

# مجموعه جزیره سدی در جنوب خاور دریای خزر (شمال بهشهر)

شهره عرفان<sup>۱</sup> و میرعلیرضا حامدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دکترا، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۰۴

## چکیده

آنچه را شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان در جنوب خاور دریای خزر می‌نامند، در حقیقت یک مجموعه جزیره سدی شامل سه محیط: (۱) ساحل دریای باز، (۲) جزیره سدی میانکاله و (۳) لاگون گرگان است. زیر محیط‌های اصلی این مجموعه را پشته‌های ماسه ساحلی، مانداب پست شور، مانداب آب شیرین، ماسه‌بادی‌های فعال، نیمه‌فعال و تثبیت شده و زمین‌های پوف کرده تشکیل می‌دهند. آثار تغییر سطح دریای خزر و ساخت‌های رسوبی این مجموعه را انواع موج‌سان‌های آبی و بادی، ساخت‌های گوناگون جویباری، آثار هجوم آب به ساحل و برگشت شسته شویی، جریان‌های موازی و برگشتی ساحل، ترک‌های گلی و بارهای ماسه‌ای موازی و عمود بر ساحل، ردپای جانوری فراوان در ماسه‌بادی‌ها و خلیج‌های کوچک تشکیل می‌دهند. در شکل‌گیری و رشد جزیره سدی میانکاله تلفیقی از عوامل بسیاری چون حضور فراوان ماسه، توفان‌های شدید، جریان‌های موازی ساحل در محیط آبی ریزکندگی با سلطه امواج و شیب ملایم ساحل نقش تعیین‌کننده داشته‌اند. کانال خوزینی که امکان ارتباط لاگون گرگان با دریای خزر را فراهم می‌کرده حاصل تلاش ناموفق انسانی، به علت بسته شدن دهانه سمت دریا به وسیله جریان‌های موازی ساحل بوده است. مطالعات تجزیه شیمیایی و نمونه‌های حفاری منطقه زاغمرز بیانگر محیط دریایی کم‌ژرفا در گذشته است که به وسیله رسوبات غیر دریایی جایگزین شده است. دخالت‌های انسانی در ساحل این منطقه سبب دگرگونی شدید ریخت‌شناختی و تبدیل این ساحل ته‌نشینی به ساحل فرسایشی شده است که حاصل آن، عقب‌نشینی تقریبی ۴۰ متری ساحل و آشکار شدن کشتی چوبی قدیمی پنهان شده در زیر پشته‌های ماسه ساحلی با ارتفاع بیش از ۶ متر است.

**کلیدواژه‌ها:** مجموعه جزیره سدی، کانال خوزینی، شاخه کشتندی، مانداب شور پشت جزیره سدی.

E-mail: Shohreh\_erfan@yahoo.com

\*نویسنده مسئول: شهره عرفان

## ۱- پیش‌نوشتار

منطقه مورد مطالعه در ۵۰ کیلومتری شمال شهرستان بهشهر، ۱۵ کیلومتری شمال باختری زاغمرز و خاور بندر تازه تأسیس امیرآباد در استان مازندران قرار دارد. محدوده مورد مطالعه شامل ساحل دریای خزر تا کانال خوزینی، جزیره سدی میانکاله در منطقه حفاظت شده سازمان محیط زیست و ساحل شهرهای نکا- بهشهر است (شکل ۱).

واژه‌های شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان از گذشته بسیار دور، تا مطالعات دهه اخیر از جمله قانقرمه و نژادقلی (۱۳۸۰)، علیزاده کتک لاهیجانی و حائری اردکانی (۱۳۷۹)، خوشروان (۱۳۷۵)، وحدتی دانشمند و سعیدی، (۱۳۶۹) و قاسمی و مصوری (۱۳۸۱) برای زبانه ماسه‌ای طویل و آب‌های بسیار آرام و کم‌ژرفای پشت آن به کار رفته است.

مطالعه نمونه‌های حفاری شده در منطقه زاغمرز، به روشنی نشان می‌دهند این رسوبات اگر چه متراکم هستند، ولی فرایند سنگ‌شدگی را تحمل نکرده‌اند. بنابراین استفاده از واژه‌های زبانه ماسه‌ای (جزیره سدی) میانکاله و لاگون گرگان پیشنهاد می‌شود.

