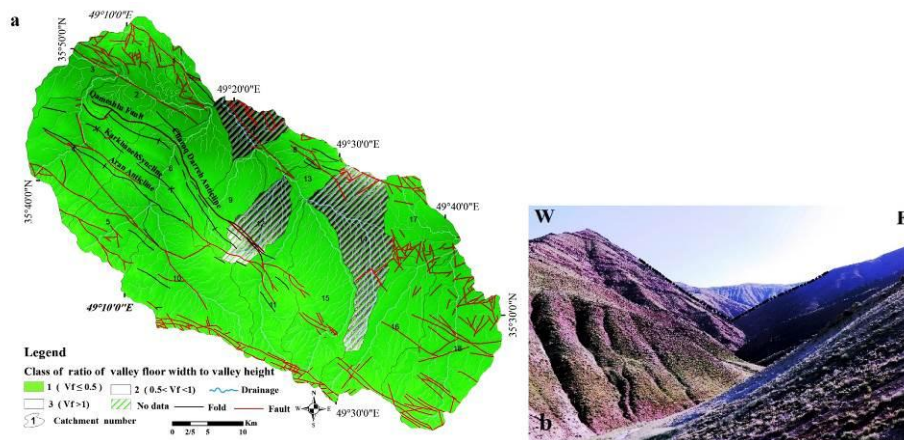
شکل ۳- نقشه نهایی شاخص SL در منطقه مورد مطالعه

نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره (VF)

این شاخص عبارتست از نسبت دو برابر عرض کف دره به مجموع اختلاف ارتفاع دیواره دو سمت آن با ارتفاع کف دره که با شاخص زیر محاسبه می شود (Bull and Mc Fadden, 1977).

$$Vf = (2 \times Vf_w) / ((E_{id} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc}))$$

در این رابطه، Vf نشان دهنده ی نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره، Vf_w پهنای (عرض) کف دره، E_{id} و E_{rd} به ترتیب ارتفاع خط تقسیم آب در سمت چپ و راست دره و E_{sc} ارتفاع کف بستر دره هستند. در محاسبه ی شاخص Vf باید این نکته را در نظر داشت که اندازه گیری داده ها در یک فاصله ی معین نسبت به پیشانی کوهستان (به طور معمول یک کیلومتر از جبهه ی کوهستان به طرف بالادست رودخانه) انجام شود. شاخص Vf برای تفکیک دره های U شکل از دره های V شکل به کار می رود، به گونه ای که مقادیر کوچک، وجود دره های عمیق و V شکل که می توانند نتیجه ی عملکرد زمین ساخت فعال باشند، به همراه زیاد بودن میزان بالادستی را نشان می دهند. مقادیر بزرگ Vf نیز، نشان دهنده ی کم بودن میزان بالادستی و وجود دره های با کف پهن و U شکل است که در اثر فرسایش جانبی ناشی از ثبات پیشانی کوهستان تشکیل شده اند. به طور کلی، فرسایش دره های رودخانه ای و ریخت شناسی دره ها در مقطع قائم از ابزارها و شواهدی هستند که تفسیر فعالیت های زمین ساختی به کار گرفته می شوند. بال و مک فادن، حرکت کوهستان را بر اساس مقادیر Vf به صورت زیر تقسیم کرده اند (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۸). شاخص Vf برای منطقه مورد مطالعه که شامل هجده حوضه می باشد در محیط Global mapper مورد بررسی قرار گرفت و در محیط ARC GIS محاسبه شد و نقشه زمین ساختی آن تهیه گردید و نتایج به دست آمده از آن به این صورت است که همه ی حوضه به غیر از حوضه های شماره ۷-۱۲-۱۴ از نظر زمین ساختی فعال هستند و عملکرد زمین ساختی در حوضه های که تراکم گسل در آن ها زیاد است یا نزدیک به پهنه گسل اصلی (قمشلو) با روند NW-SE هستند بیشتر می باشد (شکل ۴).



شکل ۴- (a) نقشه نهایی اندیس Vf و (b) دره های v شکل نشان دهنده زمین ساخت فعال در سازند قرمز بالایی در منطقه مورد مطالعه.

نتیجه گیری:

باتوجه به اندازه گیری شاخص های عدم تقارن حوضه زهکشی قسمت شمال شرقی و بخش کوچکی از جنوب شرقی منطقه فعالیت بالایی از خود نشان می دهد. باتوجه به شاخص گرادیان - طول رودخانه قسمت جنوب غربی و جنوب شرقی منطقه نیز فعال می باشد، شاخص نسبت پهنایی دره به ارتفاع دره، نشان می دهد، تمام قسمت های منطقه بجز بخش کوچکی در شرق و شمال نیز فعال هستند. به طور کلی اندازه گیری شاخص های عدم تقارن حوضه زهکشی، گرادیان، طول رودخانه و نسبت پهنای دره به ارتفاع دره، نشان دهنده آن است بخش های نزدیک به قسمت میانی گسل قمشلو با روند NW-SE فعالیت نسبی بالاتری نسبت به قسمت شمال غربی آن دارد.



منابع فارسی:

۱. بهرامی، ش؛ معتمدی راد، م؛ اکبری، ا، ۱۳۹۲، بررسی تأثیر تکتونیک در ویژگی های کمی شبکه زهکشی (مطالعه موردی: چهار حوضه زهکشی در شمال شرق کشور)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال سوم، شماره ۱۲، صص. ۱۰۲-۸۵.
۲. بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸۸). تشخیص فعالیت های تکتونیک در حوضه ی آبریز قرقچای با استفاده از شاخص های ژئومورفیک و مورفوتکتونیک، فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۲۵، صص. ۲۵-۵۰.
۳. پورکرمانی، م؛ معتمدی، ح، ۱۳۸۱، روش های زمین شناسی ساختمانی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران.
۴. سیف، ع؛ خسروی، ق. (۱۳۸۹). بررسی تکتونیک فعال در قلمرو تراست زاگرس منطقه فارس، پژوهش های جغرافیای طبیعی (پژوهش های جغرافیایی سابق). شماره ۷۴، ۱۲۵-۱۴۶.
۵. گورابی، ا و همکاران (۱۳۸۴)، شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوضه آبخیز درکه، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۰، رساله دکتری دانشگاه تهران.
۶. مختاری، د، ۱۳۸۵، کاربرد شاخص های ریخت سنجی در تعیین میزان فعالیت گسل ها، مورد نمونه: گسل میشو، مجله علوم زمین، شماره ۵۹.

۷. مقصودی، م؛ جعفری اقدم، م؛ باقری سیدلشکری، سجاد؛ مینایی، مسعود، ۱۳۹۰، بررسی تکتونیک فعال حوضه آبخیز کفرآور با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی، جغرافیا و توسعه، سال نهم، شماره ۲۵، صص. ۱۳۶-۱۱۱.
۸. یمانی، م؛ باقری، س؛ جعفری اقدم، مریم. ۱۳۹۳، تأثیر نو زمینساخت در ژئومورفولوژی آبراهه‌های حوضه آبریز چله، مجله محیط جغرافیایی، شماره ۱، صص ۵۵-۱.

References:

9. Alipoor, R, Poorkermani, M, Zare, M, El Hamdouni, R. 2011. Active tectonic assessment around Rudbar Lorestan dam site, High Zagros Belt (SW of Iran). *Geomorphology*, 128: 1–14.
10. Bolourchi, M.H., 1979. Explanatory Text of the Kabudar Ahang Quadrangle Map, Iran, Scale 1:250,000. Geological Survey of Iran, p. 107.
11. Bull, WB, McFadden, LD. 1977. Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California, In: Doehring, D.O. (Ed.), *Geomorphology in Arid Regions*, Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium, State University of New York, and Binghamton, 115-138.
12. Chen, Y.C., Sung, Q., Cheng, K.Y., 2003. Along-strike variations of morphotectonic features in the Western Foothills of Taiwan: tectonic implications based on stream-gradient and hypsometric analysis. *Geomorphology*, 56, pp.109–137.
13. El Hamdouni, R, Irigaray, C, Fernandez, T, Chacan, J, Keller, EA. 2008. Assessment of relative active tectonics, southwest border of Sierra Nevada (southern Spain). *Geomorphology*, 96, pp.150-173.
14. Font, M., Amorese, D. and Lagarde, J.L., 2010, Dem and GIS Analysis of the Stream Gradient Index to Evaluate Effects of Tectonics: the Normandy Intraplate Area (NW France), *Geomorphology*, Vol. 119, No. 3-4, PP. 172–180.
15. Hare, P.W., Gardner, T.W., 1985. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: Morisawa, M., Hack, J.T. (Eds.), *Tectonic Geomorphology*. Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium. Allen and Unwin, Boston, MA, p. 123–134.
16. Hack, J.T., 1973. Stream-profile analysis and stream-gradient index, U.S. Geological Survey Journal of Research, 1, 421 - 429.
17. Keller, E.A. 1977. Fluvial systems: selected observations. In *Riparian Forests in California. Their Ecology and conservation* Annasads (ed), university of California Davis, Institute of Ecology, publication. 15(5): 39-46.
18. Keller, E.A., Pinter, N., 2002a. *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape*, Second ed. Prentice Hall, NJ. 362 p.
19. Keller, E.A., Pinter, N., 2002b. *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape*. Prentice Hall, New Jersey
20. Keller, EA, Pinter, N. 1996. *Active tectonics: earthquakes, uplift, and landscape*.by Prentice-Hall, Inc.Simon and Schuster/A Viacom Company Upper Saddle River, New Jersey, 7458: 121 - 145.
21. Malik, J., Mahanty. C., (2006), "Active tectonic influence on the evolution of drainage and landscape: Geomorphic signatures from Franal and Hinteral and areas along the northwestern Himalaya", India. *Journal Fasin*, 33: 15-56.
22. Maroukian, H., Gaki-Papanastassiou, K., Karymbalis, E., Vouvalidis, K., Pavlopoulos, K., Papanastassiou, D., Albanakis, K., 2008. Morphotectonic control on drainage network evolution in the Perachora Peninsula, Greece. *Geomorphology* 102, 81–92.
23. Molin, P., Pazzaglia, F.J., Dramis, F., 2004. Geomorphic expression of active tectonics in a rapidly-deforming forearc, sila massif, Calabria, southern Italy. *American Journal of Science*, 304, pp.559–589.
24. Morisawa. M., Hack, J.T., 1985. *Tectonic geomorphology*. Boston, Unwin Hymen. 390 p.
25. Ramirez, M. Herrera, MT. 1998. Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 317-332.

بررسی زمین ساخت فعال در حوزه آبخیز دشت بیرجند با استفاده از فاکتورهای مورفومتریک

زینب عباسی^{۱*}، آرزو شفیعی^۱، سید محمد تاجبخش^۲، هادی معماریان^۳، سید مرتضی موسوی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه بیرجند

^{1*}Zeinababasi1373@gmail.com

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه بیرجند tajbakhsh.m@gmail.com

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه بیرجند hadi-memarian@yahoo.com

۴- استادیار دانشکده علوم دانشگاه بیرجند mrtz-moussavi@yahoo.com

چکیده:

تحلیل‌های ریخت‌سنجی به عنوان ارزیابی کمی ویژگی‌های هندسی اشکال زمینی قابل بررسی می‌باشند. حوزه دشت بیرجند با مساحت ۳۱۵۵ کیلومتر مربع در ناحیه کوهستانی رشته کوه‌های باقران و شکراب واقع شده است. هدف از این پژوهش استفاده از شاخص‌های ریخت‌سنجی نظیر شاخص شاخص انتگرال هیپسومتری، شاخص عدم تقارن توپوگرافی، شاخص نسبت عرض کف دره به ارتفاع آن و شاخص عدم تقارن زهکشی می‌باشد. با استفاده از این شاخص‌ها (AF ، Vf ، Hi ، T) میتوان عملکرد کلی فعالیت تکتونیکی منطقه را بررسی کرد. مقادیر شاخص‌های مورفومتریک منطقه مورد مطالعه با تقسیم شدن منطقه به ۳۶ زیرحوزه مورد بررسی قرار گرفته است. شاخص Vf ، منطقه را به چهار کلاس فعال که مساحت ۴۱/۰۷٪ و کلاس نسبتاً فعال به مساحت ۶/۳۸٪ و کلاس نسبتاً غیرفعال به مساحت ۲۰/۹۹٪، کلاس غیرفعال به مساحت ۳۱/۵۷٪ را به خود اختصاص داده است. اکثر زیرحوزه‌های منطقه دارای کج شدگی (AF) می‌باشند که خود نشان دهنده فعال بودن منطقه می‌باشد حدود ۵۲٪ حوزه را در محدوده کلاس فعال و ۱۷٪ در محدوده کلاس متوسط و ۲۹٪ در محدوده کلاس غیرفعال واقع شده‌اند. حدود ۵۰/۲۸٪ حوزه دشت بیرجند در محدوده کلاس عدم تقارن شدید (T) و ۴۹/۷۳٪ آن در محدوده کلاس عدم تقارن متوسط واقع شده‌اند. انتگرال هیپسومتری نشان داده حدود ۲/۶۰٪ از کل حوزه را زیرحوزه‌هایی با کلاس ۱ فعال، ۲۹/۶۲٪ را کلاس ۲ یا متوسط و ۶۷/۸۰٪ حوزه را کلاس ۳ یا غیرفعال به خود اختصاص داده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ارتفاعات حوزه دشت بیرجند رشته کوه‌های باقران و شکراب از نظر فعالیت تکتونیکی فعال می‌باشد و از نظر مورفولوژی، حوزه دشت بیرجند در حال تغییر می‌باشد.

