

ارزیابی توان فرسایش پذیری و رسوب گذاری در محدوده بندرانزلی

نوشته: علی ارومیه‌ای* و افشین کریم‌خانی**

*گروه زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
**مدیریت زمین شناسی دریایی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

Evaluation of Potential of Erosion and Sedimentation in Bandar Anzali Region

By: A. Uromeihy* & A. Karim-khani**

*Dept. of Engineering Geology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

**Dept. of Marin Geology, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۰۶/۱۰

چکیده

فرسایش و رسوب گذاری پدیده‌هایی طبیعی هستند که تغییرات پیوسته‌ای در سطح زمین به وجود می‌آورند. این تغییرات می‌تواند مسائلی در راه توسعه و گسترش فعالیت‌های عمرانی در مناطق ساحلی از جمله ناحیه بندرانزلی موجب شود. بنابراین به منظور ارزیابی توان فرسایش پذیری منطقه عوامل اصلی مؤثر شناسایی شدند و بر اساس استفاده از روش شبکه بندی و وزن دهی و با بهره گیری از نرم افزار Arc-GIS نقشه پهنه بندی منطقه از دیدگاه خطر فرسایش پذیری تهیه شد. پنج عامل معرفی شده در این تحقیق شامل سنگ شناسی، شیب زمین، نوع گسل، شبکه آبراهه‌ها و کاربری زمین (پوشش گیاهی) بوده است. نتایج مطالعات نشان داد که دو عامل سنگ شناسی و پوشش گیاهی بیشترین تأثیر را در کنترل فرسایش منطقه داشته، در مقابل، عملکرد آبراهه‌ها در مناطق کوهستانی بیشتر بوده و تأثیر نوع گسل و شیب زمین کمتر است. از آنجا که زهکش حوضه‌های آبریز منطقه عمدتاً "مرداب انزلی" است، بنابراین ویژگی‌های رسوبگذاری در آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌های زمین شیمیایی نشان دادند که درصد فراوانی اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و آهن در مقایسه با دیگر عناصر بیشتر است و این بازتاب کننده نوع سنگ شناسی حاکم بر منطقه است. از نظر دانه بندی نهشته‌ها در حد ماسه ریز دانه، سیلت و سیلت رس دار است.

کلید واژه‌ها: نقشه پهنه بندی فرسایش پذیری، توان رسوب‌زایی، مرداب انزلی، دریای خزر

Abstract

Erosion and sedimentation are among the natural processes continuously changing the land surface. This deformation may affect the development activities of the coastal areas such as Bandar Anzali region. In order to evaluate the potential of erosion in the region, various methods of zonation mapping were reviewed. The region was divided into a number of grid lines and the weight of each grid was measured. The computer program Arc-GIS was used to calculate the weighing factors of each cell and finally to draw the zonation map. In this regard, five factors including lithology, slope angle, fault types, drainage pattern, and land-use (vegetation) were considered as major affecting factors on the erosion phenomena. The results showed that the effect of lithology and land-use are higher as accompanied by the effect of fault type and slope angle, and the effect of drainage pattern is most noticeable in mountainous areas. The geochemical characteristics of the sediments in Anzali wetland indicate that the percentage of SiO_2 , Al_2O_3 , and CaO_2 is higher than that of other elements such as FeO , MgO and MnO . These sediments represent the lithological setting of the provenance region of the originated sediments.

Keywords: Erosion zonation map, Sedimentation potential, Anzali Marsh, Caspian Sea,

مقدمه

نشان می‌دهد. همچنین میزان آبدهی سالانه حوضه‌های اصلی یاد شده در شکل ۳ ارائه شده‌اند. روند عمده فرسایش و رسوب‌گذاری متأثر از عملکرد این رودخانه‌هاست. منطقه تحت تأثیر یک اقلیم خیلی مرطوب قرار دارد و میزان بارش سالانه در مناطق مختلف بین ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ میلی‌متر متغیر است (تماب، ۱۳۸۰).

زمین‌شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در پهنه ساختاری البرز شمالی قرار دارد (آقا نباتی، ۱۳۸۳). با مراجعه به نقشه زمین‌شناسی بندرانزلی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ (نظری، ۱۳۸۳) و بر اساس مشاهدات میدانی می‌توان ویژگی‌های زمین‌شناختی منطقه را به شرح زیر معرفی کرد:

قدیمی‌ترین سنگ‌های منطقه شیست‌های بیوتیت‌دار و آمفیبولیت‌دار است که متعلق به پرکامبرین بوده و بیشترین گسترش را در نواحی جنوبی و جنوب باختری منطقه دارند. توده‌های نفوذی با ترکیب گابرو تا دیوریت با سن پالئوزویک به‌طور موضعی در اثر فرسایش سنگ‌های جوان‌تر رخنمون دارند. سنگ‌های آواری شامل ماسه‌سنگ و لای‌سنگ معادل لالون و تناوبی از شیل و لای سنگ با میان لایه‌هایی از آهک‌های نازک سازند میلانیز در این مناطق بیرون زدگی‌های محدودی دارند. سنگ‌های آهکی ستر لایه تا نازک لایه معادل سازند مبارک و همچنین توالی پیوسته‌ای از نهشته‌های پرمین شامل ماسه‌سنگ، لای سنگ، شیل، و سنگ‌آهک ستر لایه متعلق به سازندهای درود، روته، و نسن نیز در نواحی باختری منطقه دیده می‌شوند. سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب کلسیمی - قلیایی در افق‌های مختلف پالئوزویک نیز رخنمون داشته‌اند.

نهشته‌های مزوزویک شامل ردیفی از سنگ‌های آهکی میان لایه سازند الیکا (تریاس)، نهشته‌های رسوبی با میان لایه‌های زغال‌دار سازند شمشک (ژوراسیک زیرین)، سنگ‌های آهکی سازندهای دلیچای و لار (ژوراسیک میانی و بالایی) و سنگ‌های آهکی مارنی کرتاسه زیرین می‌شوند. در منطقه همچنین سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب بازی تا میانه در نواحی مختلف دیده می‌شود که قابلیت فرسایش پذیری بالایی از خود نشان می‌دهند.

نهشته‌های سنوزویک شامل سنگ‌های گرانیتوئیدهای نئوژن و سنگ‌های آواری با سیمان‌شدگی ضعیف است که با رسوبات سخت نشده مربوط به محیط‌های قاره‌ای - دریایی کواترنری پوشیده می‌شوند. نهشته‌های کواترن پنچ رخساره سیلابی، رودخانه‌ای، آبرفتی، و ساحلی می‌شود که نهشته‌های

فرسایش پدیده‌ای طبیعی که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده، به جایی دیگر حمل می‌شوند (Davise, 1985). در صورتی که عامل انتقال دهنده جریان آب باشد به آن فرسایش آبی گفته می‌شود که یکی از متداول‌ترین نوع فرسایش به شمار می‌آید (Ojakangas, 1991). جریان آب ذرات خاک را به سه حالت بار محلول، بار معلق، و بار بستر حمل کرده و در جای دیگر ته‌نشین می‌کند (Dunbar and Rodgers, 1957). ارزیابی فرسایش پذیری در حوضه‌های آبریز مختلف موضوع مورد توجه بسیاری از محققان در سالهای اخیر بوده است (فیض‌نیا و زارع‌خوش‌اقبال، ۱۳۸۲؛ مرندی، ۱۳۸۱؛ غفوری و ارومیه‌ای، ۱۳۸۴ و Charkhabi et al., 2005).