از نگاه زمین‌شناختی و ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناختی خلیج گرگان و شبه جزیره میانکاله کاملاً با واحدهای کلاسیک جغرافیای طبیعی مجموعه‌های جزیره سدی توصیف شده توسط زمین‌شناسان بسیاری چون Schwartz (1971)، Selley (1988)، Boyd et al. (1992) و Nichols (1999) همخوانی دارد. این مجموعه‌ها دارای سه محیط رسوبی متمایز زیر هستند که به غیر از مجموعه جزیره سدی و یا جزیره سدی گاهی واژه‌های دیگری برای محیط سدی استفاده می‌شود:

(۱) ساحل دریای باز (Open sea)

(۲) جزیره سدی (Barrier island)

(۳) لاگون، خلیج دهانه‌ای یا پهنه کشتندی (Lagoon, estuary or tidal flat)

زمین‌ریخت‌شناسان توده‌های ماسه ساحلی امروزی را به دقت به صورت جزایر

سدی، بارهای دور از ساحل (Off-shore bars)، زبانه‌ها (Spits) و سدهای دریایی (Tumbles) تعریف کرده‌اند.

## ۲- کلیات

این جزیره سدی اگر چه در بزرگ‌ترین دریاچه جهان شکل گرفته است ولی از دید ریخت‌شناختی، محیط‌ها و زیر محیط‌های رسوبی، حتی رخساره‌ها و اندازه رسوبات کاملاً همانند سامانه‌های جزایر سدی دریاهای باز معرفی شده است و از سه محیط اصلی دریای ژرف با سلطه امواج و ریزجزرومدها، زبانه ماسه‌ای طویل و آب‌های دربر گرفته شده آرام و کم‌ژرفا تشکیل شده است (شکل ۲).

زیر محیط‌های این مجموعه بیشتر در سواحل شمالی و جنوبی لاگون گرگان شکل گرفته‌اند. شناخت زایش و گسترش اولیه جزیره سدی میانکاله به علت عوامل بسیاری، پیچیده است. به هر حال در شکل‌گیری و رشد این مجموعه سدی توده ماسه‌های ساحلی از عوامل تعیین‌کننده هستند که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم توسط رودخانه‌های سواحل بهشهر- بندر گز، (از جمله رودخانه پیرکوند و دست کم ۷ رودخانه بدون نام) که به جنوب لاگون گرگان وارد می‌شوند و رودخانه‌های اصلی جنوب خاور دریای خزر مانند هراز، سیاه‌رود، بابل، تجن، نکا تغذیه شده‌اند. این رودخانه‌ها همانند بیشتر رودخانه‌های بزرگ خزر جنوبی، چهره‌های متداول نوع رودخانه‌های مئاندری (تسکارود باشند کمتر) را نشان می‌دهند.

ورودی فعلی رودخانه نکا تا سواحل باختری لاگون گرگان توسط انشعابات (Distributaries) بسیار این رودخانه به نام‌های تسکارود و تجن‌لته تغذیه می‌شود که عامل گسترش پوشش گیاهی در بخش باختری منطقه مورد مطالعه (ساحل باختری لاگون گرگان و نیمه آغازین زبانه سدی میانکاله) است (شکل ۲).

در شمال تسکارود و روستای زاغمرز، در محل پشت ماسه‌بادی‌های ساحلی (Beach sand ridges)، شماری فرورفتگی (Swales) کوچک و به دنبال هم، با روند

جریان‌های خزر را به دو دسته منظم و نامنظم تقسیم کرده‌اند. یکی از جریان‌های تأثیرگذار منظم و ثابت بر سواحل جنوبی دریا خزر از جمله منطقه مورد مطالعه جریان‌های موازی ساحل (Long Shore Currents) است که از شمال به جنوب در سواحل باختری وارد آب‌های ایران شده است که پس از طی سواحل جنوبی از باختر به سوی خاور، در سوی جنوب به شمال از آب‌های ساحلی ایران بیرون می‌رود. سه جریان گردابی بزرگ در دریای خزر شناخته شده است (مفخم پایان، ۱۳۵۷)؛ یکی در خزر میانی و دو جریان گردابی کوچک در خزر شمالی و جنوبی که چرخش آنها بر خلاف جهت عقربه‌های ساعت است (شکل ۶). از تغییرات اعمال شده به وسیله این جریان‌ها انحراف حدود ۵۰۰ متری ورودی رودخانه نکا به سوی خاور است (شکل ۷).

سوی این جریان‌ها به روشنی بر خلاف جریان ورودی رودخانه گرگان است؛ بنابراین رسوبات این دلتا نمی‌تواند به سوی جنوب توزیع شود. از همین رو جریان‌های یادشده در منطقه مورد مطالعه سبب انحراف حدود ۵۰۰ متری دهانه ورودی رودخانه نکا به سوی خاور شده است (شکل ۷).

#### – مهم‌ترین پدیده‌ها و ساخت‌های رسوبی ساحل ماسه‌ای:

- **نوسان‌های سطح آب دریا (Sea – level fluctuations):** تغییر در این ساحل همانند دریا‌های باز به فیزیوگرافی آن بستگی دارد. البته بیشترین تأثیر این نوسان‌ها در سواحل لاگون گرگان دیده می‌شود.