کلید واژه‌ها: شاخص‌های ژئومورفولوژی، مورفومتریک، تکتونیک، حوزه آبخیز

An assessment of active tectonic by morphometric factors in Birjand plain watershed

Zeynab Abbasi ^{1*}, Arezoo Shafiei ¹, Seyed Mohammad Tajbakhsh ², Hadi Memarian ³, Seyed Morteza Mousavi ⁴

1- Master of Watershed Engineering Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences of Birjand University,
Zeinababasi1373@gmail.com*

2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Birjand University,
tajbakhsh.m@gmail.com

3- Associate Professor of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Birjand, hadi-memarian@yahoo.com

4- Assistant Professor, Faculty of Sciences, Birjand University, mrtz-moussavi@yahoo.com

Abstract:

The morphometric analysis can be considered as a quantitative evaluation of the geometric properties of landforms. The area of Birjand Plain with an area of 3155 square kilometers is located in the mountainous region of Bagheran and Shekarab Mountains. The purpose of this study was to use morphometric indices such as index of index of Hyssometric integral, topography asymmetry index, index of width of floor of valley to its height and drainage asymmetric index. Using these indicators (Vf, AF, T, Hi), we can examine the overall performance of the tectonic activity of the area. The values of the morphometric indices of the studied area with the division of the area into 36 sub-regions have been investigated. The Vf index, the zone is divided into four active classes with an area of 41.47% and a relatively active class with an area of 6.38% and a relatively inactive class area of 20.199%, an inactive class with an area of 31.57% . Most of the sub-regions of the region have a tilt (AF), which indicates that the region is active, about 52% of the areas are in active class and 17% in the middle class and 29% in the passive class range. About 50.28% of the Birjand plain is within the class of asymmetric class (T) and 49.73% of it is within the range of the middle asymmetric class. Hyssometric integrals have shown that about 2.60% of the total area is sub-classes with active class 1, 29.62% is class 2 or moderate, and 67.8% of the domain is class 3 or inactive. The results show that the highlands of the Birjand plain are active in tectonic activity in the Bagheran and Shekarab mountains. In terms of morphology, the Birjand plain is changing.

Keywords : Geomorphology measures, Morphometric, Tectonic, Watershed

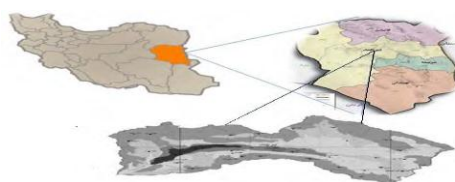
مقدمه :

رودخانه‌ها اولین اشکال محیطی هستند که نسبت به وقوع تغییرات در بستر جریان و یا بروز تغییرات در حواشی بستر جریان، عکس‌العمل نسبتاً سریعی نشان می‌دهند. با توجه به عکس‌العمل‌های ثابت شده رودخانه‌ها نسبت به وقوع تغییرات غیرعادی-عمدتاً ناشی از تکتونیک - می‌توان با تحلیل آن‌ها با استفاده از شاخص‌های مورفوتکتونیک، در رابطه با وقوع تغییرات مذکور اظهار نظر نمود. تکتونیک فعال یا تکتونیک ژئومورفولوژی فعال به مطالعه فرآیندهای پویا و دینامیک موثر در شکل‌دهی زمین و چشم اندازهای موجود در آن می‌پردازد. (کلر و همکاران، ۲۰۰۲). شاخص‌های ژئومورفیک، ابزارهای سودمندی برای تحلیل اشکال زمینی و ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی در نواحی مختلف به شمار می‌آیند (گارنیر و پیروت ۲۰۰۸). زیرا با استفاده از آن‌ها میتوان مناطقی را که در گذشته فعالیت‌های سریع و یا کند تکتونیکی را تجربه کرده‌اند به راحتی شناسایی نمود. (رامیز و هرا، ۱۹۹۸) کاربرد این شاخص‌ها مبتنی بر تحلیل شبکه‌های زهکشی و جبهه‌های

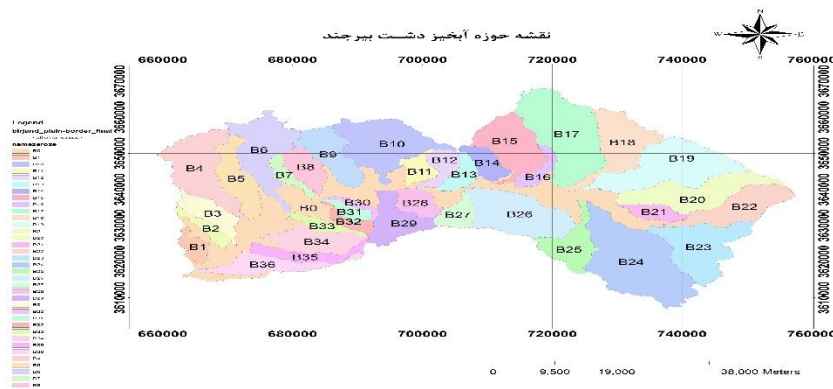
کوهستانی است (مالیک و موهانتی، ۲۰۰۷). گورابی و نوحه گر (۱۳۸۴)، از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی برای بررسی فرآیندهای پویا و دینامیک موثر در شکل‌دهی زمین و چشم‌اندازهای موجود و طبقه‌بندی فعالیت تکتونیکی حوضه آبخیز درکه استفاده کردند و با بررسی این پارامترها مشخص کردند که این حوضه از مناطق فعال تکتونیکی می‌باشد. هدف پژوهش حاضر، شناخت پارامترهای فیزیکی منطقه مطالعاتی و همچنین عملکرد این پارامترها بر تغییراتی که در سطح زمین به وقوع می‌پیوندد می‌باشد؛ از طرفی شناخت این پارامترها چشم‌انداز تغییرات را قابل تحلیل می‌نماید می‌توان براساس شناخت و تحلیل‌های کمی پارامترهای ژئومورفولوژیکی رخدادهایی مانند سیل خیزی، تغییر مورفومتری رودخانه و فرسایش پذیری را مورد بررسی قرار داد.

مشخصات منطقه مورد مطالعه

این محدوده در طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ ثانیه تا ۳۳ درجه واقع شده است. وسعت حوزه آبریز دشت بیرجند ۳۱۵۵ کیلومتر مربع است که ۱۰۴۵ کیلومتر مربع دشت (۳۳٪) و بقیه آن را ارتفاعات تشکیل می‌دهد (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۴). از نظر توپوگرافی مرتفع‌ترین نقطه آن مربوط به ارتفاعات شمالی منطقه بند دره با ارتفاع ۲۷۸۷ متر و پست‌ترین نقطه آن در خروجی دشت در روستای فدشک با ارتفاع ۱۲۴۰ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد قرار دارد. رودخانه شاهرود مهمترین زهکش سطح دشت بیرجند است (صادقیان و همکاران، ۱۳۹۲). آب و هوای بیرجند، نیمه بیابانی بوده و دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های خشک و گرم است. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی بیرجند، میانگین سالیانه بیشترین و کمترین درجه حرارت این شهر برابر با ۲۴ و ۸ درجه سانتیگراد است. شهر بیرجند، به طور میانگین در ۷۶ روز از سال دارای دمای زیر صفر درجه و در ۱۴۲ روز از سال دارای دمای بالای ۳۰ درجه سانتیگراد است. مجموع بارش سالیانه در شهر بیرجند به طور میانگین برابر با ۱۷۱ میلی‌متر در سال است (رقابتی، ۱۳۹۳). سنگ‌های اولترابازیک به شکل گسترده‌ای در منطقه بیرجند پراکنده‌اند و شامل پریدوتیت (pd)، هارزبوژیت، لوزولیت و سرپانتینیت (Sr)، می‌باشد که فشارهای تکتونیکی باعث ایجاد درز و شکاف در این سنگ‌ها شده است. همچنین در سرپانتینیت‌ها رگچه‌های متعددی از کریزوتیل و آزبست دیده می‌شود، به طوری که به سنگ، بافت مشبک داده است. در نقاط دیگر، گابروها در فیلیت‌ها و سنگ‌های اسپیلیت متعلق به توالی افیولیتی تظاهر نموده‌اند (ضیاء، ۱۳۸۳). سازندهای مختلف اطراف دشت و تنوع لیتولوژیکی آنها باعث تغییر در کیفیت آب زیرزمینی دشت شده است. آب‌های زیرزمینی که از جنوب دشت سرچشمه می‌گیرند دارای کیفیتی مطلوب‌تر از آب‌های زیرزمینی شمال می‌باشند (اکبری و اکبری، ۱۳۸۹).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نقشه زیرحوضه‌های دشت بیرجند

مواد و روش

شاخص‌های ژئومورفیک ابزار سودمندی برای مطالعه فعالیت‌های تکتونیکی در نواحی مختلف محسوب می‌شوند و به وسیله آنها می‌توان اطلاعاتی در مورد نواحی خاصی از یک منطقه که در معرض فعالیت تکتونیکی نسبتاً سریع یا حتی کند قرار دارند، به دست آورد (کلر و پینتر، ۲۰۰۲)، که شامل شاخص‌های نسبت پهنای کف دره به ارتفاع (Vf)، عدم تقارن حوزه زهکشی (AF)، تقارن توپوگرافی (T) و انتگرال هیپسومتری (Hi) می‌باشند، در این مقاله ابتدا برای سهولت و امکان انجام محاسبات و مقایسه نتایج حاصل از بکارگیری شاخص‌ها، دشت بیرجند به ۳۶ زیرحوضه تقسیم شده است. که از زیرحوضه B۱ تا B۲۲ قسمت شمالی دشت بیرجند بوده که شامل رشته کوه‌های شکراب می‌باشد و از زیرحوضه B۲۳ تا B۳۶ قسمت جنوبی دشت بیرجند بوده که شامل رشته کوه‌های باقران می‌باشد. در این تحقیق با به کارگیری داده‌ها و اطلاعاتی از قبیل نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، از سازمان نقشه‌برداری، نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، از سازمان زمین‌شناسی، نقشه گسل ۱:۱۰۰۰۰۰، از سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه آبراهه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، از سازمان آب منطقه ای خراسان جنوبی تهیه می‌گردند. در این تحقیق از نرم افزار Arc GIS ۱۰٫۳ و ماژول‌هایی مانند 3D Analyst, Editor, Analysis Tools و همچنین نرم افزار Google Earth استفاده می‌کنیم.

بحث و نتایج:

اهمیت مطالعات مورفوتکتونیکی دستیابی به نتایج مهم اساسی است که غالباً از طریق سایر روش‌ها دستیابی به آنها امکان نداشته یا مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی می‌باشد. بدین منظور در طی مطالعات مورفوتکتونیکی شاخص‌هایی مورد مطالعه قرار می‌گیرد که می‌تواند در رسیدن تحقیق به نتیجه نهایی کمک شایان توجهی نماید. مجموعه چند شاخص زمین ریختی می‌تواند برای بررسی زمین ساخت فعال نسبی مورد استفاده قرار گیرد. این شاخص‌ها می‌توانند به عنوان روش کمی برای مطالعه زمین ریختی مرتبط با فرایندهای فرسایشی و رسوب گذاری در مجرای رودخانه، نیمرخ طولی و ریخت شناسی دره رود، یا سیماهای زمین ساختی مانند پرتگاه‌های گسلی به کار روند (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸). در این

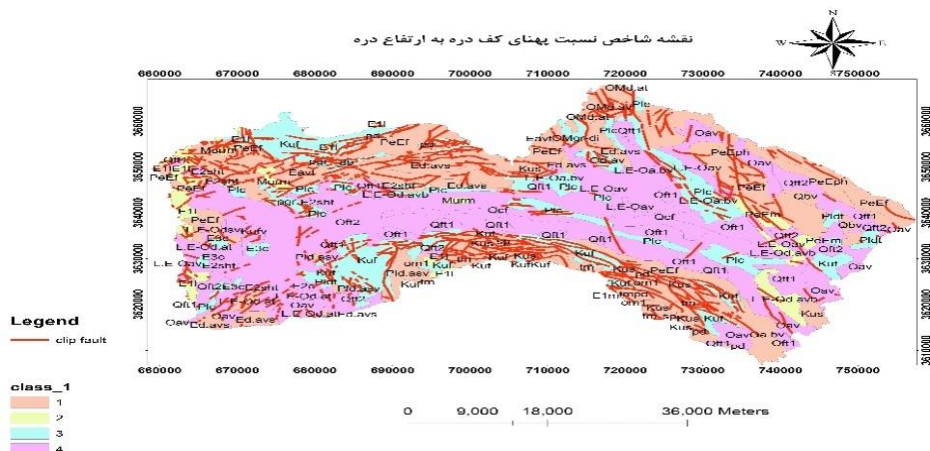
پژوهش چندین شاخص مانند شاخص نسبت عرض کف دره به ارتفاع آن، شاخص عدم تقارن حوزه زهکشی، شاخص تقارن توپوگرافی و شاخص انتگرال هیپسومتری مورد بررسی قرار گرفته اند، که هر کدام به تفصیل در زیر آمده است.