منطقه مورد مطالعه بخش جنوبی بندرانزلی در استان گیلان را شامل می‌شود و دو پدیده فرسایش پذیری و رسوب‌گذاری در منطقه دیده می‌شوند. برای برنامه‌ریزی و گسترش فعالیت‌های عمرانی باید عوامل مؤثر در فرسایش پذیری و رسوب‌گذاری در یک منطقه ارزیابی شود (Beer, 1990). از آنجا که ناحیه بندرانزلی از جمله مناطق فعال صنعتی، تجاری و گردشگری به شمار می‌آید انجام این‌گونه مطالعات می‌تواند در روند برنامه‌ریزی و گسترش طرح‌های عمرانی اهمیت قابل توجهی داشته باشد. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

این منطقه از نظر ریخت‌شناسی دو ناحیه را در بر می‌گیرد: ناحیه کوهستانی و مرتفع در قسمت جنوب و باختر، و ناحیه دشت ساحلی در قسمت شمالی و خاور که منتهی به دریای خزر می‌شود. پست‌ترین نقطه از نظر ارتفاع بندرانزلی با ۲۶- زیر تراز دریای آزاد و بلندترین ارتفاعات در محدوده ماسوله با ۲۸۰۰ متر ارتفاع از سطح دریای آزاد. ناحیه کوهستانی و دشت ساحلی به ترتیب ۴۵٪ و ۵۵٪ مساحت سطحی منطقه را تشکیل می‌دهند.

منطقه مورد مطالعه دربرگیرنده تعداد هشت حوضه آبریز و رودخانه شاخص و اصلی است که هرکدام تعداد زیادی آبراهه‌های فرعی را نیز در بر دارند. زهکشی همگی این حوضه‌ها به سوی مرداب انزلی و سپس دریای خزر است. بر اساس گزارش وزارت نیرو (تماب، ۱۳۸۰)، مقدار ورودی آب به تالاب انزلی توسط سه رودخانه پیر بازار، پسیخان، و پیش رودبار برابر با ۲۸/۵ متر مکعب بر ثانیه از سمت خاور، از رودخانه‌های ماسوله، پلنگ‌رود، و مرغک برابر با ۱۸/۵۴ متر مکعب بر ثانیه از قسمت میانی، و از رودخانه‌های خالکابی و گازرودبار برابر با ۷/۹۷ متر مکعب بر ثانیه از قسمت باختر است. شکل ۲ موقعیت حوضه‌های آبریز اصلی و میزان گستردگی آنها را

آبراهه، و کاربری زمین، به عنوان عوامل اصلی فرسایش برای منطقه معرفی شدند. با در نظر گرفتن میزان فرسایش پذیری، عوامل یاد شده به پنج رده تقسیم بندی شده و امتیازبندی آنها مطابق جدول ۲ تعیین شد.

با استفاده از روابط ۱ تا ۵ می توان ارزش عددی هر واحد شبکه را به دست آورد.

• رابطه ارزش عددی سنگ شناسی:

$$R_1 = (A_1 \cdot X_1) + (A_2 \cdot X_2) + (A_3 \cdot X_3) + \dots \quad (1)$$

که: R_1 ارزش واحد سنگ شناسی شبکه، A مساحت واحد سنگ شناسی در واحد شبکه، و X وزن واحد سنگ شناسی است.

• رابطه ارزش عددی میانگین شیب:

$$R_s = S_{ave} \cdot X \quad (2)$$

که: R_s ارزش واحد شیب میانگین شبکه، S_{ave} شیب میانگین در واحد شبکه و X وزن میانگین شیب

• رابطه ارزش عددی آبراهه:

$$R_d = (L_{d1} X_1) + (L_{d2} X_2) + (L_{d3} X_3) + \dots \quad (3)$$

که: R_d ارزش واحد آبراهه شبکه، L طول آبراهه در واحد شبکه، و X وزن نوع آبراهه است.

• رابطه ارزش عددی گسل:

$$R_f = (L_{f1} X_1) + (L_{f2} X_2) + (L_{f3} X_3) + \dots \quad (4)$$

که: R_f ارزش نوع گسل شبکه، L طول گسل در واحد شبکه، و X وزن نوع گسل است.

• رابطه ارزش عددی کاربری زمین:

$$R_{lu} = (A_{lu1} X_1) + (A_{lu2} X_2) + (A_{lu3} X_3) + \dots \quad (5)$$

که: R_{lu} ارزش نوع کاربری زمین شبکه، A مساحت نوع کاربری زمین در واحد شبکه، و X وزن نوع کاربری زمین است.

سپس با استفاده از رابطه ۶ جمع وزن های محاسبه شده برای هر واحد شبکه برای تمام عوامل مؤثر محاسبه می شوند:

$$R_T = R_1 + R_f + R_d + R_s + R_{lu} \quad (6)$$

لازم به یادآوری است که هر چه عدد R_T بزرگ تر باشد، توان فرسایش پذیری

آنها دشت ساحلی به ترتیب از ارتفاع زیر ۸۰ متر به بعد را تشکیل می دهند. در حدود ۵۶ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه توسط نهشته های سنوزویک پوشیده شده است.

مشاهدات میدانی

به منظور شناسایی ویژگی های زمین شناختی مهندسی سنگ ها و ارزیابی توان فرسایش پذیری آنها، ۲۲ ایستگاه نمونه برداری و اندازه گیری در منطقه انتخاب شدند. خصوصیات برخی از ایستگاه ها در جدول ۱ خلاصه شده است. در هر کدام از ایستگاه های یاد شده، علاوه بر اندازه گیری سیستم درزه و ویژگی های آنها از نظر تعداد، جهت یابی، بازشدگی و، استقامت توده سنگ با استفاده از چکش اشویت نیز ارزیابی شد. مقاومت تراکمی محاسبه شده برای ماسه سنگ ها، سنگ های آهکی و سنگ های آذرین بیشترین و در محدوده ۵۰ مگاپاسکال بوده، در مقابل مقاومت اندازه گیری شده برای شیل ها، شیست ها و کنگلومرا کمترین و در حدود ۲۰ مگاپاسکال است. لازم به یادآوری است که عملکرد فشارهای زمین ساختی در خردشدگی توده سنگ و دیگر عوامل محلی در بالا بردن توان هوازدگی و فرسایش پذیری مؤثر بوده و در نتیجه کاهش مقاومت سنگ را به همراه داشته است. تصاویری از موقعیت برداشت نمونه و اندازه گیری ها در شکل ۴ ارائه شده است.

تقسیم بندی شاخص های پهنه بندی

پهنه بندی یعنی تقسیم بندی سطح زمین به پهنه هایی با ویژگی های یکسان از نظر فرسایش پذیری. عوامل متعددی در فرسایش پذیری می توانند تأثیرگذار باشند، برای مثال در روش PSIAC (Hadley et al., 1985)، ۹ عامل (شرایط زمین شناسی، نوع خاک، شرایط اقلیمی، جریان آب، توپوگرافی، پوشش سطحی، کاربری زمین، فرسایش سطحی، و فرسایش عمقی) بررسی می شود. در روش FSM (de Vente and Poesen 2005) پنج عامل (توپوگرافی، پوشش گیاهی، مسیر جریان، سنگ شناسی، و شکل حوضه آبریز) به عنوان عوامل ارزیابی مورد نظر بوده است.