فرود سطح دریا در سال‌های پیش سبب عقب‌نشینی و فرسایش ساحل و ریخت‌شناختی جدید شده است که در عکس‌های هوایی منطقه (با مقیاس حدود ۱:۵۰۰۰۰) دیده می‌شود. فراز سطح دریا افزون بر جابه‌جایی (Reworking) رسوبات ساحل و نزدیک ساحل (Nearshore) سبب تخریب ساخت‌های رسوبی پیشین و ایجاد شکل‌های جدید شده است. از پدیده‌های متداول در پیشروی سطح دریا، غرق شدن بخش‌های پست و کم‌شیب ساحل و درختان منطقه مورد مطالعه در محل (ورودی منطقه حفاظت شده میانکاله) است (شکل ۸).

- **هجوم آب به ساحل همراه با برگشت شویی (Swash & backwash):** (شکل ۹).

- **جریان‌های موازی و برگشتی ساحل (Longshore current & rip current):** دامنه عملکرد این امواج به شیب ساحل و قدرت آنها بستگی دارد (شکل ۱۰).

- **بارهای ماسه‌ای ساحلی (Coastal sand bars):** از فرایندهای رایج و دارای شکل‌های گوناگون هستند.

- **خلیج‌های کوچک (Small bays):** در طول ساحل محدود و دارای ابعاد مختلفی هستند (شکل‌های ۸ و ۱۱).

- **انواع موج‌سان‌ها (Ripple marks):** شامل موج‌سان‌های جریانی، موجی، تداخلی (شکل ۱۲).

- **ساخت‌های مختلف جویباری (Rill Marks):** (شکل ۱۳).

#### • مانداب‌های آب شیرین

### ۳-۲. محیط جزیره سدی

زبانۀ سدی میانکاله که در میان آب‌های لاگون گرگان و دریای خزر با روند مستقیم باختر به خاور و تقریباً به موازات ساحل رشد کرده تنها از ماسه‌های دانه‌ریز تشکیل شده و از نگاه ریخت‌شناختی دارای دو چهره کاملاً متفاوت پوشش گیاهی و ساحل است. این زبانۀ سه نوع برخان فعال، نیمه فعال و تثبیت شده دارد. عرض پهنه ساحلی در باختر ورودی رودخانه تسکا به دریا، بدون در نظر گرفتن پهنه مانداب آب شیرین، ۵۵۰ متر، در ساحل شمالی ۲۰۰ متر و در بخش جنوبی ۳۵۰ متر است. مرتفع‌ترین نقاط این زبانۀ ماسه‌ای را ماسه‌بادهای فعال نوع برخان‌های هلالی (Lunette dunes) حاصل وزش بادهای چیره دریا به خشکی و خشکی به دریا تشکیل می‌دهند (شکل ۱۴). میانگین ارتفاع و طول یال‌های برخان‌های فعال اندازه‌گیری شده، به

باختر به خاور قرار دارند که شکل‌گیری آنها را فراز آب دریای خزر یا هجوم امواج دریا در هنگام توفان و پدیده فراشویی (Wash over) دانسته‌اند (خوشروان، ۱۳۷۵؛ شکل ۲).

با توجه به جابه‌جایی ورودی رودخانه نکا توسط جریان‌های ساحلی (شکل ۷)، منسوخ و یا جابه‌جا شدن رودخانه‌هایی که از باختر وارد لاگون گرگان می‌شوند، همچنین روند یکسان فرورفتگی‌ها، شیب ملایم و بازشدگی سه برابری پهنه خاوری این فرورفتگی‌ها نسبت به پهنه باختری، همگی گواهان روشنی بر ارتباط این بقایای آبی با آب‌های شیرین منطقه به‌صورت مانداب‌های ورودی پیشین رودخانه نکا یا انشعابات آن (تسکارود و...) بوده‌اند (شکل‌های ۲ و ۳).

گسترش ماسه‌بادهای ساحلی که از دهانه رودخانه تجن آغاز و ده‌ها کیلومتر به سوی خاور تا منطقه مورد مطالعه گسترش دارند (شکل ۳)، ارتباط این بقایای آبی به دریای خزر و ماندگاری آنها را با ابهام روبه‌رو می‌کند.

همچنین داده‌های سازمان هواشناسی کشور که کاهش بارش و افزایش تبخیر (میانگین تبخیر دریای خزر ۷۶۰ میلی‌متر در سال) از باختر به خاور سواحل جنوبی خزر و روزهای توفانی این سواحل را ۳۶ تا ۴۰ روز نشان می‌دهد و حضور تبخیری‌ها و گیاهان شورآبی در سواحل لاگون گرگان، نمادی از رابطه میان آب‌های ورودی و تبخیر در منطقه هستند.