۱- شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع آن:

نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن V_f دیگر شاخص ژئومورفولوژی است که برای بررسی میزان فعالیت نیروهای زمین ساختی در منطقه استفاده شده است. این شاخص عبارت است از نسبت دو برابر عرض کف دره به ارتفاع دیواره دو سمت آن و ارتفاع کف دره، که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$V_f = 2v_{fw} / [(E_{id} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]$$

که در این فرمول: V_f نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن و v_{fw} پهنای کف دره به متر و E_{rd} ، E_{id} به ترتیب ارتفاع دیواره سمت چپ و دیواره سمت راست دره و E_{sc} ارتفاع دره می‌شود. سازندهایی که از جنس ماسه سنگ، آهک، فیلیت، آندزیت های آتشفشانی توفی هستند میزان V_f محاسبه شده در آن ها کمتر از ۰/۵ می‌باشد سازندهایی فعال هستند و متعلق به کلاس فعال شماره ۱ می‌باشند. بیشترین تعداد دره ها در این مناطق واقع شده و نشان دهنده فرسایش در بستر رودخانه ها می‌باشند. از طرفی پراکنش گسل های فراوان فعال در این مناطق بیشتر می‌باشد. از نظر وسعت پراکندگی، محدوده فعال حدود ۴۱/۰۷ درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. سازندهای غیرفعال مانند نهشته های آبرفتی، داسیت و توف های آتشفشانی، شیل ها، فلیش های صخره ای می‌باشند که میزان V_f در این مناطق زیاد است و بیشتر از یک می‌باشد و با کلاس ۴ نمایش داده شده است. این مناطق بیشتر در محدوده دشت سرها و مخروط افکنه ها واقع شده اند. در این مناطق شیب و سرعت جریان آب کاهش یافته و رودخانه ها کمترین میزان فعالیت را دارند؛ فرسایش کمتر و رسوبگذاری بیشتر است. این مناطق کمترین گسل ها را داراست و از نظر تکتونیکی در سطح غیرفعال قرار می‌گیرند؛ و محدوده ای حدود ۳۱/۵۸ درصد مساحت را به خود اختصاص می‌دهند. سازندهای نسبتا فعال شامل آهک های نومولیتی، آندزیت های لاوایی الیگوسن، مارن و ژئپس و ... می‌باشند و حدود ۶/۳۸ درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. سازندهای نسبتا غیرفعال شامل سازندهای گرانیت، دیوریت، انواع رسوبات فلیشی همراه با کنگلومرا، ماسه سنگ، پریدوتیت، دونیت، پلاژیوگرانیت هستند که از نظر شاخص V_f در محدوده نسبتا غیر فعال قرار گرفته اند و حدود ۲۰/۹۹ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده اند که در شکل ۳ نشان داده شده است.



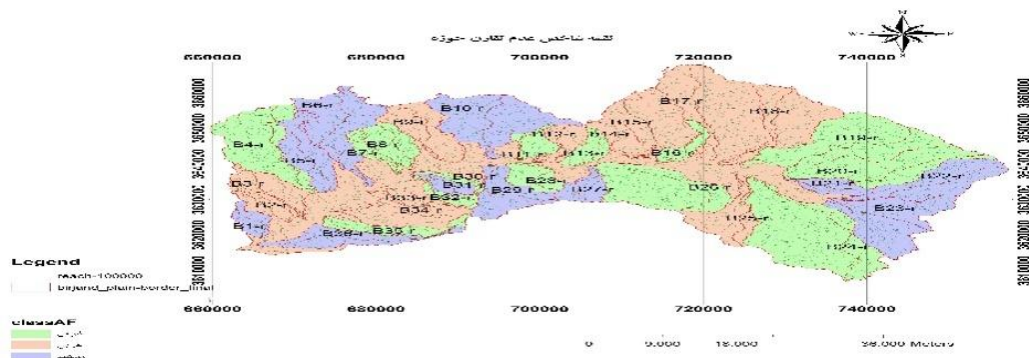
شکل ۳- نقشه شاخص VF

۲- شاخص عدم تقارن حوزه زهکشی (Af):

شاخص عدم تقارن حوزه زهکشی، کج شدگی جانبی حوزه را نسبت به مسیر اصلی رودخانه‌اش در اثر نیروهای تکتونیکی، نشان می‌دهد (گوارنیر و پیروتا، ۲۰۰۸) و از معادله زیر به دست می‌آید: $AF = 100 (Ar / At)$

Ar = مساحت حوزه در سمت راست آبراهه اصلی (به طرف پایین دست حوزه)

At = مساحت کل حوزه. چنانچه حوزه‌ای تحت شرایط ثابت، بدون کج شدگی و یا انحراف اندک تحول یابد مقدار این شاخص برابر یا نزدیک ۵۰ است و مقادیر بیشتر و یا کمتر از ۵۰ کج شدگی یا انحراف را مشخص می‌سازد. از نظر فعالیت های تکتونیکی، $AF > 15$ کلاس یک و فعال را نشان می‌دهد در حالی که، $15 > AF > 50$ باشد کلاس دو و فعالیت متوسط آن حوزه را بیان می‌کند. توقف فعالیت و آرامش تکتونیکی، زمانی مشخص می‌شود که $AF < 50$ است (همدون و همکاران، ۲۰۰۸). حوزه آبخیز دشت بیرجند از نظر میزان کج شدگی حوزه در سه کلاس واقع شده است که در شکل ۴ نشان داده شده است. میزان AF در حوزه از ۲۸/۱۱ در زیرحوزه B۳۵ (جنوب غربی) تا ۰/۰۸ در زیرحوزه B۱۰ (شمال) متغیر می‌باشد. اکثر زیرحوزه های منطقه دارای کج شدگی می‌باشند که خود نشان دهنده فعال بودن منطقه می‌باشد حدود ۵۲٪ حوزه را در محدوده کلاس فعال و ۱۷٪ در محدوده کلاس متوسط و ۲۹٪ در محدوده کلاس غیرفعال واقع شده اند.



شکل ۴- نقشه AF

۳- شاخص تقارن توپوگرافی (T):

وجود عدم تقارن توپوگرافی در شبکه زهکشی حوزه‌هایی با لیتولوژی تقریباً همسان، عملکرد تکتونیک فعال را نشان می‌دهد (کلر و پینتر، ۲۰۰۲). برای حوزه‌ای که کاملاً متقارن است، شاخص T مساوی عدد صفر خواهد بود. هرچقدر عدم تقارن توپوگرافی حوزه‌ای افزایش یابد، مقدار شاخص نیز بالا می‌رود و به عدد یک نزدیک می‌شود. لذا شاخص T برداری است با یک جهت که بزرگی آن از صفر تا یک متغیر است (کرمی، ۱۳۸۸)، که از رابطه زیر محاسبه می‌شود $T = DA/Dd$. DA : فاصله از خط وسط حوضه آبریز به کمر بند مماندر فعال و Dd : فاصله از خط وسط حوضه به خط تقسیم آب است. میزان این شاخص محاسبه شده، رنج تغییرات آن از ۰/۷۷ در زیرحوزه B_4 (شمال غربی) و ۰/۲۳ در زیرحوزه B_{36} (جنوب غربی) می‌باشد. با توجه به این اطلاعات حدود ۵۰/۲۸٪ حوزه دشت بیرجند در محدوده کلاس عدم تقارن شدید و ۴۹/۷۳٪ آن در محدوده کلاس عدم تقارن متوسط واقع شده‌اند. آنچه که در این بخش قابل توجه می‌باشد این است که زیرحوزه‌های دارای عدم تقارن شدید از نظر کج شدگی حوزه هم در کلاس فعال واقع شده‌اند و این نشان دهنده همپوشانی دو شاخص AF و T با یکدیگر است.

۴- شاخص انتگرال هیپسومتری (HI):

منحنی‌های هیپسومتریک، توزیع سطوح ارتفاعی یک منطقه از زمین، یک حوزه آبخیز تمام سطح سیاره زمین را می‌توانند ارزیابی و توصیف کنند (علیزاده، ۱۳۸۰). شاخص انتگرال هیپسومتریک بالا بیانگر توپوگرافی جوان می‌باشد. مقدار متوسط انتگرال هیپسومتریک بیانگر مرحله بلوغ و چنانچه منحنی هیپسومتریک به صورت هلالی شکل باشد، دلالت بر مرحله پیری حوزه زهکشی دارد (گورابی و نوحه گر، ۱۳۸۴). میزان انتگرال هیپسومتری برای ۳۶ زیرحوزه دشت بیرجند محاسبه شده که بیشترین مقدار در زیرحوزه B_{25} (جنوب شرقی) برابر با ۵۰۵/۰ و کمترین مقدار در زیرحوزه B_{33} (جنوب غربی) برابر ۱۶۶/۰ می‌باشد. حدود ۲/۶۰ درصد از کل حوزه را زیرحوزه‌هایی با کلاس ۱ فعال، ۲۹/۶۲ درصد را کلاس ۲ یا متوسط و ۶۷/۸۰ درصد حوزه را کلاس ۳ یا غیرفعال به خود اختصاص داده است.

نتیجه گیری:

با توجه به شاخص‌های بدست آمده حدود ۴۷٪ منطقه از نظر شاخص V_f در کلاس ۱ واقع شده که شامل دره‌های عمیق V شکل می‌باشد و ۵۱٪ منطقه در پهنه کلاس غیرفعال قرار دارد و نشان دهنده وجود دره‌های پیر U شکل می‌باشد، بیشتر این دره‌ها در دامنه‌های کوهستان و دره‌های عمیق در ارتفاعات بالادست قرار دارند که اکثراً در محدوده گسل‌های فعال منطقه واقع شده‌اند. از نظر عدم تقارن حوزه زهکشی حدود ۶۸٪ منطقه در کلاس فعال قرار دارند که زیرحوزه‌ها از حالت متقارن خارج و به سمت شرق یا غرب کج شده‌اند، نکته حائز اهمیت این است که شاخص عدم تقارن حوزه زهکشی و شاخص تقارن توپوگرافی با یکدیگر همپوشانی دارند که از نظر تقارن توپوگرافی حدود ۵۰٪ منطقه در محدوده کلاس عدم تقارن توپوگرافی شدید می‌باشند. شاخص انتگرال هیپسومتری نشان دهنده توزیع سطوح ارتفاعی منطقه می‌باشد حدود ۳۰٪ منطقه

در محدوده کلاس ۲ (ارتفاع متوسط) واقع شده اند و بیشتر وسعت دشت بیرجند را مناطقی با ارتفاع کم به خود اختصاص داده اند و تنها ۳٪ منطقه در ارتفاع بالا قرار دارد. این نتایج نشان دهنده فعال بودن حوزه دشت بیرجند می‌شود و میتوان گفت که یکی از دلایل آن وجود گسل‌های فعال در این منطقه است نتایج به دست آمده با نتایج یوسفی و همکاران ۱۳۹۲ مطابقت دارد.

منابع فارسی :

اکبری، ا، اکبری، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر اقلیم بر خشکسالی و بیابان زائی مطالعه موردی: دشت بیرجند، همایش کاربردی جغرافیایی طبیعی در برنامه ریزی محیطی، ۱۱.

رقابتی، س. ۱۳۹۳. مدیریت آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل MODFC مطالعه موردی: دشت بیرجند، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه بیرجند، ۱۱۱.

ضیاء، ح. ۱۳۸۳. هیدرولوژی آبخوان دشت بیرجند و تاثیرات طرح‌های تغذیه مصنوعی بر آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز. سعیدی، ح، باغوند، ا، نیک سخن، م. ح، اکبرپور، ا، صادقی طبس، ص. ۱۳۹۴. "پیش بینی روند یک ساله تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از کد منبع باز"، مطالعه موردی: دشت بیرجند، استان خراسان جنوبی، فصلنامه بین المللی پژوهشی تحلیلی منابع آب و توسعه، ۲، ۶۷-۷۵.

علیزاده، ا. ۱۳۸۰. "اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس".

کرمی، ف. ۱۳۸۸. "ارزیابی ژئومورفیک فعالیت‌های تکتونیکی در حوضه زهکشی سعیدآباد چای"، مجله پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۶۹، ۶۷-۸۲.

گورابی، ا، نوحه گر، ا. ۱۳۸۶. "شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال در حوضه آبخیز در که"، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۰، ۱۷۷-۱۹۶.

References:

- ElHandouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J., and Keller, E.A. (2008). Assessment of relative active tectonic, South west border of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*, 96(1), 150-173.
- Guarnieri, P., and Pirrotta, C. (2008). The Response of Drainage Basins to the Late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily). *Geomorphology*, 95(3-4), 260-273.
- Keller, E.A., and Pinter, N. (1996). Active Tectonics (Vol. 19). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall
- Malik, J.N., and Mohanty, C. (2007). Active Tectonic Enfluence on the Evolution of Drainage and Landscape: Geomorphic Signatures From Frontal and Hinter Land Areas along the North Western Himalya, India. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29(5-6), 604-618.
- Ramirez, H. (1998). Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23(4), 317-332.

بررسی خطرات ژئومورفیک در شهر تبریز

اشرف ملکیان

عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور

چکیده

مخاطرات محیطی به عنوان یکی از تهدیدات جوامع بشری و مانعی بر سر راه توسعه پایدار در سالهای اخیر اهمیتی زیادی پیدا کرده اند. بدون شک با توجه به افزایش جمعیت جهان، فشار بیش از حد به منابع طبیعی و محیط زیست و اقلیم در حال گذر مخاطرات محیطی در برنامه ریزی‌های کشورهای مختلف اولویت‌های بالایی را به خود اختصاص می‌دهند.

کشور ایران به دلیل داشتن وضعیت جغرافیایی خاص و وجود تنوع آب و هوایی مختلف، همچنین به دلیل فراوانی تغییرات زمین‌شناختی و ژئومورفولوژی با بلایای طبیعی گوناگون دست به گریبان است که همه ساله باعث خسارت‌ها و صدمات فراوانی شده است. شهر تبریز به عنوان بزرگترین شهر منطقه شمالغرب کشور در جلگه وسیع و نسبتاً مسطحی در کناره شرقی دریاچه ارومیه واقع شده است و دارای واحدهای توپوگرافی لیتولوژی و ژئومورفولوژیک مختلف می‌باشد. در ده‌های اخیر دخالت بی‌رویه و بدون شناخت انسان در زمینه دینامیک محیط طبیعی در راستای اجرای برنامه‌های عمرانی گسترش شهر را به سمت مناطق مخاطره آمیز سوق داده است. بطوریکه با ایجاد تغییراتی در محیط سبب تشدید سیستمهای مورفوزن و وقوع پدیده‌های ژئومورفیک مانند زمین لغزش شده است.