در این مقاله، برای تهیه نقشه پهنه بندی خطر فرسایش پذیری از روش شبکه بندی و وزن دهی پیشنهاد شده توسط Dearman (1987) استفاده شد. بر این اساس منطقه مورد مطالعه به شبکه های ۵۰۰×۵۰۰ متر (معادل ۱۰×۱۰ میلی متر در نقشه مبنای ۱/۵۰۰۰۰) تقسیم بندی شد. با توجه به مشاهدات میدانی پنج عامل سنگ شناسی، نوع گسل، شیب دامنه، شبکه

هر شبکه بیشتر است.

نقشه‌های نمایش داده شده در شکل‌های ۵ تا ۹ لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در این تحقیق است. در هر کدام از این شکل‌ها درصد فراوانی واحدهای رده‌بندی و میزان فراوانی آنها نیز ارائه شده است.

پهنه‌بندی خطر فرسایش پذیری

همان‌طور که پیش‌تر عنوان شد، نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش پذیری منطقه با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS و با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و محاسبه و جمع امتیازات عوامل مؤثر در فرسایش پذیری تهیه شد. نقشه پهنه بندی در شکل ۱۰ ارائه شده است. باتوجه به نقشه مذکور می‌توان موارد زیر را ذکر کرد:

- در حدود ۶۰٪ مساحت منطقه توان فرسایش پذیری زیاد و خیلی زیاد دارند. این مناطق محدود به دشت‌های کم ارتفاع و ساحلی می‌شود که در برگیرنده نهشته‌های سیلابی کواترنر و تراکم شبکه آبراهه‌ها فراوان است.
- فرسایش پذیری مناطق کوهستانی به خاطر نوع سنگ‌شناسی و پوشش گیاهی کمتر است ولی تمرکز نوع آبراهه‌ها و رودخانه‌های اصلی نقش مؤثری در کنترل میزان فرسایش دارد. بنابراین در مسیر رودخانه‌های ماسوله، قلعه رودخان، گشت رودخان و چوبر فرسایش پذیری بیشتر در مقابل در مسیر رودخانه‌های ماسال و شاندرمن کمتر است.
- هرچند با افزایش شیب دامنه و تراز ارتفاعی سطح زمین، خطر فرسایش پذیری بیشتر می‌شود، اما تراکم پوشش جنگلی تا تراز کمتر از ۲۰۰۰ متر عامل اصلی کاهش فرسایش در این مناطق بوده است.
- عملکرد گسل و نوع آن در نقشه پهنه‌بندی به طور مستقیم دیده نمی‌شود ولی این تأثیر به طور غیر مستقیم در ایجاد گسیختگی در توده سنگ و در نتیجه بالا بردن قابلیت هوازدهی آن قابل توجه است. همچنین روندهای گسلی در شکل‌گیری شبکه آبراهه‌ها نقش مستقیم دارد.

ویژگی رسوبات مرداب انزلی

زهکشی اصلی رودخانه و حوضه‌های آبریز اصلی منطقه مرداب انزلی بوده که در نهایت از طریق کانال انزلی به دریای خزر می‌رسد. بر اساس گزارش وزارت نیرو (تماب، ۱۳۸۰)، مقدار ورودی آب به تالاب انزلی توسط سه رودخانه پیر بازار، پسیخان، و پیش رودبار برابر با ۳۸/۵ متر مکعب بر ثانیه از سمت خاور، از رودخانه‌های ماسوله، پلنگ رود، و مرغک برابر با ۱۸/۵۴ متر مکعب بر ثانیه از قسمت میانی، و از رودخانه‌های خالکایی و گازرودبار بر ابر با ۷/۹۷ متر مکعب بر ثانیه از قسمت باختر است. بنابراین ورودی‌های بخش‌های خاوری و میانی بیشترین تأثیر را روی ویژگی‌های رسوبات مرداب

خواهند داشت. مقایسه درصد فراوانی اکسیدهای برخی عناصر در نمودار شکل ۱۱ نشان داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که سیلیس بیشترین میزان فراوانی در مقایسه با دیگر اکسید عناصر دارد. از آنجا که سنگ‌های منطقه عمدتاً ترکیب سیلیکاتی دارند (سنگ‌های آذرین، دگرگونی و سنگ‌های آواری) بنابراین رابطه مستقیمی بین سنگ منشأ و رسوبات در منطقه برقرار است. دلیل دیگر می‌تواند در ارتباط با پایداری بیشتر کانی‌های با منشأ سیلیسی در مقابل عوامل هوازدهی باشد. اکسیدهای آلومینیوم و آهن در مرحله بعدی فراوانی قرار دارند که عمدتاً می‌تواند متأثر از فراوانی سنگ‌های آذرین بازی، اسلیت‌ها و شیل‌ها باشد. فراوانی اکسید آهنک نیز سرچشمه گرفته از سنگ‌های آهنکی منطقه است. در صورت تطابق نقشه زمین‌شناسی با موقعیت رودخانه‌ها، می‌توان اظهار داشت که فراوانی بیشتر اکسید آهنک در نهشته‌های رودخانه‌های پسیخان، مرغک و خالکایی در ارتباط با گسترش سنگ‌های کربناتی در مسیر حرکت آنها باشد.

نهشته‌های بستر مرداب انزلی از نظر اندازه بر اساس رده‌بندی فولک در سه گروه اصلی سیلت، گل، و گل ماسه‌ای قرار می‌گیرند. در قسمت‌های جنوبی مرداب جایی که سامانه رودخانه‌ای فعال‌تر است، تمرکز گل ماسه‌ای بیشتر در مقابل در قسمت‌های شمالی تمرکز نهشته‌های گلی بیشتر است (کریم‌خانی، ۱۳۸۶). نتایج ارزیابی ویژگی‌های زمین‌شیمیایی نهشته‌های بستر مرداب با مقایسه میزان فراوانی اکسید برخی عناصر در نمودار شکل ۱۲ ارائه شده است. مانند مورد قبل، میزان فراوانی سیلیس در مقایسه با اکسید دیگر عناصر بیشتر است. میزان فراوانی اکسید آهنک و اکسید آلومینیوم در نهشته‌های گلی به طور نسبی از نهشته‌های سیلتی بیشتر است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، توان فرسایش‌پذیری سطح زمین در حوضه‌های آبریز محدوده مرداب انزلی بررسی و نقشه پهنه‌بندی برای این منظور تهیه شد. همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات مرداب انزلی و رابطه آنها با سنگ‌های منشأ بررسی شد. نتایج مطالعات را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- دو عامل سنگ‌شناسی و کاربری زمین (پوشش گیاهی) بیشترین تأثیر را در کنترل فرسایش پذیری سطح زمین در منطقه دارند. گسترش پوشش گیاهی در بلندی‌های منطقه به طور قابل توجهی اثر منفی شیب دامنه‌ها در فرسایش پذیری را خنثی می‌کند.
- در حدود ۶۰٪ مساحت منطقه توان فرسایش پذیری زیاد و خیلی زیاد دارد.