بنا بر دلایل یاد شده، هیچ‌گونه اثری از فرایند فراشویی در منطقه مورد مطالعه دیده نشده است؛ تنها برخی از زمین‌شناسان این واژه را برای گذر ارتباطی لاگون به دریای باز (Tidal inlet) به کار برده‌اند.

بیشتر رودخانه‌های بزرگ جنوب دریای خزر همانند رودخانه‌های گرگان، سفیدرود، و انزلی دارای دلتای با سلطه امواج (Wave dominated) یا مرحله پیری هستند که در گذشته دارای دلتای با سلطه رودخانه (River dominated) و نوع دلتای نیل بوده‌اند (Hamedi et al., 2004) و به احتمال زیاد رودخانه‌های نکا، تجن، هراز، بابل و ... نیز چنین روندی را طی کرده‌اند.

تغییرات انسانی در رودخانه‌های منتهی به دریای خزر مانند برداشت بارهای رودخانه‌ای، سبب فرسایش شدید بستر رودخانه و فرایند کنده شدن از زیر (Under cutting) دیواره‌ها، افزایش پهنای رودخانه‌ها (تخریب زمین‌های کشاورزی) و حمل غیر عادی رسوب به محیط‌های با ارزش بوم‌شناختی سواحل از جمله تالاب انزلی شده است. چنین سرنوشتی در انتظار لاگون گرگان و مناطق پست ساحلی این بخش از دریای خزر نیز است.

ایجاد موج‌شکن و سازه‌های بندر امیرآباد در ساحل باختری منطقه مورد مطالعه سبب دگرریخت‌شناختی و تبدیل این ساحل رسوب‌گذاری به ساحل فرسایشی شده است. این تغییر در جهت امواج سبب فرسایش پشته‌های ماسه ساحلی با ارتفاع بیش از ۶ متر، عقب‌نشینی حدود ۴۰ متری ساحل و آشکار شدن کشتی‌چوبی کهن پنهان شده در زیر این رسوبات شده است (شکل ۴).

### ۳-۱. محیط‌های رسوبی مجموعه جزیره سدی میانکاله

#### ۳-۱. محیط ساحل ماسه‌ای

پهنه ساحلی منطقه مورد مطالعه با عرض متوسط ۲۰۰ متر بخشی از محیط کم‌ژرفای جنوب خاور دریای خزر (ژرفای کمتر از ۲۰۰ متر و میانگین عرض ۱۳۰ کیلومتر) است که کاملاً مستقیم و جزئی سواحل رسوب‌گذاری قرار می‌گیرد. بخش آغازین این ساحل دارای گیاهان آب شیرین (چندین ردیف منظم درخت با دیرینگی ۵۰ سال) است که به سوی خاور از شمار درختان آن کاسته می‌شود و سرانجام با گیاهان علفی پایان می‌یابد. اگر چه دریای خزر دارای جریان‌های بسیار سطحی و ژرفی است ولی این ساحل بیشتر در معرض جریان‌های سطحی حاصل از جهت وزش بادها و توفان است (شکل ۵).

طول و ۳/۵ تا ۵ کیلومتر عرض تغییر کرده که بیانگر فراز سطح دریاست. از شواهد دیگر این فراز فراوانی صدف‌های دریایی در جلوی برخان‌های فعال منطقه است که هم‌اکنون از خط ساحلی حدود صد متر فاصله دارند؛ بنابراین نمادی از حضور ساحلی پیشین است که در هنگام عقب‌نشینی برجا مانده است (شکل ۱۹).

در زمان بالا آمدن سطح آب دریا بدیهی است سواحل کهن، دهانه دلتاها و بارهای ساحلی و دور از ساحل (offshore bar) توسط امواج، توفان و جریان‌های دریایی مورد هجوم قرار می‌گیرند. بنابراین افزون بر عوامل یادشده ماهیت ذاتی جابه‌جایی نوع رودخانه‌های مئاندری منطقه مانند نکارود، تجن، سیاه‌رود و بابل که قابل مقایسه با نوع ۱۲ Schumm (1981) هستند سبب تغییر مسیر، انشعابات جدید و منسوخ شدن ورودی آنان شده است.

این گونه تغییرات در سواحل جنوب دریای خزر متداول است که از جمله می‌توان به جابه‌جایی ده‌ها کیلومتری دلتای اولیه سفیدرود (ورودی شمال خاور) به دلتای فعلی ساحل منطقه (با ورودی شمال) و نیز انشعاب تسکارود از رودخانه نکا که در سوی شمال به دریای خزر و در سوی خاور به لاگون گرگان وارد می‌شود اشاره کرد.