در پژوهش حاضر، خطرات طبیعی تهدید کننده شهر تبریز شناسایی شده است. ممیزی خطرات و تجزیه و تحلیل آنها و ارائه راه کارهای مقابله با آنها از اهداف اصلی پژوهش است. این بررسی نشان داد که عمده ترین خطر تهدید کننده شهر تبریز، گسل بزرگ شمال این شهر است که خطرات دیگر از قبیل رانش زمین و فرونشست نیز به تبع آن اتفاق خواهند افتاد. در مرحله بعدی، وقوع سیلاب از خطرات اصلی شهر تبریز محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، مخاطرات محیطی، گسل تبریز، پهنه بندی، تبریز

مقدمه

امروزه با توجه به رشد سریع جمعیت که به تبع آن توسعه ساخت و سازها اجتناب ناپذیر گشته است روز به روز فشار نیازهای بشر روی زمین زیادتر شده و بهره‌برداری از مناطق اطراف شهرها و روستاها برای ایجاد خانه و تاسیسات اقتصادی و صنعتی و خدماتی افزایش پیدا میکند. صنعتی شدن جوامع و گسترش اقتصاد سرمایه‌داری مشکل را دو چندان کرده است و اکثر بناها با اندیشه و تعمق بیشتر روی زمین بنا نمی‌شود. محل استقرار سکونتگاهها و سایر

تاسیساتی که توسط انسان ایجاد می‌شوند، کاملاً تحت تاثیر عوامل محیطی بویژه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی می‌باشند.

در کشورهای در حال توسعه به علت تنگنای اقتصادی، این مشکل چشمگیر است و هنوز هم در این مناطق از تکنولوژی‌های پیشرفته برای پیشگیری و حل مشکلات انسانها بطور مطلوب استفاده نمی‌شود. این امر باعث گشته است که بلایای طبیعی همه ساله جان هزاران نفر انسان بیگانه را بگیرند و خسارات هنگفتی به اقتصاد این کشورها وارد کند. وقوع سیل، زلزله، رانش زمین در کشورهایی مثل ژاپن و ایالات متحده آمریکا همانند کشورهای ایران و هندوستان عملکرد ندارد. توسعه شهری که مناطق وسیعی از سطح زمین را پوشش می‌دهد، امروزه در عرضهای پایین و به ویژه در کشورهای در حال توسعه که رشد شهرها در آن از اروپا و آمریکای شمالی سبقت گرفته است، اهمیت پیدا می‌کند (چنگ تایی^۱ ۱۹۹۹).

توسعه شهر سبب گسترش مساحت سطوح غیر قابل نفوذ شده و آبهای سطحی ناشی از بارش‌ها به سرعت پخش شده و پدیده سیلاب به وقوع می‌پیوندد. با توجه به شیب توپوگرافی شهر تبریز و توسعه سطوح غیر قابل نفوذ، امروزه شاهد به راه افتادن سیلابهای شهری در مواقع بارش‌های زمستانی و بهاری هستیم.

از طرفی توسعه آسفالت و سنگفرش در محدوده شهرها، وضعیت گرمایی آنها را حادثر می‌کند. وضعیت گرمایی شهر در مکانیسم تولید باران و همچنین میزان ذوب برف موثر بوده که این عامل نیز به نوبه خود میزان آب ورودی به رودخانه داخل شهر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از سوی دیگر شهرسازی مجاور رودخانه و دشتهای سیلابی سبب می‌شود که آب با سرعت زیادی در داخل شهرها جریان یابد (دوپون ۱۹۷۰).

توسعه شهر تبریز به سوی شرق و شمال، امروز سبب شده است که شرایط پایدار محیط طبیعی گذشته به هم بخورد. وقوع رانش زمین در منطقه ولیعصر در شمال تبریز و کنارگذر شمالی ناشی از این توسعه است که در بحث مربوط به خود، به طور کامل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

توسعه نواحی شهری همیشه در محیطهای طبیعی مطلوب و مناسب صورت نمی‌گیرد، سکونتگاههای جدید در بعضی مواقع اجباری دارند. دسترسی به آب سطحی، خاک حاصلخیز، وجود آبهای زیر زمینی استقرار در محل عبور جاده های ترانزیتی و غیره سبب شده است که شهر تبریز با وجود مخاطرات محیطی موجود در آن محل‌ها، استقرار اجباری داشته باشد. استقرار شهر تبریز در مجاورت گسل بزرگ تبریز که از شمال آن می‌گذرد (شکل ۲)، ایجاد مناطق مسکونی در روی تپه های مارنی ولیعصر و همچنین توسعه مراکز صنعتی و شهری و غیره تبریز در داخل دره های لیقوان و باغمیشه و شاه گلی به دلیل کمبود زمین، نمونه ای از استقرار اجباری است.

رانش زمین در کوی افسران و نگین پارک واقع در شهرک ولیعصر تبریز در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۷۰ سبب تخریب بیش از ۲۰ واحد مسکونی شد و قریب ۶۰ واحد دیگر در معرض خطر ویرانی قرار گرفتند. اتفاقاتی از این قبیل سبب شده است که متخصصین علوم زمین گرایش به مطالعه علل وقوع چنین اتفاقاتی داشته باشند.

مواد و روش ها

از نظر مطالعه ویژگیهای ژئومورفولوژیکی بررسی و پژوهش را می‌توان در هفت قسمت به شرح زیر پیشنهاد کرد (ابراهیم مقیمی و فرج الله محمودی ۱۳۸۳).

۱- بررسی سازندهای گوناگون تخریبی مانند رسوبات آبرفتی که پادگانه‌ها و یا جلگه‌های طغیانی را تشکیل می‌دهند.

۲- بررسی دینامیک پدیده‌های ژئومورفولوژیکی در قلمرو شهری.
در این مورد به پدیده‌هایی از قبیل خزش سازندهای منفصل و چگونگی آن و عوامل بوجود آورنده سولیفلوکسیون لغزش جابجایی توده ای مواد همچنین کیفیت عمل انحلال در مواد می‌توان اشاره کرد.

۳- ارزیابی شدت هر یک از پدیده‌های یاد شده.

۴- بررسی دینامیک جریان آب به خصوص سیلابها.

۵- بررسی وضعیت آبهای زیرزمینی کم عمق.

۶- بررسی دره ها و خط القعرهای طبیعی.

۷- بررسی سازند هایی که ناحیه مورد نظر را تشکیل می‌دهند.

بررسی زمین‌شناسی نیز به دو طریق عمده بر فرایند تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی زمین تأثیر می گذارد:

۱) ظرفیت باربری نحوه ساخت و ساز بر روی زمین را محدود می‌سازد. ظرفیت باربری را می‌توان به عنوان توانایی مواد رویی و زیری زمین جهت تحمل وزن سازه‌ها تعریف کرد اطلاعات مربوط به ظرفیت باربری از این جهت باید به دقت بررسی شود که وزن ساختمانها موجب نشست زمین شده و در نهایت آسیب‌دیدگی ساختمانها را بدنبال خواهد داشت (آن.آر. بیرو کاترین هیگینز ۱۹۹۸).

۲) وجود خصوصیات خاص زمین‌شناسی دامنه انتخاب را برای توسعه محدود می‌کند زیرا هر یک از این خصوصیات متضمن درجاتی از خطر برای زندگی است. از جمله این خصوصیات

در بررسی و ارزیابی مخاطرات محیطی شهر تبریز ، مطالعات جامع طبیعی و شهری ابتدا به صورت مجزا انجام گرفته است . مطالعات طبیعی شامل ژئومورفولوژی ، زمین شناسی ، هیدرولوژی و اقلیم محدوده طرح است که به صورت نقشه های منطقه یی تهیه و حداقل در ۵ لایه اطلاعاتی ارائه شده است . این نقشه ها از طریق نقشه های موجود و داده های رقومی تهیه شده اند .

در بررسی مسایل شهری ابتدا کلیه اطلاعات موجود در سازمان ها اعم از خطوط انتقال نیرو ، خطوط ارتباطی ، جمعیت ، پراکنش مراکز خدماتی و صنعتی و اداری و غیره به عنوان داده های مورد نیاز در این تحقیق جمع آوری شدند . پس از جمع آوری اطلاعات شهری حداقل ۸ لایه اطلاعاتی در این قسمت حاصل شد که در برگیرنده همه ابنیه ها و تاسیسات شهری و خطوط ارتباط شهری هستند . در مجموع پس از تهیه لایه های اطلاعاتی محیط طبیعی و شهری ، جهت تحلیل و ارزیابی اثرات آن ها بر یکدیگر ، لایه های شهری به صورت تک تک با لایه های طبیعی ادغام شده اند . نتایج حاصل از تلفیق نقشه ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و به همراه نقشه های نهایی پهنه بندی مخاطرات ارائه شده اند .

ویژگی های عمومی منطقه

شهرستان تبریز در مختصات جغرافیایی ۴۵°-۵۰ تا ۳۶-۴۶ طول شرقی و ۳۷-۴۲ تا ۲۹-۳۸ عرض شمالی واقع شده است . مساحت این شهرستان ۲۱۶۷/۱۹ کیلومتر مربع بوده و ارتفاع آن از سطح آب های آزاد ۱۳۴۰ متر می باشد

(شکل ۱) . این شهر در جلگه وسیع و در بستر ملایم مهران رود و دره آجی چای قرار گرفته که این جلگه حدود ۳۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد . این شهر از تمام جهات به جز غرب و شمال غرب با شیبهای تند کوه های اطراف محدود می شود .



شکل ۱- موقعیت طبیعی شهر تبریز

توپوگرافی

لیتولوژی و زمین شناسی منطقه

عناصر مخروط افکنه های اطراف تبریز ، مسیل های کوهستانی حاشیه شمالی ، شمال شرقی و شما غربی جلگه ها را مفروش ساخته اند که موجبات نفوذ آب را فراهم می سازند . قسمت راس این مخروطهای سیلابی از قله سنگها و سنگریزه های درشت تشکیل شده که موجب نفوذ آب حاصل از جریان های طغیانی و بالاخره حرکت آنها به سوی سفره های زیر زمینی جلگه است . مخروط افکنه های دامنه کوه میشو و مورو که به جلگه تبریز باز می شوند ف مخازن بزرگی از آب در چینه بندی داخلی خود که ناشی از تناوب سطوح ماسه های آبدار و لایه های لیمونی است ، به وجود آورده اند . در برخی موارد مواد مربوط به نهشته های مخروط افکنه ها که رخساره دریاچه ای دارند ، در پایین دست با مواد نرم شده آمیخته و روی هم قرار می گیرند (شکل ۲) . بخش وسیعی از سطح جلگه تبریز به وسیله آبرفتهای جدید پوشانده شده است . بعلاوه بستر کلیه مجاری فرسایشی اطراف جلگه نیز پوشیده از این نهشته ها است . ضخامت آبرفتها در حاشیه و مرکز جلگه متغیر است و تقریباً بین ۵۰ تا ۱۰۰ متر می باشد . سطوح لیمونی در چینه بندی داخلی آن به سمت داخل جلگه به مارن و رس تبدیل می شود و ضخامت آن بیشتر می گردد . به سمت غرب جلگه ، لایه های مارنی که منشا دریاچه ای دارند و در بین آنها لیمونها و رسها به صورت چینه داخلی مشاهده می شوند ، به صورت لایه های غیر قابل نفوذ در آمده اند (رین ، هانری^۱ ۱۹۶۵) .

رسوبات ولکانوسدیمانتر نیز نقش عمده ای در تامین سفره آبدار جلگه به عهده دارند . این رسوبات که به نام توفهای آبرفتی هم نامیده می شوند نسبت به گرانولومتری عناصر خود از جمله قله سنگها ، سنگریزه ها ، ماسه ها ، سینریت ها ، سیلتها و ایگنمبریتها از قابلیت نفوذ متغیری برخوردارند . بخش فوقانی این سازند از عناصر بسیار درشت که قابلیت

95

با توجه به آمار سیل های رخ داده در حوضه غالب سیل ها در تیر ماه و مرداد ماه اتفاق افتاده اند . در این دو ماه کمترین مقدار بارش سالانه را شاهد هستیم و بارش ها اغلب به صورت رگبار و ناگهانی می باشد که در فاصله زمانی کوتاهی باعث به راه افتادن سیل می شود (جلالی ۱۳۷۸) .

مسیل هایی که شهر را هنگام بارندگی ها و وقوع سیل ، مورد تهدید قرار می دهند شامل:

- جریانهاییکه از ارتفاعات عون بن علی سرچشمه می گیرند و از روی زمین های غیر قابل نفوذ عبور می کنند ، لذا دارای ضریب جریان بالا هستند و از طرفی چون این نواحی توسط مساکن انسانی اشغال شده اند ، سیل های این قسمت ضریب خطر بالایی دارند . به دلیل وقوع سیلاب در طول دوره های گذشته در این نواحی ، بخشی از محلات این قسمت به محله سیلاب مشهور است .

سیل هایی که از پایکوه های سهند سرچشمه می گیرند از روی زمین های ولکانوسدیمانتر عبور کرده و به علت نفوذپذیری نسبتاً زیاد بایستی شدت سیل کمتر باشد ، ولی چون بارندگی ها با شدت زیاد رخ می دهد و از سویی شیب تند و وسعت اندک حوضه ها زمان تمرکز آنها را کاهش داده ، سیل جاری می شود .

- مسیل کندرود : این مسیل آبراهه ای فصلی است که آب آن از دامنه های ارتفاعات شرقی تبریز سرچشمه می گیرد و پس از عبور از روستای کندرود به باسمنج چای می ریزد .