خاوری توسط رودخانه‌های پیر بازار، پسیخان، پیش رودبار و ماسوله وارد مرداب انزلی می‌شوند. در مقابل، بار رسوبی وارده در قسمت میانی و باختری به ترتیب کمتر است. بار رسوبی وارده به طور مستقیم تابع مساحت حوضه آبریز زهکش‌های اصلی منطقه است.

• ساحل حاشیه جنوبی مرداب انزلی دربرگیرنده نهشته‌های ماسه ریزدانه و سیلت بوده که نشان دهنده تغذیه شدن آن توسط رودخانه‌ها می‌باشد و حاشیه شمالی آن بیشتر از رسوبات گلی (سیلت و رس) تشکیل شده که نشان دهنده رسوب گذاری در یک محیط آرام بوده است.

• میزان فراوانی سیلیس در نهشته‌های رودخانه‌ای و بستر مرداب انزلی بیشترین است و در درجه بعدی فراوانی اکسیدهای آلومینیوم، آهن و کلسیم بیشتر در مقایسه با دیگر عناصر است.

تشکر و قدردانی

از سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برای تأمین برخی هزینه‌های این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

این مناطق محدود به دشت‌های کم ارتفاع و ساحلی می‌شود که در برگیرنده نهشته‌های سیلابی کوتاه‌تر و تراکم شبکه آبراه‌ها فراوان است.

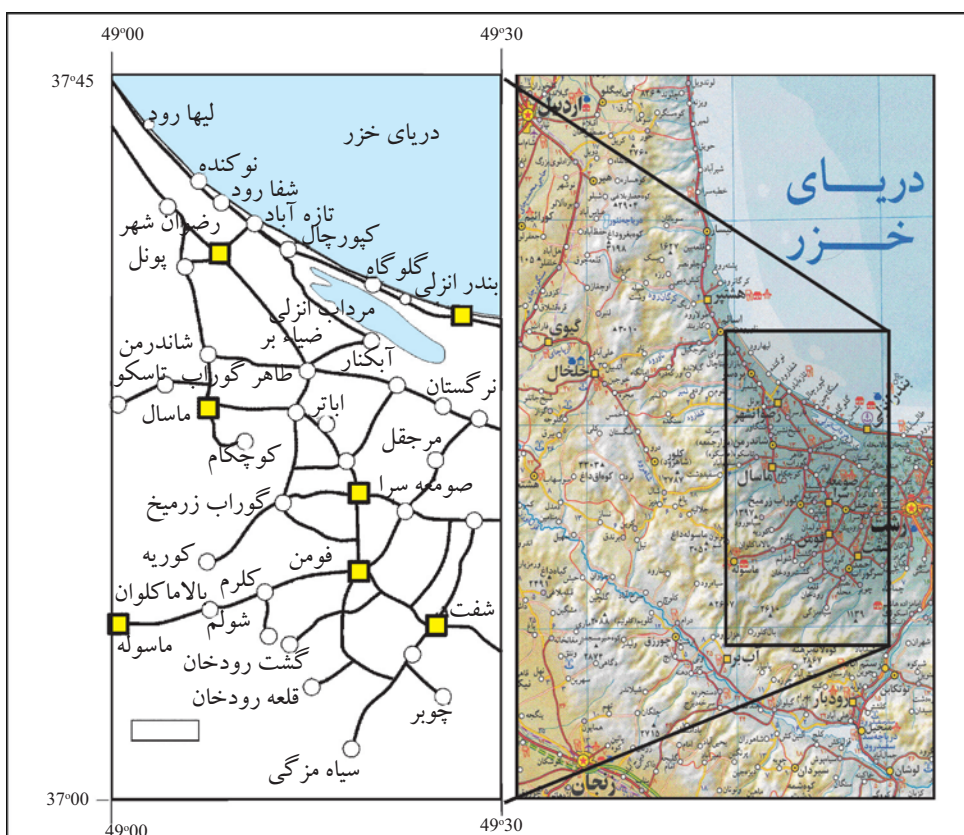
• نوع شبکه آبراهه و پراکندگی آن در نواحی کوهستانی در کنترل میزان فرسایش در مقایسه با دیگر عوامل نقش مؤثرتری دارد. جریان رودخانه‌های درجه ۱ در مناطقی مانند ماسوله، قلعه رودخان، گشت رودخان و چوبر فرسایش پذیری بیشتر در مقایسه با مناطق ماسال و شاندرمن دارد.

• هرچند با افزایش شیب دامنه و تراز ارتفاعی سطح زمین خطر فرسایش پذیری بیشتر می‌شود ولی تراکم پوشش جنگلی تا تراز کمتر از ۲۰۰۰ متر عامل اصلی کاهش فرسایش بوده است.

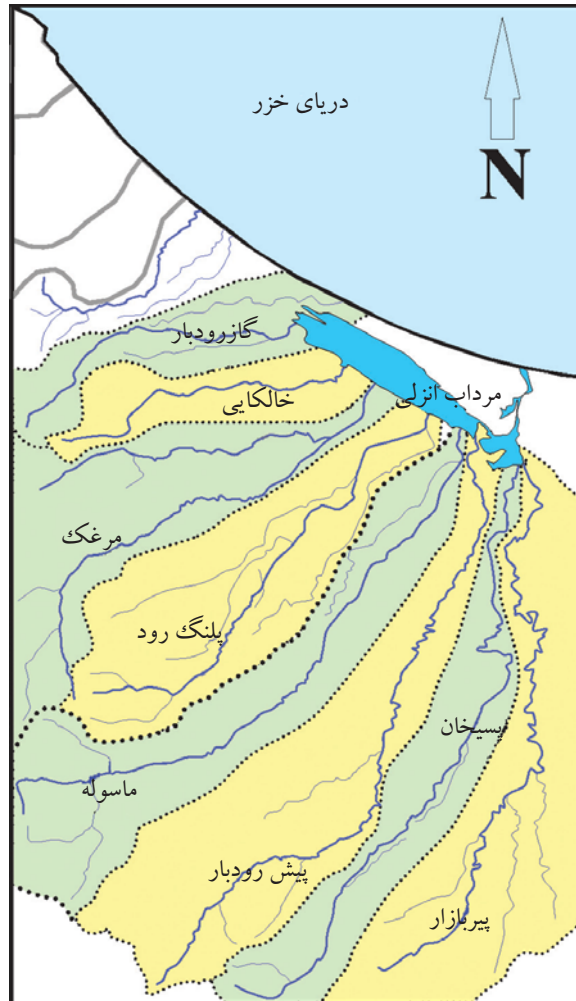
• عملکرد گسل و نوع آن در نقشه پهنه‌بندی به طور مستقیم دیده نمی‌شود ولی این تأثیر به طور غیر مستقیم در ایجاد گسیختگی در توده سنگ و در نتیجه بالا بردن قابلیت هوازدگی آن قابل توجه است. همچنین روندهای گسلی در شکل‌گیری شبکه آبراه‌ها نقش مستقیم دارد.

• خط ساحلی به خاطر نوسانات سطح دریا و رسوبگذاری دریایی در حاشیه آن شرایط پایدارتری از نظر فرسایش پذیری نشان می‌دهد.