• **اثرات جزر و مد کم:** پاره‌ای از فلات قاره‌ها خیلی کم‌ترفا هستند، حتی در شرایط عادی هم امکان شکسته شدن موج و ورود رسوب به ورودی رودخانه‌های آنها وجود دارد. این شرایط در جنوب خاور دریای خزر از جمله منطقه مورد مطالعه نیز حاکم است و تا ۵۰ کیلومتری عمود بر ساحل، ژرفای آب کمتر از ۱۰۰ متر است؛ بنابراین اثر جزرومد و اشکال فصلی حاصل از انرژی امواج در زمستان یا توفان را که از بخش شمال-شمال باختر دریای خزر گزارش شده است، نباید در منطقه مورد مطالعه نادیده گرفت.

### ۳-۳. محیط جزیره مسطح (Barrier flat)

بخش آغازین تا به ساحل لاگون گرگان را به‌طور محلی ماسه‌های تثبیت شده مسطح تشکیل داده‌اند که برجستگی‌های بسیار کمی نسبت به مناطق مجاور دارند و قابل مقایسه با جلگه پایدار مسطح (Barrier flat) مجموعه جزایر سدی دریاها باز هستند (شکل ۲۰).

لازم به یادآوری است که کانال خوزینی که در یک سوم بخش پایانی جزیره سدی میانکاله قرار دارد را یک کانال فرسایشی و مجرای طبیعی حاصل رفتار آب‌شناختی در برابر نیروهای هیدرودینامیکی دریا و یا دوره‌های نوسانی سطح آب دریای خزر دانسته‌اند (قانقرمه و نژادقلی، ۱۳۸۰). شکل‌گیری این کانال را سپس در ارتباط با ژئودینامیک منطقه ساحلی پیرامون کانال و ریزگسل‌های مربوط به گسل بزرگ مازندران و عملکرد حرکات دینامیکی گسل گرگان دانسته‌اند (خوشروان، ۱۳۷۵). از آنجایی که سواحل تخریبی بدون کربنات جایگاه زمین‌ساختی پایدار دارند و رشد آنها در پهنه ساحلی است، این راه ارتباطی حاصل تلاش ناموفق انسانی بوده و عامل بسته شدن سریع دهانه شمالی آن، جریان‌های موازی ساحل و امواج با جهت‌های مختلف است.

### ۳-۴. محیط ساحل لاگون گرگان

این محیط کاملاً دارای ویژگی‌های پشت سواحل جزایر سدی مطالعه و معرفی شده در دریاها باز و در مقایسه با ساحل ماسه‌ای کاملاً ناصاف است (شکل‌های ۲ و ۳). موقعیت، ریخت‌شناختی و چگونگی جریان‌های هیدرودینامیکی دلیل تبدیل گیاهان آب شیرین به نیمه‌شور و شور و وجود کانی‌های تیخیری در این ساحل است (شکل ۲۱). میزان تغییرات در فراز و فرود سطح آب دریای خزر منجر به جابه‌جایی شدیدتر در سواحل بهشهر- نکا شده است. این تغییرات را نه تنها بین دو ساحل شمالی و جنوبی لاگون گرگان بلکه در ساحل ناهموار پشت زبانه سدی میانکاله هم می‌توان به روشنی دید. با افت سطح دریا پسروی در بخشی از این ساحل از حدود ۲ متر (شکل ۲۲) به بیش از ۱۰۰ متر، در محل ساختمان پاسگاه سازمان حفاظت محیط

ترتیب حدود ۱۰ و ۵ متر است. ریبیل مارک بادی با ستیغ پهن در برخان‌های نیمه‌فعال (شکل ۱۵) فراوان است و در سوی باختر با رویش گیاهی بیشتر به برخان‌های تثبیت شده تبدیل می‌شود (شکل ۱۶). موج‌سان‌های بادی موجی و گودال‌های (Trough) در سطح پهن‌باد (Stoss) برخان‌های فعال به فراوانی دیده می‌شوند (شکل ۱۷).

برای شناخت سوی وزش باد مؤثر در تشکیل برخان‌های فعال در ماسه‌های بادی ۱۹ اندازه‌گیری با هدف تهیه نمودار گل‌سرخ صورت گرفته است. رسم نمودار گل‌سرخ با توجه به اندازه‌گیری در برخان‌های فعال منطقه، سوی وزش بادهای چیره را شمال و شمال باختر نشان می‌دهد (شکل ۱۸). همچنین ماسه‌بادی‌های شمشیری (Seif dunes) و ستاره‌ای (Stellate) با ابعاد کوچک‌تر همانند نوع‌های یادشده توسط Selley (1988) نیز دیده می‌شوند که شکل‌گیری آنها با حرکات لغزشی و جهشی ماسه‌ها توسط بادهای چیره منطقه کاملاً همانند ماسه‌بادی‌های کویری است. با گذر از برخان‌های نیمه‌فعال به سوی باختر منطقه برخان‌های تثبیت شده گسترش می‌یابند. علت چگونگی شکل‌گیری و رشد زبانه سدی میانکاله را کوثری (۱۳۷۰) رژیم امواج و جریان‌های موازی ساحل و عزیزاده کنک لاهیجانی و حائری اردکانی (۱۳۷۹) رودخانه گرگان معرفی کرده‌اند. قانقرمه و نژادقلی (۱۳۸۰) تکامل عوارض ریخت‌شناختی این منطقه را اثر نوسان‌های سطح آب دریای خزر و نیروهای هیدرودینامیکی حاکم می‌دانند. خوشروان (۱۳۷۵) بالا آمدگی و فرورفتگی‌های زیرحوضه‌ای در این بخش از دریای خزر را در شکل‌گیری لاگون گرگان و میانکاله و در ارتباط با حرکات حاصل از گسل وارون گرگان که بخشی از گسل بزرگ مازندان است معرفی کرده است.