- مسیل فتح آباد : این مسیل از ارتفاعات جنوبی شهر تبریز تغذیه می کند و یک مسیل فصلی محسوب می گردد که بعد از عبور از روستای فتح آباد از زیر پل زندان عبور کرده و به قوری چای متصل می شود . به دلیل وسعت زیاد مسیل ، اکثر مواقع سیل های ناشی از آن شهر تبریز را بخصوص در مدخل خود مورد تهدید قرار می دهد . در حال حاضر به علت احداث شهرک یاغچیان در قسمت پایین دست این روستا مسیل مذکور به وسیله کانال انحرافی به مسیل شرقی منتقل شده است . قبل از انحراف مسیر ، این مسیل از مقابل زندان عبور می کرده و چندین بار بر اثر افتادگی دهانه پل ها و عدم کشش دهانه های آن ، آب سرریز کرده و داخل زندان می شد یا حتی وارد زیر گذر ولیعصر می گردید و امکان عبور و مرور وسایط نقلیه را ناممکن می نمود ، در حالی که مشکل خانه های روستائی موجود در حریم این مسیل همچنان به قوت خود باقی است .

- مسیل پینه شلوار : این مسیل نیز از ارتفاعات پایکوهی سهند سرچشمه می گیرد و دارای شیب تند بوده لذا هنگام بارندگی های شدید و رگباری در مدت زمان کوتاه جریان آب متمرکز شده و روستای مذکور را که درست در حریم و بستر سیلابی واقع شده است تهدید می نماید.

- مسیل کرکج : این مسیل آبراهه ای فصلی است و از دامنه های جنوبی ارتفاعات شرقی سرچشمه گرفته و پس از عبور از کرکج به باسمنج چای می ریزد تنها در هنگام بارندگی ها دارای آب می باشد و بقیه مواقع سال خشک و تنها جهت تخلیه فاضلاب و زباله این روستا استفاده می شود .

مهران رود : این رودخانه به عنوان جریان اصلی حوضه از دامنه های شمالی سهند سرچشمه گرفته و پس از عبور از شهر باسمنج و الحاق ۱۳ مسیر فرعی به آن ، از روستای بارنج و شمال کوی ولیعصر عبور کرده و سپس در ادامه ، مسیر خود را از ناحیه مرکزی شهر به سمت غرب ادامه داده و در مجاورت مجموعه ورزشی آزادی ، نرسیده به فرودگاه تبریز به رودخانه آجی چای ملحق می شود. با وجود وسعت زیاد و طول شاخه اصلی (۸/۶۲ کیلومتر

مربع) و شیب عمومی ۸۵/۲ درصد، جریان در رودخانه کم است. علت عمده کمی جریان، نفوذ پذیری زیاد بستر آن است (یعنی ۵۶/۶۱ درصد از نفوذپذیری متوسط و ۷۴/۳۶ درصد از نفوذپذیری زیاد برخوردار است).

تکتونیک و لرزه خیزی:

گسل تبریز عمده ترین عارضه تکتونیکی قابل مطالعه در ناحیه تبریز است که با شروع از جنوب غرب میانه با جهتی جنوب شرقی - شمال غربی با یک انحناء نسبتاً قوی در ارتباط با سه‌پند و به موازات آنتی کلیناریوم ها و سنکلیناریوم اولیه به سمت مریند-خوی پیش می رود (شکل ۲). این گسل در شمال تبریز به صورت راست گرد بوده و ضمن تشکیل دیواره عمده بخش شمالی جلگه تبریز به صورت هورست - گرابن موجب افتادگی چاله ارومیه-تبریز و بالا آمدگی عون بن علی و توده موروگردیده و تنها عامل تکتونیکی در مورفوتکتونیک کنونی جلگه تبریز قلمداد می گردد (وقار موسوی ۱۳۶۹).

به عقیده نبوی (۱۳۵۵) گسل شمال تبریز تا کوه های مورو میشو به طور مشخصی ادامه دارد ولی چگونگی ادامه آن به طرف باختر به علت نبودن رخنمون، مشخص نشده است و به نظر می رسد پس از گذشتن از خوی به طرف ماکو و از آن جا به کوه آرات در ترکیه مرتبط می گردد. بنابراین، در طول آن روند تغییرات زیاد به چشم می خورد و علت آن حالت ترکیبی این گسل است که خود از پیوستن چند گسل دیگر تشکیل شده است.

به عقیده بربریان (۱۹۷۶)، روند گسل شمال تبریز در حد بین تبریز و صوفیان تقریباً N ۱۱۵ و شیب آن قائم است. بخش جنوبی گسل، حدود ۴۰ متر فرو افتاده است. به نظر ایشان، نشانه ای از فعالیت گسل تبریز در ۷۶ سال اخیر دیده نمی شود، ولی امکان حرکت آن همراه با زمین لرزه های ویرانگر همیشه وجود دارد. فعالیت تکتونیکی این گسل تا عهد حاضر ادامه داشته و باعث ایجاد گسله، شکستگی و برآمدگی هایی شده است.

این گسل یکی از بنیادی ترین ساختهای زمین شناسی موجود در گستره تبریز در شمال شرق دریاچه ارومیه می باشد که به سبب کارکرد آن، فرونشست فشاری دشت تبریز ایجاد شده است. تاکنون زمین لرزه های سهمگین بسیاری در ارتباط با جنبش گسل تبریز به وقوع پیوسته اند که از نظر بزرگی قابل تامل اند. طول گسل در همه آنها ۱۵۰ و طول گسیختگی حاصله از آنها ۵۸ کیلو متر محاسبه شده است و از سال ۸۵۸ تا ۱۸۵۶ میلادی ۱۳ زمین لرزه به بزرگی ۷/۳ بوقوع پیوسته اند که همگی آنها از گسل تبریز منشاء گرفته اند.

تحلیل ساختار محوری چین های کناری تبریز نشان می دهد که حداکثر کوتاه سازی پوسته ای برای منطقه در زمان post-neogene (پس از نئوژن) اتفاق افتاده است که سراسر منطقه کاملاً بین شمال شرق و شمال پیوسته بوده است. امتداد گسل شمال تبریز تقریباً بر این جهت گیری عمود است.

لرزه خیزی

به دلیل قدمت قابل ملاحظه شهر تبریز و مرکزیت سیاسی - اقتصادی و علمی که مستلزم حضور مداوم دبیران و نویسندگان بوده، تقریباً می توان گفت وقایع رخ داده در تبریز از جمله مشخصات زمین لرزه ها در نوشتارها و کتب تاریخی دقیق تر از سایر نقاط ایران منعکس گردیده است. تعداد زمین لرزه های منتسب به این شهر قابل ملاحظه است. از سال ۸۵۸ تا سال ۱۹۳۰ میلادی تعداد ۲۳ زمین لرزه از نوشتارها و منابع مختلف گزارش شده است. که برخی از آنها بسیار شدید بوده اند طوری که خسارات فراوانی را سبب شده اند (ذکاء ۱۳۶۸).

در دو قرن اخیر زمین لرزه در این شهر رخ نداده و دوره آرامش نسبی را شاهد هستیم اما نمی توان امکان وقوع زمین لرزه شدید را در این شهر منتفی دانست . زیرا پیشینه لرزه خیزی منطقه حاکی از این است که فاصله زمانی بین دو زمین لرزه مخرب در تبریز به ۲۰۰ تا ۳۵۰ سال می رسد . از طرفی دیگر وجود گسل فعال و اصلی شمال شهر که قسمت های پر تراکم جمعیتی شهر بر روی آن بنا شده است ، امکان وقوع زمین لرزه های مخرب را گوشزد می کند .

طبق بررسی های انجام شده توسط ذکا در مورد زلزله های تبریز ، این شهر در طول تاریخ مکتوب خود ۱۲ بار با خاک یکسان شده است ، که مهمترین آنها عبارتند از سال ۱۷۲۱ ، ۱۰۴۱ ، ۸۵۸ ، ۷۹۱ میلادی و آخرین آنها زمین لرزه مهیب سال ۱۷۸۰ میلادی بوده است .

تحقیقات انجام گرفته به وسیله زارع و شاه پسند زهده (۱۳۷۴) و نیز تعیین خط گسل توسط بربریان (۱۹۷۶) نشان از خطر بسیار بالای زلزله در این شهر دارد . بیشترین تراکم رویدادهای لرزه های به بزرگی ۱ تا ۴ در پیرامون این گسل اتفاق افتاده است .

در رابطه با جنس زمین و شدت یابی امواج زلزله ، تطبیق نقشه زمین شناسی منطقه (شکل ۲) با مطالبی که مطرح گردید ، نشان می دهد که مناطق گسترش آبرفتهای جوان در پهنه فعلی شهر در مسیر توسعه شهر به طرف غرب و شرق خطر مضاعف زلزله در رابطه با جنس زمین را دارا می باشند . افزایش جمعیت شهر به رقم ۲ میلیون نفر در چند سال آینده که عمدتاً در مناطق پر خطر مستقر می گردند ، تلفات جانی حاصل از زمین لرزه احتمالی آینده را افزایش می دهد (ولی زاده ۱۳۸۰) .

با توجه به انتساب بیش از ۱۳ زمین لرزه ویرانگر تاریخی (به ویژه زمین لرزه های ۱۱۵۸ ، ۱۱۰۰ ، ۱۰۸۵ ، ۶۵۱ ، ۴۲۱ ، ۲۳۶ هجری شمسی) به گسل شمال تبریز باید اشاره نمود که این گسل از محدوده شمالی شهرکهای شاه گلی ، ولیعصر ، ناصریه ، جانبازان ، سیلاب ، شمال فرودگاه و باغمیشه عبور می کند (شکل ۲) .

وجود گسل های متعددی در جنوب شهر تبریز نشان می دهد که گسل تبریز تنها محدود به شمال این شهر نبوده ، به طوری که شهر تبریز بر روی یک پهنه گسلی بنا شده است با توجه به رویداد زمین لرزه های ویرانگر تاریخی تمرکز سطحی زلزله های سده بیستم بر این گسل به همراه قطع شدن نهشته های کواترنری توسط گسل شمال تبریز ، گسل مذکور توانایی لازم جهت وقوع زمین لرزه های شدید و فاجعه بار را داراست (زارع و شاه پسندزاده ۱۳۷۴) . در محله ناصریه ، بر روی تپه های شمالی شهر ، منازل مسکونی به وضع ناهنجاری در شیب بسیار زیاد ساخته شده اند که علاوه بر نزدیکی به گسل شمال تبریز مساله خطر توپوگرافی و تشدید امواج زلزله در هنگام رویداد یک زلزله محتمل بسیار جدی است . در محله جانبازان که در شمال ناصریه واقع است ، گسترش بی رویه ساخت و ساز مسکن در پهنه گسل شمال تبریز و شیب نامناسب ، ریسک خطر را هنگام وقوع زلزله افزایش می دهد .

همچنین توسعه و گسترش ساخت و ساز بر روی تپه های رسی و مارنی در شرق تبریز موسوم به ساری داغ و ولیعصر به دلیل کیفیت و ویژگی های نامطلوب خاک و خاصیت روانگرایی آن در هنگام زلزله و به علت

ژئومورفولوژی خاص منطقه علاوه بر خطر زمین لرزه این منطقه در معرض خطر زمین لغزش هم قرار دارد (شکل ۳)



شکل ۳ - رانش زمین در منطقه نگین پارک ولیعصر

طی سالهای ۹۴-۱۹۹۳ منازل مسکونی واقع بر شیب های طبیعی کوی افسران دچار خسارت های جزئی و کلی شدند . در این منطقه خانه های مسکونی یک تا پنج طبقه در قسمت های مختلف شیب از بالا تا وسط بدنه شیب ساخته شد که همگی دچار گسیختگی هایی در سازه باربر و دیوارهای باربر و غیر بار بر شد در اثر این لغزش بیش از ۲۰ واحد مسکونی تخریب و ۶۰ واحد دیگر در معرض خطر ویرانی قرار گرفتند . بعد از عملیات شناسایی در منطقه معلوم گردید که بروز چنین خسارتهایی در منطقه به علت لغزش دورانی انتقالی بزرگ بوده که در کل منطقه حاکم است ، طول این لغزش ۳۰۰ متر و عرض آن ۵۰ متر و عمق آن ۲۰ متر می باشد . به دلیل فعال شدن این لغزش بزرگ ، لغزش های دیگری نیز به وقوع پیوسته شیب های منطقه در حالت طبیعی و بدون ساخت و ساز بر روی آنها پایدار بودند ولی وجود بارندگی ها در منطقه شیبها را به آستانه لغزش نزدیک می کند . از طرفی ایجاد خاکریزهایی در قسمت فوقانی شیب برای هموار کردن زمین و ساخت و ساز مجدد ، این تیپ ها را مستعد لغزش کرده است به طوری که بهد از ساخت این منازل بر روی شیب ها ، لغزش به صورت خفیف شروع شده و هر چه بر تعداد این منازل افزوده می شد حرکت توده لغزش افزایش یافته سریعتر شد البته وجود بارندگی ها در این منطقه حرکت توده را تسریع کرده است (کمک پناه و نیرومند ۱۳۷۶) .