• بیشترین بار رسوبی باتوجه به حساسیت فرسایش پذیری بالا از قسمت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی منطقه مورد مطالعه (به نقل از گیتاشناسی، ۱۳۸۰)



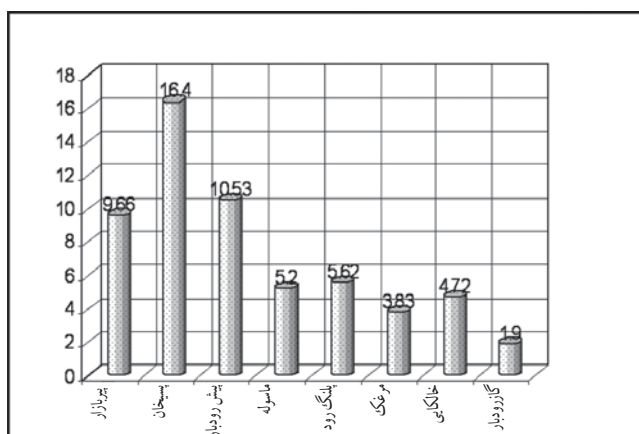
شکل ۲- حوضه‌های آبریز اصلی منطقه

جدول ۱- مشخصات برخی از ایستگاه‌های اندازه‌گیری در منطقه

شماره ایستگاه	ایستگاه شماره ۱	ایستگاه شماره ۲	ایستگاه شماره ۳	ایستگاه شماره ۷	ایستگاه شماره ۱۱
نام ایستگاه	کمدول	سیخ بن	زودل	قلعه رودخان	شالما
مختصات جغرافیایی	49° 11' 08" E 37° 39' 10" N	49° 03' 05" E 37° 08' 10" N	49° 37' 01" E 37° 49' 09" N	49° 45' 14" E 37° 10' 04" N	49° 19' 02" E 37° 45' 18" N
ارتفاع از سطح دریا	۲۸۰ متر	۲۸۰ متر	۳۸۰ متر	۴۰۰ متر	۳۵۷ متر
سنگ شناسی	سنگ آهک و سنگ آهک ماسه ای	ماسه سنگ، شیل، لای سنگ، کنگلومرا	دایک‌های نفوذی گابرو و دیوریت	ماسه سنگ و کنگلومرا	سنگ آهک نازک لایه بیومیکرایت
نام سازند	لار	شمشک	شمشک	درود	نسن
سن زمین شناسی	ژوراسیک پسین	ژوراسیک پیشین	ژوراسیک پیشین	پرمین میانی	پرمین پسین
مقاومت تراکمی	۲۴-۵۶ MPa	۲۰-۵۲ MPa	۱۶-۲۴ MPa	۲۰-۴۰ MPa	۲۰-۴۴ MPa

جدول ۲- رده‌بندی و میزان فرسایش پذیری عوامل اصلی پهنه‌بندی

کلاس		I	II	III	IV	V
میزان فرسایش پذیری		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۱	سنگ‌شناسی	کاملاً سست	سست	نیمه مقاوم	مقاوم	کاملاً مقاوم
	وزن واحدها	۳/۰	۲/۲۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۲۵
۲	نوع گسل	رانده	امتداد لغز	معکوس	نرمال	بدون گسل
	وزن واحدها	۲	۱/۵	۱/۰	۰/۵	۰/۲۵
۳	مشخصات	بیش از ۶۰٪	۴۰٪-۶۰٪	۲۵٪-۴۰٪	۱۰٪-۲۵٪	کمتر از ۱۰٪
	وزن واحدها	۲	۱/۵	۱/۰	۰/۵	۰/۲۵
۴	مشخصات	آبراهه درجه ۵	آبراهه درجه ۴	آبراهه درجه ۳	آبراهه درجه ۲	آبراهه درجه ۱
	وزن واحدها	۲	۱/۵	۱/۰	۰/۵	۰/۲۵
۵	مشخصات	بایر	دیم	باغ	مرتع	جنگل
	وزن واحدها	۳/۰	۲/۲۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۲۵

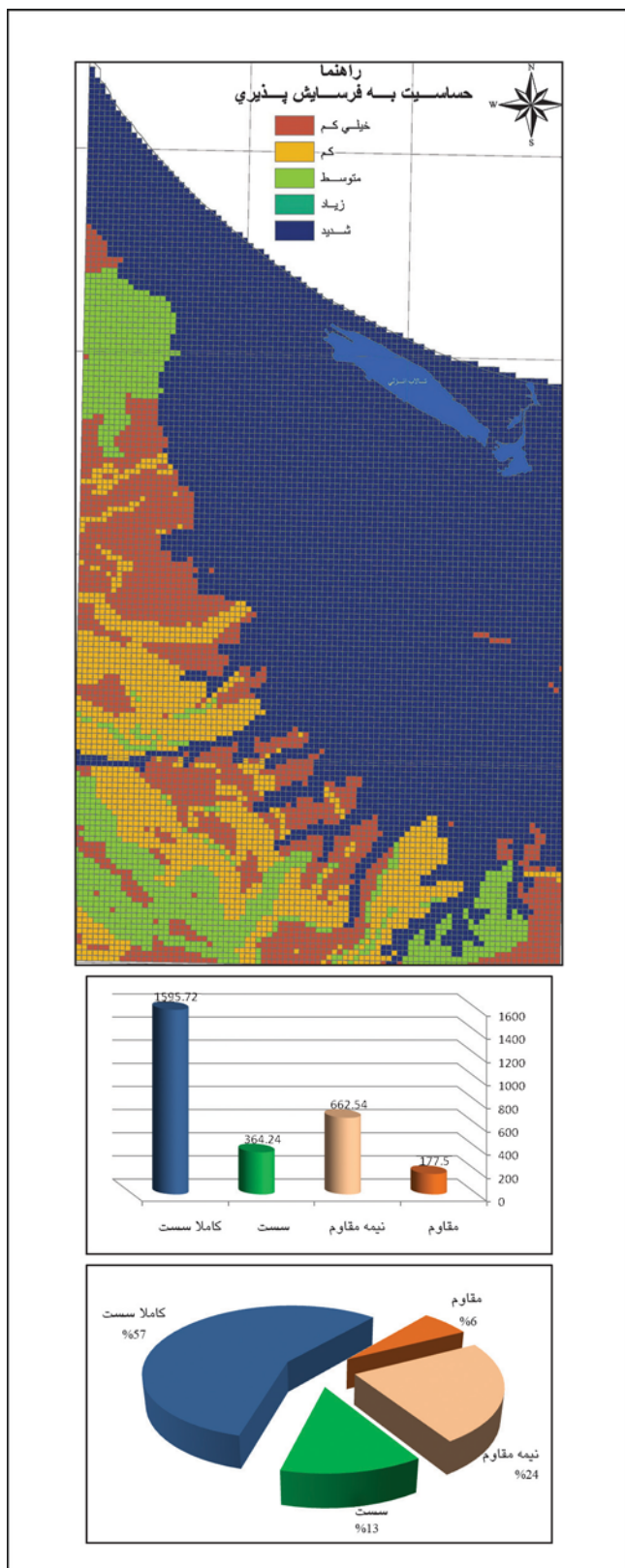


شکل ۳- میزان آبدهی حوضه آبریز (متر مکعب در سال)