موارد یادشده برای شکل‌گیری و رشد این مجموعه سدی ناکافی است و گاه خالی از اشکال نیست. امواج و جریان‌های موازی ساحل و نوسان‌های سطح دریا به تنهایی کافی نیستند. فعالیت زمین‌ساختی با جایگاه رشد این گونه جزایر سدی کاملاً مغایر است و رودخانه گرگان به علت بعد مسافت اولیه (نزدیک ۷۰ کیلومتر) و قرار داشتن در خلاف جهت جریان‌های خزر (جریان‌های موازی ساحل) نمی‌تواند عامل تأثیرگذار باشد (شکل‌های ۲ و ۶).

شکل‌گیری و رشد جزایر سدی معمولاً در ارتباط با نرخ فراز نسبی سطح دریا و فراوانی ماسه و افزون بر عوامل یادشده وابسته به میزان فرسایشی حوضه رسوب‌گذاری نیز است (Tucker, 1992).

تشخیص دقیق جایگاه اولیه و چگونگی مراحل تکامل جزیره سدی میانکاله به دلایل بسیاری، دشوار است. زبانه ماسه‌ای به‌نسبت کوتاه با روند متفاوت (شمال باختر- جنوب خاور) که در حدود یک سوم آغازین جزیره سدی میانکاله از زبانه اصلی منشعب شده و حضور چند جزیره کوچک غرق شده و کاملاً پوشیده از نی و بدون نام در ساحل باختری لاگون گرگان، گواهی بر این پیچیدگی و اثرات به جای مانده و جابه‌جایی در مراحل تکوین آن بوده است.

به هر حال دست کم چهار مرحله در رشد زبانه ماسه‌ای میانکاله شناخته شده است؛ فراوانی ماسه توسط رودخانه‌های اصلی منطقه همانند رودخانه‌های هراز، سیاه‌رود، تجن، نکا و احتمالاً ورودی رودخانه‌های بدون نام جنوب لاگون گرگان ایجاد شده است. این فراوانی و احتمالاً بارهای موازی دهانه دلتای منسوخ شده رودخانه نکا در محیط ریز جزرومدی، با سلطه امواج و شیب ملایم ساحل منطقه در تلفیق با توفان‌های شدید و جریان‌های موازی ساحل (Long shore currents) فاکتورها و محیط دریایی لازم برای شکل‌گیری و رشد جزیره سدی میانکاله بوده است.

### — مهم‌ترین پدیده‌ها و ساخت‌های رسوبی جزیره سدی:

• **نوسان‌های سطح آب دریا (Sea-level fluctuations):** این نوسان‌ها قطعاً در ابعاد زبانه میانکاله تأثیر داشته به طوری که در آخرین فرود آب دریا (بر پایه نقشه توپوگرافی سال ۱۳۳۴) حدود ۶۷ کیلومتر طول و بیشینه ۱۲/۵ و ۷/۵ (میانگین ۶) کیلومتر عرض داشته است و در شرایط کنونی به حدود ۶۰ کیلومتر

#### ۵-۴. مطالعه رس‌ها (XRD)

اگر چه استفاده محیطی از نتایج تجزیه رس‌ها در شناخت محیط‌های رسوبی به آسانی امکان‌پذیر نیست، ولی به عنوان مکمل و در صورت همخوانی با دیگر شواهد، عامل قابل قبولی در تشخیص خاستگاه رسوبات و نیز آب و هوای دیرینه است. نتایج بررسی میزان رس‌های منطقه، به روشنی خاستگاه این رسوبات را در نزدیکی رودخانه‌های بزرگ آب شیرین (شرایط دلتایی) نشان می‌دهد (جدول ۴).