پهنه بندی مخاطرات محیطی

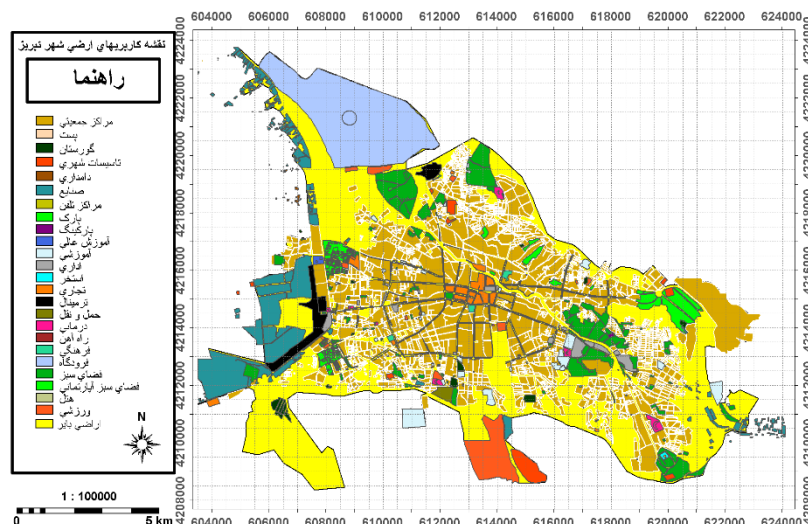
اثر گسل تبریز بر روی مراکز خدماتی شهر :

خدمات شامل مراکز آموزشی ، حمل و نقل ، مسافری ، مراکز فرهنگی ، ورزشی ، فضای سبز و پارکها و پارکینگ ، مراکز اداری ، درمانی ، هتل و ... می باشد (شکل ۴) .

شکل ۶ رابطه گسل و مراکز خدمات شهر را نشان می دهد . همان طور که از نقشه مشخص است گسل بزرگ تبریز در شمال این شهر بیشترین خطر احتمالی را بر روی فرودگاه تبریز دارد . فرودگاه و صنایع وابسته به آن در شمال غربی تبریز مکان یابی شده اند و گسل اصلی تبریز به فاصله اندکی از فرودگاه واقع شده است . سایر تاسیسات خدماتی که به گسل نزدیک هستند ، بیشتر فضای سبز بوده ، که خطر چندانی را تولید نمی کنند . مناطق تجاری عمده شهر در شمال غرب ، مرکز و جنوب غرب پراکنده اند و فاصله مناسبی را نسبت به گسل دارند . بازار شهر از نظر زمین لرزه بیش از سایر نواحی تجاری در معرض خطر است . علاوه بر این به دلیل قدیمی بودن بافت آن و عدم استحکام کافی در برابر زمین لرزه تحت تاثیر بیشترین درجه آسیب پذیری می باشند . با بررسی موارد ذکر شده نتیجه می شود که ، در بین تاسیسات خدماتی شهر ، فرودگاه تبریز و مراکز تجاری بیشتر در معرض خطر زلزله از جانب گسل تبریز هستند .

اثر گسل بزرگ تبریز بر روی تاسیسات شهری

تاسیسات اصلی و عمده شهر ، شامل تاسیسات صنعتی هستند که در گوشه جنوب غربی شهر قرار گرفته اند . این تاسیسات به صورت نواری شکل از شمال غربی به جنوب غربی کشیده شده و در جنوب غرب دارای بیشترین تراکم می باشند که شامل کارخانه های تراکتورسازی ، ماشین سازی و ... است (شکل ۴) . این تاسیسات از نظر دوری از گسل بهترین موقعیت را دارند . البته گستردگی این تاسیسات در زمین های هموار که مساعد توسعه شهر در این بخش بوده است ، راه را بر گسترش شهر از جانب غرب بسته است . اما تاسیسات مزبور تحت تاثیر کمترین خطر از جانب گسل قرار دارند (شکل ۶) .



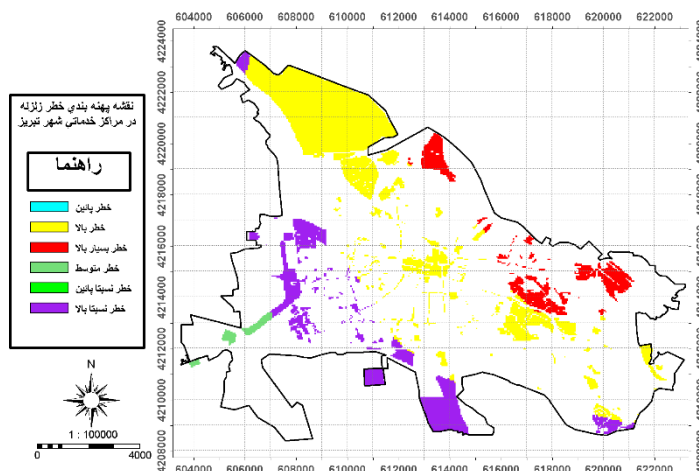
شکل ۴- نقشه کاربری اراضی

همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است ، هنگام رخدادهای زمین لرزه بیشترین آسیب را بعد از ساختمانها ، سازه ای خطی نظیر آزاد راه ها ، جاده ها ، خطوط انتقال نیرو و ... متوجه خواهند بود . در این میان قابل توجه این است که بزرگراه شمالی تبریز (پاسداران) به موازات گسل تبریز احداث شده است (شکل ۷) .

اثر گسل روی مراکز جمعیتی شهر :

مناطق پر جمعیت شهر در شمال ، مرکز و تا حدی شرق شهر پراکنده شده اند و بیشترین خطر احتمالی گسل نیز متوجه همین مناطق است (شکل ۸) .

مناطق متراکم شمال شهر در فاصله بسیار اندکی از گسل بنا شده اند (فاصله ۵۰۰ متری از گسل) در شرق تبریز شهرک باغمیشه از تراکم جمعیتی بسیار بالایی نیز برخوردار است و بر روی گسل ایجاد شده است . این شهرک جدیدالاحداث بوده و با این که خطرات احتمالی آن شناخته شده ولی حتی با وجود این ، برنامه ریزان شهری اقدام به ساخت شهرک بر روی گسل نموده اند با همه این اوصاف بر گسترش شهر در شمال و شرق روز به روز افزوده می شود . محلات بخش شمالی شهر فاقد بناهای محکم بوده و بدون برنامه ریزی اصولی ساخته شده اند ، همچنین معابر ارتباطی بسیار تنگ و کم عرض بوده که در صورت بروز زلزله در شهر فاجعه بسیار عظیمی در این مناطق رخ خواهد داد .

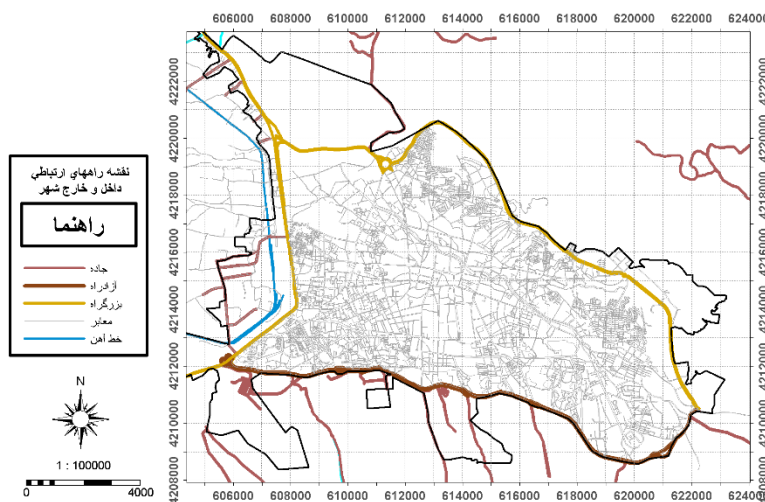


شکل ۵ - نقشه پهنه بندی زلزله در مراکز خدمات شهری

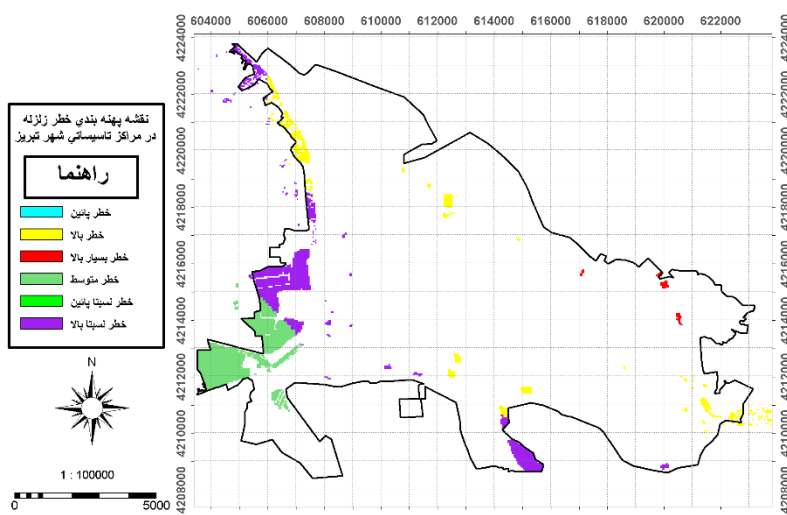
اثر سیل بر روی مراکز خدماتی شهر :

در شما شهر که خطر سیل زیاد است ، مراکز خدماتی عمده و اصلی مکان یابی نشده اند و بیشتر فضای سبز و پارک ها در این نواحی مستقر هستند . فرودگاه در شمال غرب تبریز قرار دارد و شیب نواحی بالا دست آن مستقیماً به طرف فرودگاه بوده و سیل را به جانب فرودگاه هدایت می کند .

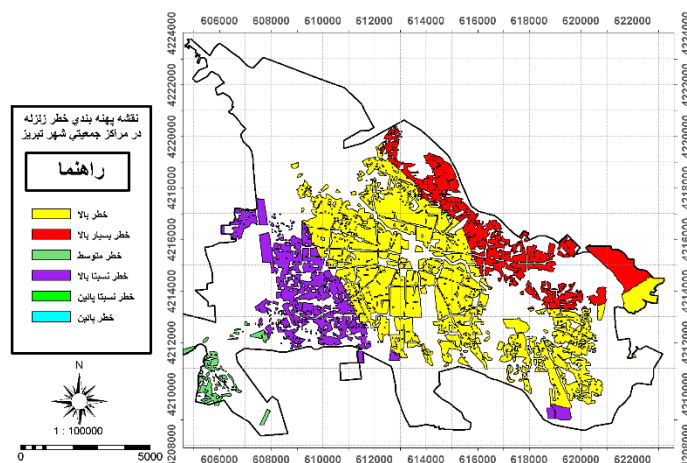
در صورت بروز سیل در شمال شهر ، به دلیل عدم وجود کانال های انتقال آب و جهت شیب (از شمال به سوی مسیل مهرانشهر در مرکز شهر) ، جریانات ایجاد شده به مرکز شهر هدایت می شوند که بیشتر مناطق تجاری ، اداری ، ورزشی و ... را در بر می گیرند (شکل ۴) .



شکل ۶- نقشه پهنه بندی خطر زلزله روی تاسیسات شهری



شکل ۷- نقشه راههای ارتباطی



شکل ۸- نقشه پهنه بندی خطر زلزله در مراکز جمعیتی شهر تبریز

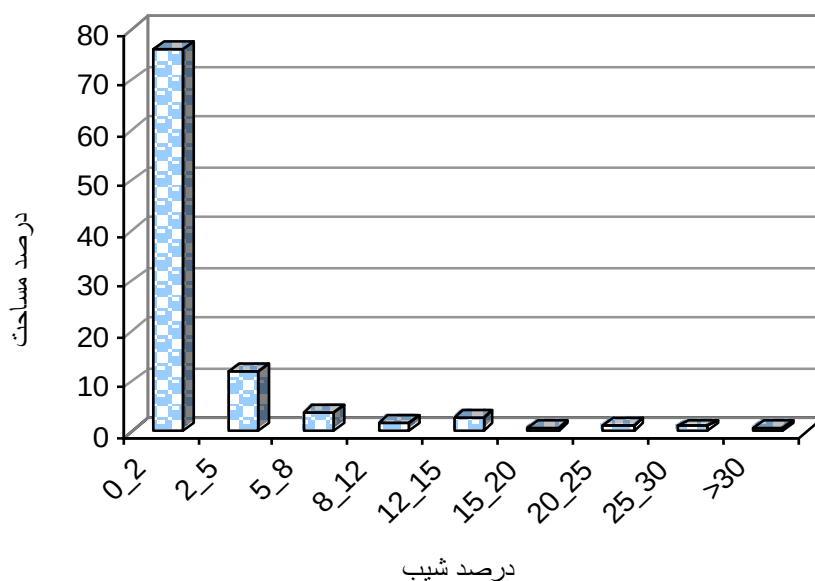
اثر سیل در مراکز جمعیتی شهر :

مراکز اصلی جمعیتی در شمال، مرکز و شرق شهر پراکنده شده‌اند و قدرت و شدت سیلاب در سطح شهر در شمال و جنوب شهر بیشتر از سایر نواحی است. پس جریان‌های ناشی از دامنه ارتفاعات شمالی سه‌پند در جنوب شهر و ارتفاعات نفوذناپذیر و با شیب تند عون‌بن‌علی در شمال، مستقیماً مراکز جمعیتی شهر را مورد تهدید قرار می‌دهند. با وجود اینکه شدت قدرت سیلاب در نواحی جنوب بیشتر است اما تهدید آن در شمال شهر شدیدتر است، زیرا در شمال شهر مراکز جمعیتی عمده شهر واقع هستند و شیب ارتفاعات نیز جریان سیلابی را مستقیماً به جانب شهر هدایت می‌کند. در بخش‌های شرق و جنوب شرق نیز به دلیل گسترش شهر و کم شدن زمین‌های قابل نفوذ، جریان‌های سیلابی مخصوصاً در فصل تابستان که بیشتر به صورت رگباری است باعث سیل‌خیزی این نواحی می‌شود که در این نواحی (شرق و جنوب شرق) مراکز جمعیتی از تراکم بالایی برخوردارند.