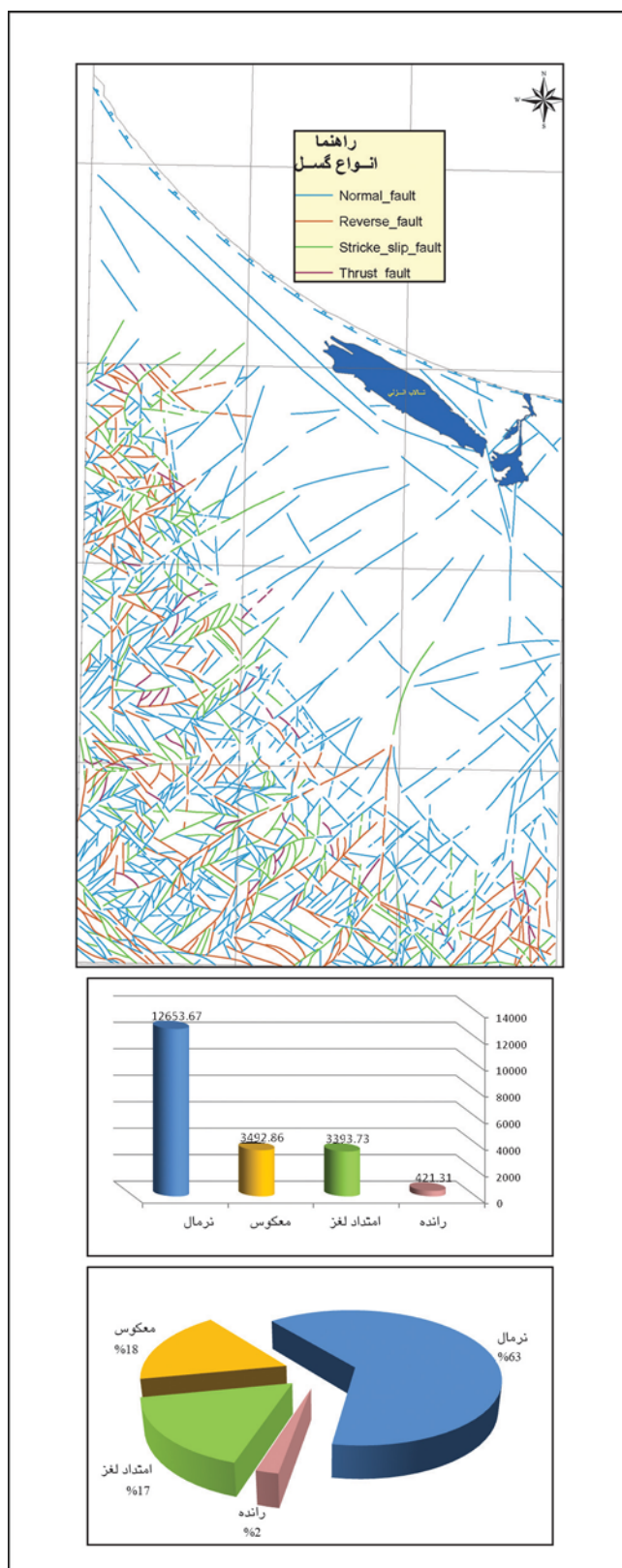


شکل ۴- نمونه‌هایی از ایستگاه‌های اندازه‌گیری در منطقه مورد مطالعه

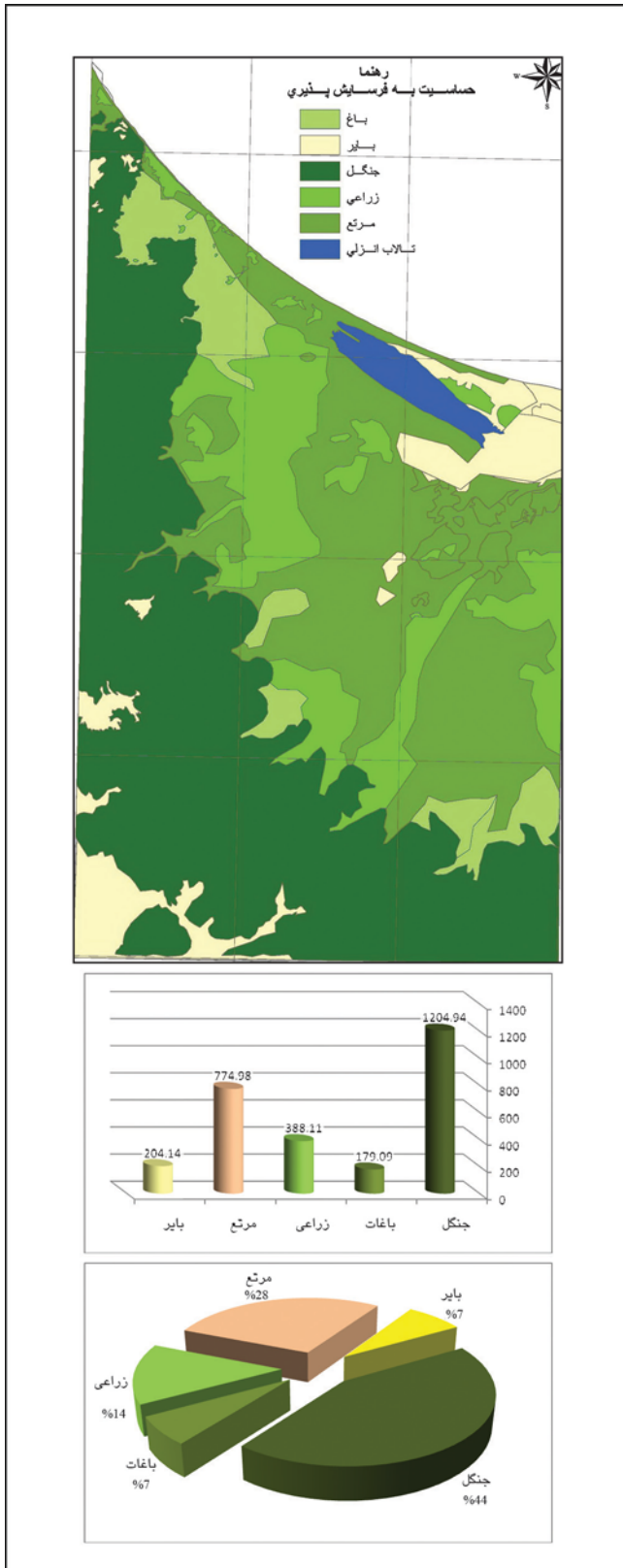
الف) ایستگاه سیخ‌بن، تناوب شیل و ماسه سنگ، سازند شمشک (ب) ایستگاه کمادول، سنگ آهک ماسه‌ای تکتونیزه شده، معادل سازند لار
ج) ایستگاه قلعه رودخان، تناوب ماسه سنگ و کنگلومرا در سازند درود (د) ایستگاه زودل، رخنمون توده‌های نفوذی گابرو و هوازدگی شدید آنها
ه) اندازه‌گیری مقاومت سنگ با استفاده از چکش اشمیت برای ارزیابی توان فرسایش پذیری
و) ایستگاه شالما، سنگ آهک نازک لایه بایومیکرایت سازند نسن