#### ۵-۵. مطالعه مقاطع میکروسکوپی

مقاطع میکروسکوپی به روش‌های پیشنهادی (Laniz et al. 1964) برای تفکیک فلدسپار از کوارتز، و کلسیم از منیزیم به روش آلیزارین سرخ رنگ آمیزی شده است. در این مطالعات که از بزرگنمایی  $\times 10$  و  $\times 5$  استفاده شده، بیشترین فراوانی تخریبی‌ها مربوط به ۴ گروه کربنات (شکل ۲۸)، کوارتز (شکل ۲۹)، قطعات آتشفشانی (شکل ۳۰) و سنگ‌های دگرگونی (به احتمال زیاد کمپلکس گرگان) (شکل‌های ۳۱ تا ۳۳) تشخیص داده شده است. نتایج مطالعات میکروسکوپی مقاطع در جدول ۵ جداگانه شرح داده شده است.

#### ۵-۶. مطالعات فسیل‌شناسی

پس از مطالعات فسیل‌شناسی انجام شده، ۵ خانواده اصلی تشخیص داده شد: (۱) خانواده Neritidae؛ (۲) خانواده Planorbidae؛ (۳) خانواده Cardiidae؛ (۴) خانواده Pyrgolidae؛ (۵) خانواده Dressenoidae

این نتایج نشان می‌دهد که بیشتر این خانواده‌ها متعلق به آب‌های شور و کم‌ژرفا هستند و گروهی از آنها می‌توانند در آب شیرین تا نیمه شور هم زندگی کنند. همچنین از مطالعه این نمونه‌ها نتیجه می‌شود که این فسیل‌ها دارای سن هلوسن پایینی تا پلیوستوسن بالایی هستند (شکل ۳۴).

#### ۵-۷. مطالعات XRD و ICP نمونه‌های حاصل از گمانه‌های شرکت کشتیرانی

##### ایران صدرا

با توجه به اینکه شرکت ایران صدرا در منطقه زاغمرز دارای حفاری‌های بسیاری با اهداف ژئوتکنیکی بوده است. در سال ۱۳۸۴، ۴۲ نمونه رس و رسوبات دانه‌ریز از چند گمانه باختری این حفاری‌ها برای تجزیه به روش‌های ICP و XRD به آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی فرستاده شد. با وجود پراکنش و محدودیت نمونه‌ها سعی شد از مقدار عنصر بور و بررسی انواع کانی‌های رسی آنها برای تفسیر محیطی منطقه مورد مطالعه استفاده شود (جدول‌های ۶ و ۷).

از نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که قاعده گمانه‌های منطقه زاغمرز نمادی از یک سری چرخه‌های کوچک فراز و فرود دریایی هستند که در نهایت توسط رسوبات تخریبی غیردریایی، رودخانه‌ای و عقب‌نشینی دریا پوشیده شده‌اند.

#### ۶- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده استفاده از واژه‌های لاگون گرگان و جزیره سدی میانکاله به جای عناوین خلیج گرگان و شبه جزیره میانکاله پیشنهاد می‌شود.

مجموعه سدی میانکاله از محیط‌های ساحل ماسه‌ای (دریای خزر)، جزیره سدی میانکاله و لاگون گرگان و زیرمحیط‌های مانداب شور پشت جزیره سدی، مانداب آب شیرین، برخان‌های فعال، نیمه فعال و تثبیت شده، زمین‌های پوف کرده و ترک‌های گلی تشکیل شده است.

در شکل‌گیری و رشد جزیره سدی میانکاله عوامل زیر نقش تعیین‌کننده داشته‌اند: - توده‌های رسوبی به شکل‌های مختلف که توسط رودخانه‌های سیاه‌رود، تچن، نکا، بابل، هراز و رودخانه‌های لاگون گرگان تغذیه شده‌اند. - جریان‌های موازی ساحل و توفان‌های شدید.

زیست دیده می‌شود. باوجود این عقب‌نشینی برای دست‌یابی به آب‌های لاگون گرگان کانال کوچکی حفر شده است که طول آن بیانگر میزان شدید این عقب‌نشینی است (شکل ۲۳).

ساخت‌های رسوبی بسیاری که در محدوده ساحل پست مزرعه جهانشاهی در عکس‌های هوایی دیده می‌شود و هم‌اکنون به علت فراز سطح دریا پوشیده شده است احتمالاً حاصل تأثیر شدید جریان‌های هیدرودینامیکی در وضعیت فرود سطح دریا در محدوده پهنه کشتندی بوده است.

در شکل‌گیری زیر محیط‌های (تنوع رخساره‌ای) این ساحل همانند دیگر سواحل پشت جزیره سدی شناخته شده، عواملی چون تغییر جریان‌های درون لاگون گرگان، توزیع اندازه‌های مختلف بار معلق رودخانه‌های ورودی و به طور فرعی وزش بادهای منطقه مؤثر بوده‌اند.