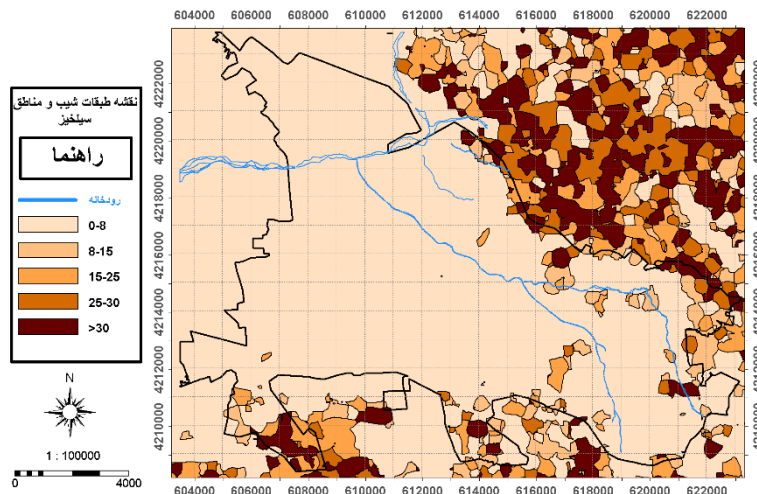
در جدول شماره (۱) درصد جمعیت ساکن در هر یک از طبقات شیب ارائه شده است با بررسی جدول مذکور مشاهده می‌گردد که شیب ۵-۰ درصد حدود ۸۸ درصد جمعیت را در خود جای داده است همچنین با توجه به نمودار شماره (۱-۳۳) ملاحظه می‌شود که حدود ۹۰ درصد جمعیت در نقاط کم شیب ۰ تا ۵ درصد که ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۵۵۰ متر را در بر می‌گیرد، ساکن هستند و جریان‌های سیلابی تشکیل شده از ارتفاعات مستقیماً به داخل شهر و به طرف نقاط پست براه می‌افتد (شکل ۱۰)

جدول شماره (۱): وضعیت شیب و درصد جمعیت ساکن در هر شیب

شیب	۰-۲	۲-۵	۵-۸	۸-۱۲	۱۲-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	<۳۰
درصد جمعیت	۷۶/۰۱	۱۲/۲۲	۳/۸۵	۱/۵۶	۲/۷۸	۰/۷۹	۱/۱۹	۰/۹۹	۰/۶۱



شکل ۹- نمودار درصد طبقات شیب محدوده شهر تبریز



شکل ۱۰ - نقشه طبقات شیب شهر تبریز

بحث و نتیجه گیری

پهنه‌بندی انجام گرفته برای شهر تبریز در ۶ محدوده می‌باشد و شامل پهنه‌بندیهای خطر بسیار بالا و بالا و متوسط و نسبتاً پائین و پائین است. با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌گردد که اکثر محلات شمال شهر بصورت یک نیم دایره از کانون زلزله شمال تبریز در پهنه خطر بسیار بالا قرار دارند، سایر محلات شهر بویژه در شرق و غرب منطقه در

خطر بالا قرار گرفته‌اند. تنها ۲ محله از شهر از این محدوده خارج می‌شود یعنی محلات قراملک و تراکتورسازی که این دو محله در پهنه خطر نسبتاً بالا و ادامه محله تراکتورسازی حتی در منطقه خطر متوسط قرار می‌گیرند. این محلات عمدتاً صنعتی هستند و باتوجه به این نکات می‌توان گفت که بهترین مکان‌یابی برای مناطق صنعتی از حیث دوری از خطر صورت گرفته است. محلات پرجمعیت شهر نظیر محلات قربانی، ایده‌لو و یوسف‌آباد هم از نظر خط گسل در پهنه بسیار خطرناک قرار دارند هم از نظر کانون زلزله در این پهنه می‌باشند و انتظار تخریب گسترده در این محلات مورد نظر است شهرک باغمیشه، کوی ولیعصر، خیابان عباسی از لحاظ گسل در پهنه بسیار خطرناک می‌باشند با توجه به اینکه شهرک باغمیشه بر روی یک سیستم گسلی بنا شده است، عمده‌ترین خطر ممکن ناشی از حرکت گسل می‌باشد. بنابراین بویژه در ساخت ساختمانها باید این مطلب مدنظر مهندسین عمران و تکتونیک قرار گیرد. منطقه‌ای که از لحاظ خطر عوامل خط گسل و کانون زلزله در پهنه بسیار خطرناک قرار دارد بر روی سازندهای نسبتاً مقاوم قرار گرفته است. چنانکه شواهد زلزله‌های تاریخی نیز نشان می‌دهند مقاومت نسبی زمین هیچگاه در مقابل امواج ویرانگر زلزله تحمل مناسبی نشان نداده‌اند.

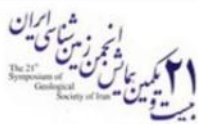
گسل شمالی تبریز که زمانی از ۳ کیلومتری شهر تبریز عبور می‌کرد، در حال حاضر جزو یکی از محله‌های شهر تبریز به حساب می‌آید. شهرک‌های باغمیشه، ولی‌امر، یوسف‌آباد و ارم دقیقاً بر روی روند اصلی گسل شمال تبریز احداث شده‌اند. فرض اینکه هر کجا می‌خواهیم بسازیم، ولی محکم بسازیم، امری است که به شدت از سوی کارشناسان علم زلزله رد می‌شود. چرا که در تحقیقات اخیر مشخص گردیده است که در نزدیکی محل گسلش شرایط خاص و ویژه‌ای حاکم است از جمله شتاب قائم بسیار زیاد همانند آنچه که در زلزله بم شاهد بودیم و نیز تاثیر بسیار مخرب زلزله‌های نزدیک بر ساختمانهای بلند بدلیل ایجاد تغییر مکان بسیار زیاد در این سازه‌ها، براساس تحقیقی که در زمینه حریم گسلهای ایران بصورت انجام پذیرفته است، این حریم حداقل ۲ کیلومتری تعیین گردیده است. اما در شهر تبریز با توجه به نوع گسل این حریم ۴ کیلومتر تعیین شده است (وجودی ۲۰۰۳)

گسترش شهر تبریز بر روی منطقه گسلی شمالی تبریز، گسترش بی‌رویه نیست. چراکه شاهد ساختار بند بودن این مناطق هستیم که مشخص می‌کند براساس طرح جامع و یا طراحی که از سوی سازمانهای متوالی زمین و مسکن دیکته شده، انجام پذیرفته است. ساخت برجهای نسبتاً بلند دقیقاً بر روی خط گسلی و نیز شهرک‌هایی که هنوز هم با شدت هر چه بیشتر گسترش آنها به پای دامنه کوههای شمالی شهر ادامه دارد، حاکی از برنامه‌مند بودن چنین گسترشی دارد. پس فرض اینکه این گسترش توسط مردم و بدون در نظر گرفتن قوانین توسعه شهری انجام پذیرفته، کاملاً رد می‌شود. پس مسئول کسی است که اجازه ساخت و ساز در این منطقه را داده می‌دهد. مدتهاست که بحث مدیریت بحران در شرایط بروز حوادث غیر مترقبه از جمله زلزله، تبدیل به بحث روز شده است. خسارت‌هایی که در اثر زمین لرزه‌ها ایجاد شوند، مشخص و تجربه شده هستند و متأسفانه در ایران و اقصی نقاط جهان شاهد تکرار این خسارت‌ها هستیم. اما در تبریز علاوه بر خرابی معمول سازه‌ها، خسارتهایی چون زمین لغزش که در منطقه ولیعصر شاهد آن بوده ایم. وجود دارد. خطرات ثانویه دیگری که در شهر تبریز انتظار می‌رود، خطر آتش سوزی بر اثر لوله کشی گاز و نیز پالایشگاه و پتروشیمی در مجاورت شهر تبریز است

بررسی های به عمل آمده نشان داد که شهر تبریز از جانب سه خطر عمده زلزله، زمین لغزش و سیل در معرض خطر است. از میان خطرات مذکور، دامنه خطر ناشی از زلزله بزرگ تر و خسارات آن نیز بیشتر خواهد بود و در صورت بروز، شعاع عملکرد بزرگتری را در بر می گیرد. خطرات رانش زمین و سیل بیشتر منطقه ای بوده و فقط مناطق خاصی را تهدید می کنند.

منابع و مآخذ:

- ۱- باباخانی و همکاران، ۱۳۶۹، شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش اهر. سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۰ صفحه
- ۲- بربریان، مانوئل (۱۹۷۶)؛ دگر ریختی قاره ای در فلات ایران زمین، تهران: سازمان زمین شناسی کشور گزارش شماره ۵۲.
- ۳- جلالی، اروج (۱۳۷۸)؛ هیدرولوژی شهری، پایاننامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.
- ۴- خیام، مقصود (۱۳۶۵)، نگرشی به تنگنهای ژئومورفولوژیکی توسعه شهر تبریز، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، شماره ۲۴، سال بیستم.
- ۵- خیام، مقصود (۱۳۶۷)؛ تشکیلات کواترنر جایگاه سفره های آبدار، مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۲۴، انتشارات موسسه جغرافیایی دانشگاه تهران.
- ۶- درویش زاده، علی (۱۳۸۰)؛ زمین شناسی ایران، تهران: انتشارات امیر کبیر ۱۳۸۰
- ۷- دوپون، آندره، (۱۳۷۰)؛ هیدرولیک شهری، ترجمه محمد مهدی فتیده، جلد اول، تهران؛ مرکز نشر دانشگاهی.
- ۸- ذکاء، یحیی (۱۳۶۸)؛ زمین لرزه های تبریزی، تهران: انتشارات کتابسرا.
- ۹- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت تبریز.
- ۱۰- روستایی، شهرام (۱۳۸۲)؛ روش تحقیق و اصول پهنه بندی خطر ناپایداری دامنه ها، مجله دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، شماره
- ۱۱- ربین، هانری، (۱۹۶۵)، بررسی کوتاهی از زمین شناسی جلگه تبریز، ترجمه خیام، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- ۱۲- زارع، مهدی وشاه پسندزاده (۱۳۷۴)؛ بررسی مقدماتی لرزه خیزی، زمین ساخت و خطر زمین لرزه- گسلش در پهنه آذربایجان شرقی، موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله،
- ۱۳- کمک پناه و نیرومند (۱۳۷۶)؛ تحلیل برگشتی و ارائه روش پایدارسازی شیبهای طبیعی منطقه کوی افسران تبریز، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن.
- ۱۴- کمک پناه و همکاران (۱۳۷۶)؛ مطالعات زمین شناسی مهندسی لغزش کوی ولیعصر، مجموعه مقالات دومین
- ۱۵- مقیمی ابراهیم و محمودی، فرج الله (۱۳۸۳)؛ روش تحقیق در جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) تهران: نشر قومس.



۲۳ و ۲۴ آبان ماه ۱۳۹۷
Qom, 14-15 Nov., 2018
دانشگاه پیام نور قم



- ۱۶- نبوی، م. ح. (۱۳۵۵)؛ دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، تهران: انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۱۷- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت‌های *NJ 38-11* , *NJ 38-7* تبریز.
- ۱۸- وقار موسوی، علی (۱۳۶۹)؛ تحول ژئومورفولوژی جلگه تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- ۱۹- ولی‌زاده کامران، خلیل (۱۳۸۰)؛ پهنه‌بندی خطر زلزله با استفاده از سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شهرستان تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- 20- Chengtai,D (1999)Urban geomorphology in Chinese. P. 391.
- 21-Vojoudi,M.,2003,Hazardr risk analysis project (Tabriz city). International institute of earthquake engineering and seismology. Tehran .

بررسی اشکال ژئومورفولوژی رودخانه داغیان واقع در جنوب غرب شهرستان قوچان



اکرم هروی یدک^۱، محمد خانه باد^۲، محمد حسین محمودی قرائی^۲، اسداله محبوبی^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، raha.188.azad@gmail.com

^۲دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی



چکیده:

حوضه آبریز رودخانه داغیان با مساحتی معادل ۱۶۴ کیلومتر مربع در جنوب غرب شهرستان قوچان واقع شده است. حوضه مورد مطالعه در زون البرز شرقی واقع شده است و از نظر ژئومورفولوژیکی به دو بخش کوهستانی و تپه ماهور تقسیم می شود. حوضه مورد مطالعه از نظر تکتونیکی جوان است و گسل و سقوط آزاد و انحلال می باشد. وجود سدهای طولی در بخش های مختلف رودخانه نشان دهنده حالت گیسوی شکل بودن (بریده بریده) رودخانه داغیان است.

کلید واژه ها: رودخانه داغیان، ژئومورفولوژی، فرسایش، قوچان

Investigation of geomorphology forms of the Daghian, southwest of Quchan

Heravi yadak, A1 Khanehbad, M 2 , Mahmudy gharaie, M, H3 , Mahboubi, A4

¹M.Sc., student in Sedimentology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract:

Daghian River catchment with an area of 164 km² is located southwest of Quchan. The catchment is located in the Eastern Alborz Zone and geomorphologically, it is divided into mountainous and hilltop areas. The studied catchment is the youth in tectonic terms and the faults in the region are the most important tectonic features. The erosion forms of the area include rill erosion, talus, rock fall, and dissolution. The existence of longitudinal bars in different parts of the river shows that this river is a braided river type.