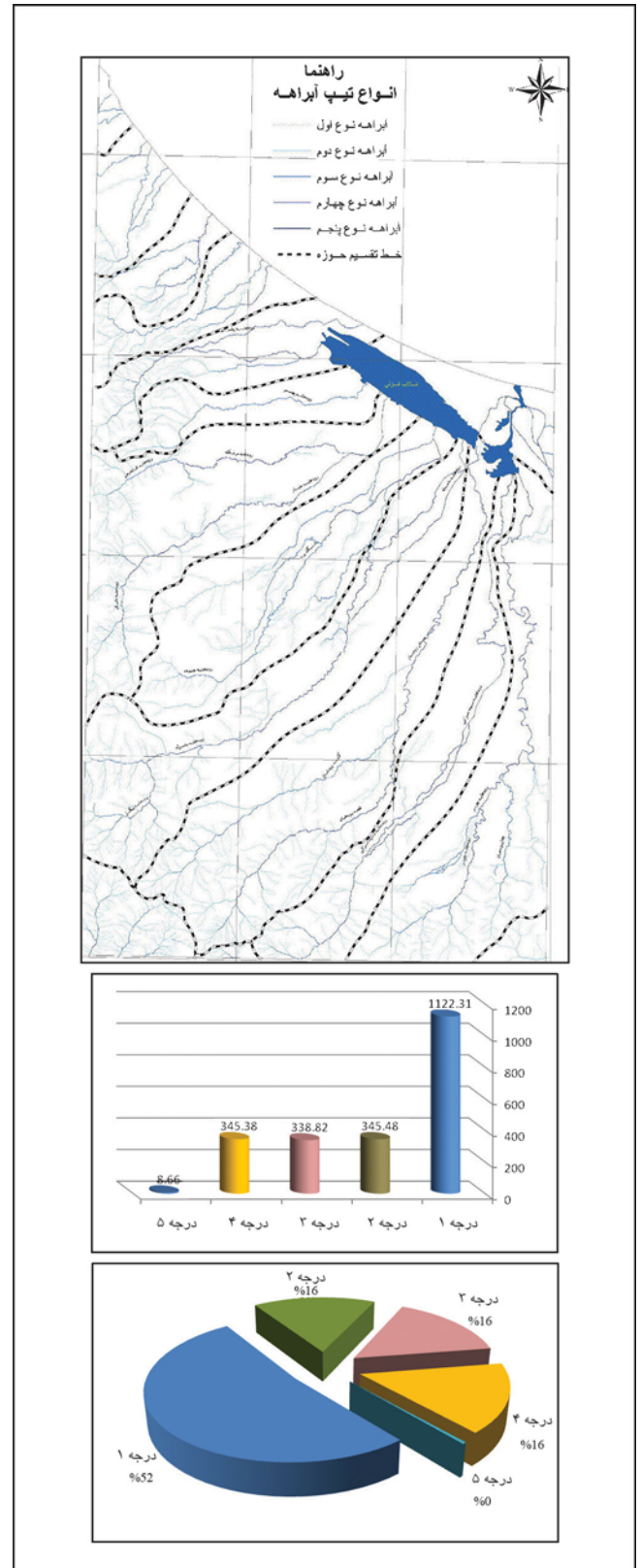
شکل ۶- نقشه گسترش واحدهای سنگی از نظر استقامت



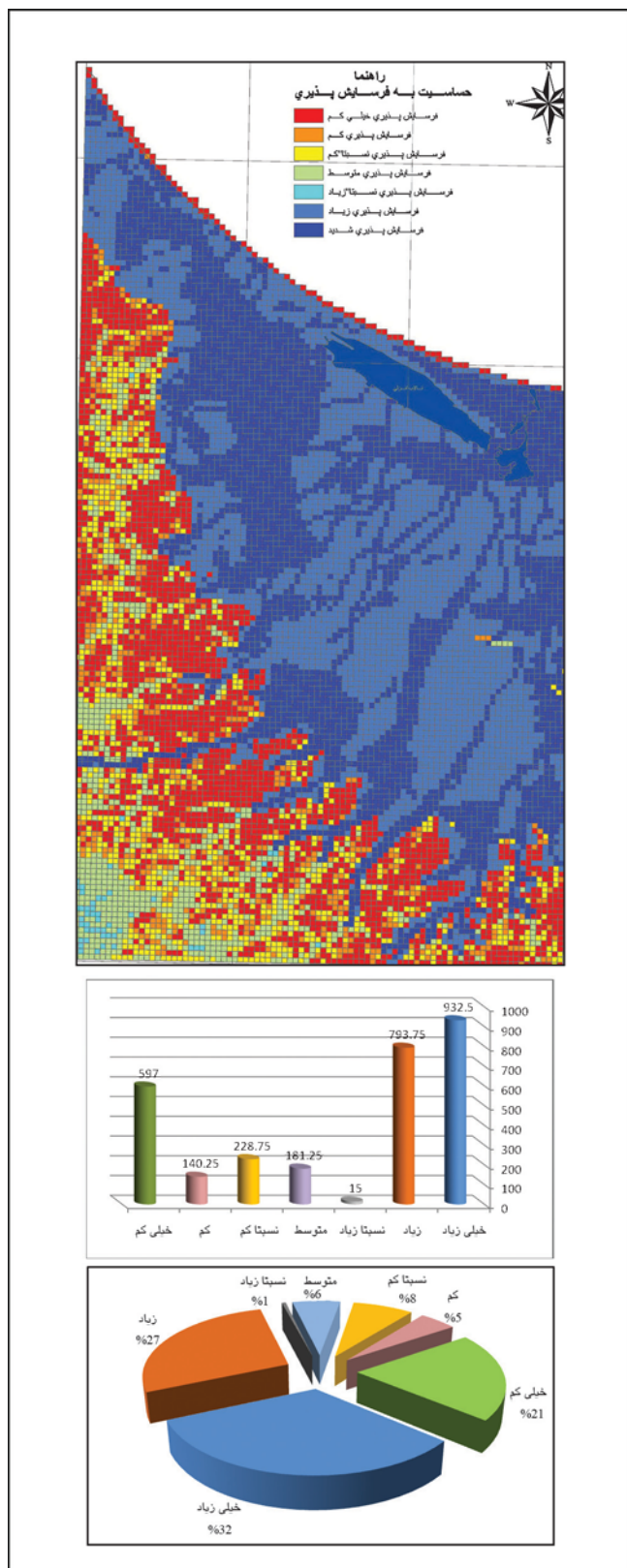
شکل ۵- نقشه فراوانی و پراکندگی گسل های منطقه



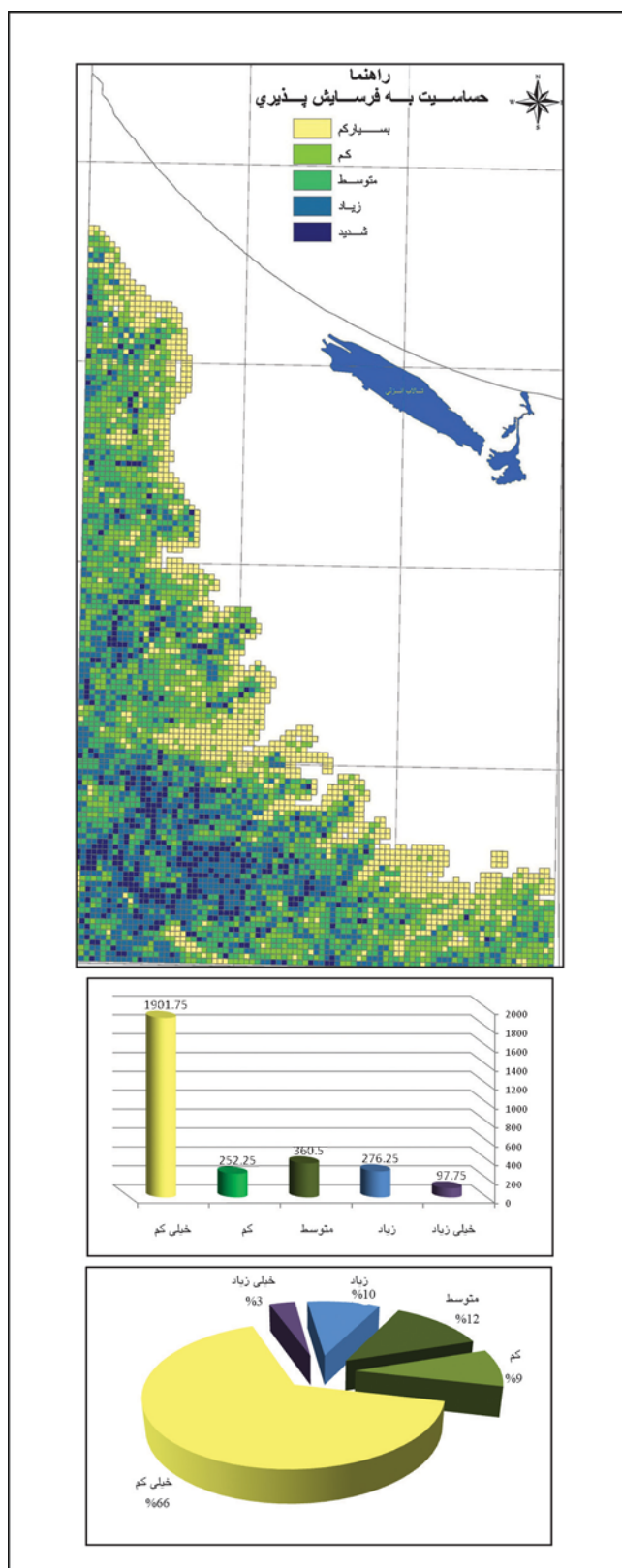
شکل ۸- نقشه گسترش و تنوع پوشش گیاهی



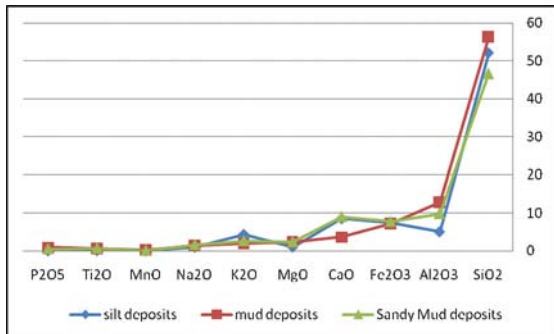
شکل ۷- نقشه آبراهه‌ها و حوضه‌های آبریز منطقه



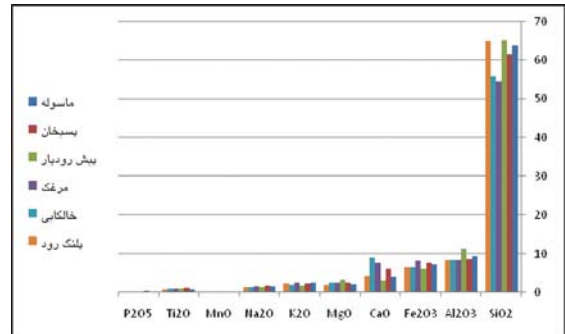
شکل ۱۰- نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش پذیری



شکل ۹- نقشه توپوگرافی و شیب منطقه



شکل ۱۲- مقایسه میزان فراوانی اکسیدهای عناصر مختلف در مسیر رودخانه‌های اصلی منطقه



شکل ۱۱- مقایسه میزان فراوانی اکسیدهای عناصر مختلف در مسیر رودخانه‌های اصلی منطقه

کتابنگاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ بندرانزلی فومن طاهر گوراب شولم رضوان شهر سنگاچین غفوری، ش. و ارومیه‌ای، ع.، ۱۳۸۴- رابطه فرسایش پذیری در حوضه آبریز رودخانه کرج و وضعیت رسوب شناسی محیط رسوبی آن، در مجموعه مقالات چهارمین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، صفحه ۱۲۳۱-۱۲۴۱، تهران.
- فیض نیا، س.، و زارع خوش اقبال، م.، ۱۳۸۲- بررسی حساسیت سازندهای زمین شناسی نسبت به فرسایش و تولید رسوب در حوزه آبخیز لتیان، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۵۶، صفحه ۳۶۵-۳۷۹.
- کریم خانی، الف.، ۱۳۸۵- گزارش رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی ورقه بندرانزلی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- کریم خانی، الف.، ۱۳۸۶- گزارش رسوب شناسی و ژئوشیمیایی رسوبی ورقه دریایی بندرانزلی ۱/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مجری طرح ناصر سعدالدین، ۱۱۳ صفحه.
- گیتاشناسی، ۱۳۸۰- اطلس راههای ایران
- مرندی، م.، ۱۳۸۱- بررسی خصوصیات زمین شناسی حوزه آبخیز سد لتیان و ارتباط آن با رسوب زایی مخزن سد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، استاد راهنما، علی ارومیه ای، ۱۲۰ صفحه.
- نظری، ح.، ۱۳۸۳- نقشه زمین شناسی بندرانزلی، مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- وزارت نیرو، تماب، ۱۳۸۰- گزارش تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز سفیدرود و شرق و غرب گیلان، جلد اول، آمار و اطلاعات و بررسی مقدماتی آن، ۲۴۰ صفحه.

References

- Beer, A.R., 1990-Environmental planning for site development, E&FN Spon, Chapman and Hall, London, 320 pages.
- Charkhabi, A.H., Sakizadeh, M. & Rafiee, G., 2005- Seasonal fluctuation in heavy metal pollution in Iran's Siahroud River, Environmental science and Pollution Research, vol. 12, issue 5, Springer, pp. 264-270.
- Davise, R.A., 1985- Coastal sedimentary environments, Spinger-Verlag, New York.420 pages.
- Dearman, W.R., 1987- land evolution and site assessment; mapping for planning proposed, in planning engineering geology, edited by culfhaw, et all, geological society, engineering geology special publication, No.4, pp195-201, Lodon de Vente, J. & Poesen, J., 2005- Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: scale issues and semi-quantitative models, Earth Science Reviews, Elsevier, vol.; 71, pp.95-125.
- Dunbar, C. & Rodgers, J., 1957-Principles of stratigraphy, Wiley, New York, 356 pages.
- Hadley, R.F., Lal, R., Onstand, C.A., Walling, D.E., Yair, A., 1985- Recent development in erosion and sediment yield studies, International Hydrological Programme, UNESCO, Paris.
- Ojakangas, R.W., 1991- shaping the landscape: running water, in Introductory geology, McGraw Hill, Singapore, 295 pages.