Keywords: Daghian River, geomorphology, erosion, Quchan



مقدمه:

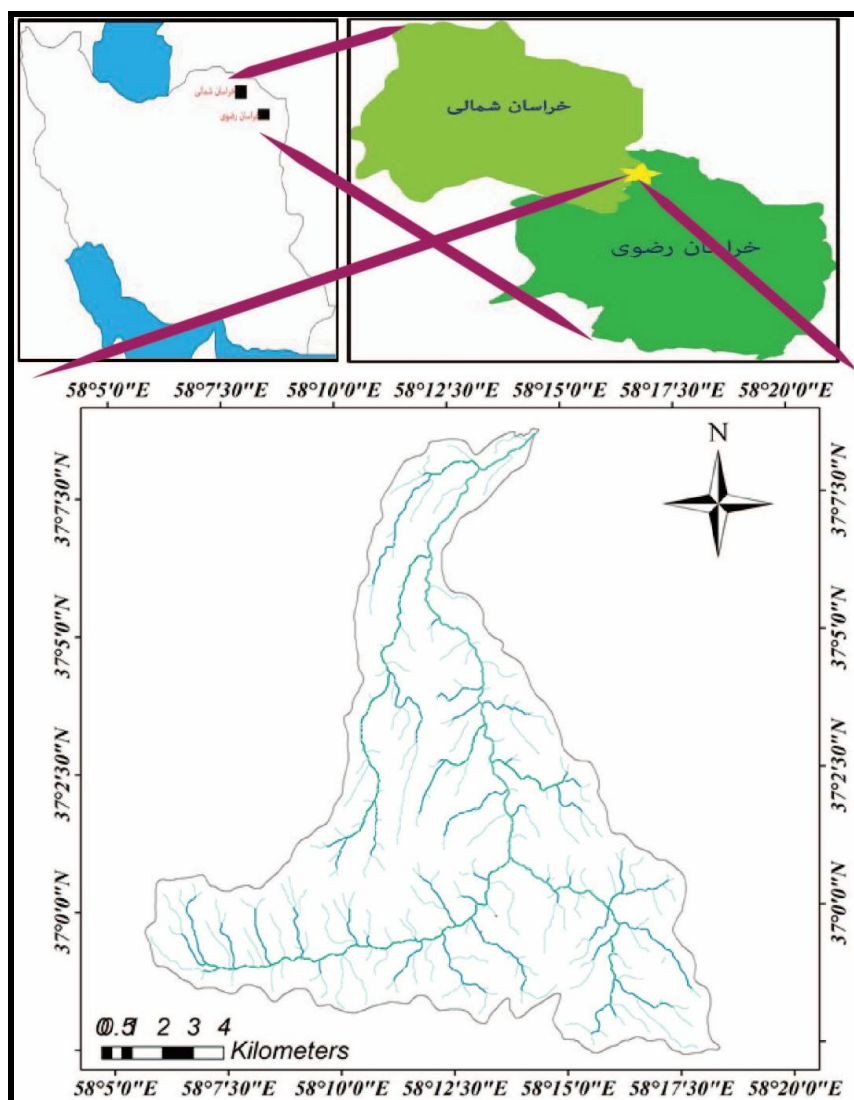
ژئومورفولوژی یا زمین ریخت شناسی شناخت اشکال حاصل از تاثیر نیروهای درونی و بیرونی بر پوسته زمین است که می تواند شامل مکانیزم های به وجود آورنده و تکامل این اشکال و تاثیر عوامل ثانویه بر آنها باشد (رفاهی، ۱۳۸۵). به این

منظور بررسی اشکال ژئومورفولوژی حوضه آبریز رودخانه داغیان از اهداف این مقاله است. رودخانه داغیان براساس تقسیم بندی شام (۱۹۷۷) از نوع رودخانه های بریده بریده با بار بستر گراولی محسوب می شود.



روش تحقیق و موقعیت جغرافیایی:

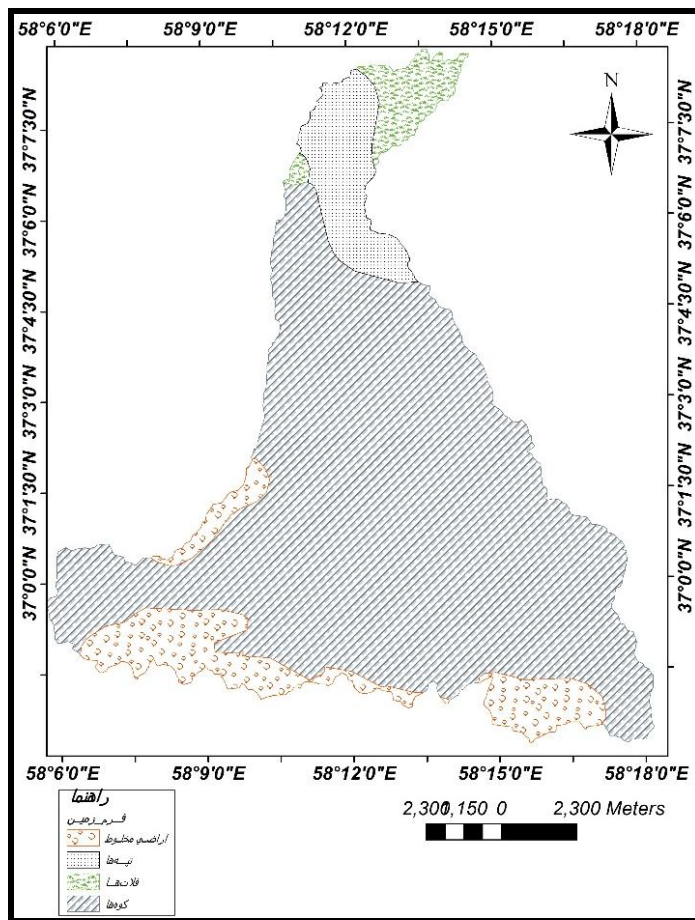
با تلفیق اطلاعات حاصل از مطالعات ژئومورفولوژی، مشاهدات صحرایی و بررسی تصاویر ماهواره ای واحد ها، تیپ ها و رخساره های ژئومورفولوژیک زیر حوضه های حوضه آبریز رودخانه داغیان، اشکال ژئومورفولوژی این حوضه بدست آمد. حوضه آبریز داغیان با مساحتی در حدود ۱۶۴ کیلومتر مربع در ۲۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان قوچان واقع شده است (شکل ۱). راه دسترسی به منطقه از طریق جاده قوچان - فاروج می باشد. سرچشمه رودخانه داغیان در روستای بینگه قلعه واقع شده از که بعد از عبور از روستاهای فرهادان، پیره، شیرغان، زادک و داغیان به کانال رودخانه اترک متصل می شود. حوضه داغیان قوچان در واقع در زون زمین شناسی موسوم به آلا داغ- بینالود واقع گردیده که برخی کارشناسان آن را دنباله البرز شرقی می دانند و این حوضه در محلی است که زون البرز شرقی یا بینالود به زون کپه داغ برخورد می نماید (نبوی، ۱۳۵۵).



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز داغیان بر روی نقشه جغرافیایی استان و کشور

بحث

حوضه آبریز داغیان از نظر ژئومورفولوژیکی شامل دو واحد کوهستانی و تپه ماهوراست. تپه های لیتولوژی در واحد کوهستانی شامل تپه سازند تیرگان و تپه های آذرین (آندزیت، تراکیت، بازالت، برش، توف برشی، کنگلومرای ولکانیکی و آگلومرا) است که اغلب در دامنه های پرشیب، پرتگاهی و ارتفاعات مشاهده می شود. واحد های تپه ماهور متشکل از تپه های کم ارتفاع تا مرتفع است که گسترش رسوبات نئوژن در بخش انتهایی حوضه شامل کنگلومرا، مارن و شیل است (شکل ۲). در ادامه ژئومورفولوژی حوضه آبریز داغیان از سه جنبه ساختمانی، فرسایش و رسوبی مورد بررسی قرار می گیرد.



شکل ۲- نقشه ژئومورفولوژی حوضه آبریز داغیان

ژئومورفولوژی ساختمانی

از نظر تکتونیکی حوضه آبریز داغیان یک منطقه زلزله خیز است زیرا هنوز فعالیت‌های کوهزائی که بالا آمدگی نشانه آن است فعال است. منطقه مورد مطالعه دارای چین خوردگیهای ملایمی است. مهمترین شاخصه تکتونیکی منطقه گسل‌های اصلی و پوشیده است که با امتداد شمال غرب - جنوب شرق قرار دارند (شکل ۳- الف). از دیگر نشانه های فعالیت ساختمانی در حوضه آبریز داغیان ایجاد چشمه های گسلی متعدد در منطقه را می توان نام برد (شکل ۳- ب).



شکل ۳- الف) دره حاصل از گسل که لیتولوژی در دو طرف آن متفاوت است، در قسمت شمالی حوضه در عکس هوایی. ب) تشکیل چشمه در حوزه داغیان بر اثر فعالیت تکتونیکی.

ژئومورفولوژی فرسایشی

حوضه آبریز رودخانه داغیان به لحاظ شرایط توپوگرافی، اقلیمی و ژئومورفولوژی آن دارای اشکال فرسایش مختلف طبیعی و تشدید شونده است و دارای اقلیم نیمه خشک می باشد. اهمیت فرسایش سطحی در مناطق خشک و نیمه خشک دوچندان است. در این مناطق، تولید رواناب در کنار ایجاد محدودیتهای کم آبی برای گیاهان، نقشی مهم در تخریب خاک و فرسایش ایفاء میکند (Tripathi and Ogbazghi, 2016). فرسایش واریزه ای به اشکال مختلف از قبیل واریزه های بلوکی و ریز در سطح حوضه مشاهده می شود (شکل ۴- الف). گسترده ترین شکل فرسایش موجود در حوضه مورد مطالعه، شکل فرسایش سطحی است. این نوع شکل فرسایشی معمولاً با سایر اشکال فرسایشی مانند شیاری، آبراهه ای در سطح حوضه مشاهده می شود (شکل ۴- ب). حرکات توده ای به شکل سقوط سنگ در پایین دست حوضه آبریز رودخانه داغیان قرار دارد (شکل ۴- ج)، همچنین در لیتولوژی آهکی منطقه می توان پدیده انحلال را مشاهده کرد که در برخی قسمت های حوضه گسترش آن بصورت حفرات غاری شکل درآمده است (شکل ۴- د).



شکل ۴- اشکال حاصل از فرسایش. الف) فرسایش واریزه ای. ب) فرسایش شیاری. ج) سقوط آزاد. د) انحلال غاری.

ژئومورفولوژی رسوبی

مورفولوژی کانال رودخانه های آبرفتی نتیجه حمل رسوب و رسوب گذاری توسط رودخانه هاست (Church, 2006). رودخانه هایی که مقدار زیادی بار بستر حمل می کنند تمایل به داشتن پیچش نسبتاً کم و میزان بریده بریده شدن بالا دارند. چنین آبراهه هایی دارای دیواره های فرسایش پذیر از گراول و ماسه هستند و شیب کانال آنها و قدرت هیدرولیکی آنها زیاد است و بطور جانبی پایدار هستند (Belmont, 2011). رژیم هیدرولوژیکی عامل اصلی در عملکرد زیست محیطی و تنوع زیستی در دشت سیلابی رودخانه است (Sidinei et al, 2007). در حوضه مورد مطالعه از بالا دست به سمت پایین دست

به دلیل کاهش شیب رودخانه و کاهش قدرت حمل مواد، دشت سیلابی به تدریج افزایش پیدا می کند اما اندازه ذرات ریزتر می شود (شکل ۵- الف و ب). در طول مسیر رودخانه داغیان سدهای طولی گروالی مشاهده می شود که نتیجه رسوب گذاری رودخانه در قسمت میانی آن است (شکل ۵- ج و د).



شکل ۵- الف) دشت سیلابی در بالا دست رودخانه داغیان. ب) دشت سیلابی در پایین دست. ج و د) نمایی از سدهای طولی در مسیر رودخانه



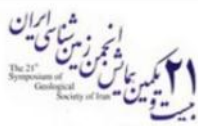
نتیجه گیری :

در حوضه آبریز داغیان به دلیل تنوع سنگ شناسی، فعالیت های تکتونیکی، آب و هوای نیمه خشک، پدیده های زمین ریخت شناسی زیادی همانند سقوط آزاد، فرسایش واریزه ای، فرسایش شیاری و حرکت های توده ای ایجاد شده است. از اشکال ژئومورفولوژی قابل مشاهده و بررسی می توان سدهای طولی و دشت سیلابی در حوضه را نام برد، که سدهای طولی متعدد در این حوضه نشان می دهد رودخانه مورد مطالعه از نوع رودخانه بریده بریده است. در نهایت می توان با استفاده از مطالعات ژئومورفولوژیکی، مناطق رسوب زا و عوامل دخیل در آن را شناسایی نمود و راهکارهایی برای کاهش فرسایش و حمل رسوب پیشنهاد نمود.



منابع فارسی :

رفاهی، ح. ق.، (۱۳۸۵)، "فرسایش آبی و کنترل آن"، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱ صفحه.



۲۳ و ۲۴ آبان ماه ۱۳۹۷
Qom, 14-15 Nov., 2018
دانشگاه پیام نور قم



نبوی، م.ح.، (۱۳۵۵)، "دیاچه ای بر زمین شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی ایران، ۱۰۹ صفحه.



References:

- Belmont, P., 2011. " Floodplain width adjustments in response to rapid base level fall and knickpoint migration", *Geomorphology*, 128, p. 92-102.
- Church, M., 2006. " Bed material transport and the morphology of alluvial river channel. *Annual Rev". Earth planet Science*, 34, p. 325-354.
- Schumm, S.A., 1977. " *The Fluvial System*, Wiley-Interscience", New York, 338p.
- Sidinei M. Thomaz Luis Mauricio Bini. Reinaldo Luiz Bozell, 2007. "Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems", *Hydrobiologia*, 579, p. 1–13.
- Tripathi R. P. and Ogbazghi W. 2016. " Watershed management to enhance rainwater conservation and crop yields in semiarid environments-A case study at Hamelmalo Agricultural College, Anseba region of Eritera ". *Agricultural water Management*, 168, p.1-10.