#### - مهم‌ترین پدیده‌ها و رخساره‌های رسوبی ساحل لاگون:

- رخساره گلی با فراوانی مواد آلی (شکل ۲۴).
- رخساره ماسه‌ای دانه‌ریز گلی با نزارهای غرق شده دایره‌ای (شکل ۲۵).
- رخساره گلی، گاهی همراه با ترک‌های گلی (شکل ۲۶).
- رخساره گلی نمکی پف کرده (Puffy ground) (شکل ۲۷).
- رخساره ماسه‌ای (شکل ۲۰).

#### ۴- نمونه‌برداری

با توجه به گستردگی و گوناگونی محیط‌های رسوبی منطقه و محدودیت زمانی، ۳۷ نمونه رسوب برداشت شده است (شکل ۲). همچنین ۴۱ نمونه رس و رسوبات دانه‌ریز از مغزه‌های حفاری شرکت ایران صدرا در منطقه زاغمرز تهیه شد و توسط آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی مورد تجزیه قرار گرفت.

#### ۵- روش مطالعات

##### ۵-۱. مطالعه دانه‌بندی

برای تعیین اندازه رسوبات منطقه از روش الک مرطوب و برای دانه‌های زیر ۶۳ میکرون از دستگاه Particle sizer استفاده شد. این نتایج، اندازه دانه‌های متغیری را از حد قلو و گرداله (Gravel & boulder) تا ماسه دانه‌ریز که همانند مطالعات پیشین (خوشروان، ۱۳۷۵) است نشان می‌دهد (جدول ۱).

حضور قلو و گرداله‌ها در ساحل دریای خزر نابرجا و دارای عامل انسانی (پدافند هوایی ایجاد شده طی جنگ تحمیلی) است که از محل استقرار به سوی خاور پراکنده شده‌اند و در باختر این ساحل دیده نمی‌شوند. در حالی که جهت جریان‌های موازی از باختر به خاور است. در حقیقت اندازه دانه‌های این مجموعه را ماسه دانه‌ریز تشکیل می‌دهد که همانند دیگر سواحل دریاهای باز جزایر سدی شناخته شده است. در این جدول، نمونه‌های سه محیط اصلی ساحل خزر، جزیره سدی و ساحل پشت جزیره سدی به ترتیب با رنگ‌های آبی روشن، رنگ سفید و آبی پر رنگ نشان داده شده است.

##### ۵-۲. مطالعه تجزیه ICP

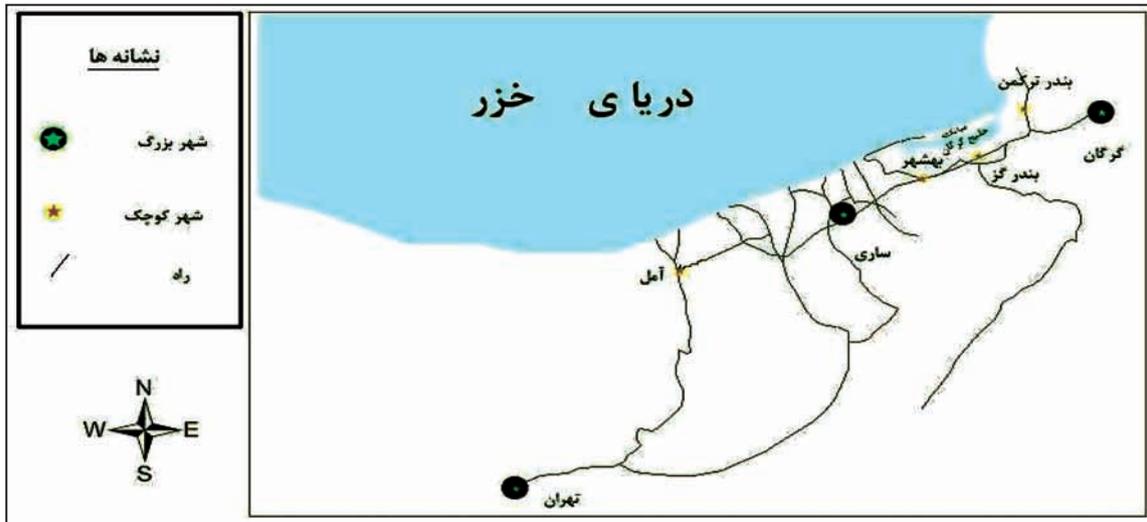
از این تجزیه برای شناخت چگونگی توزیع و تغییر اکسیدها و از مقدار عنصر بور به عنوان شاخص محیطی استفاده شده است. نتایج تجزیه نمونه‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی اکسیدها مربوط به  $\text{SiO}_2$  است و بر پایه مقدار بور می‌توان این نتیجه را گرفت که مجموعه جزیره سدی میانکاله خاستگاه دریایی دارد.

##### ۵-۳. مطالعه شیمی تر (Wet Chemical)

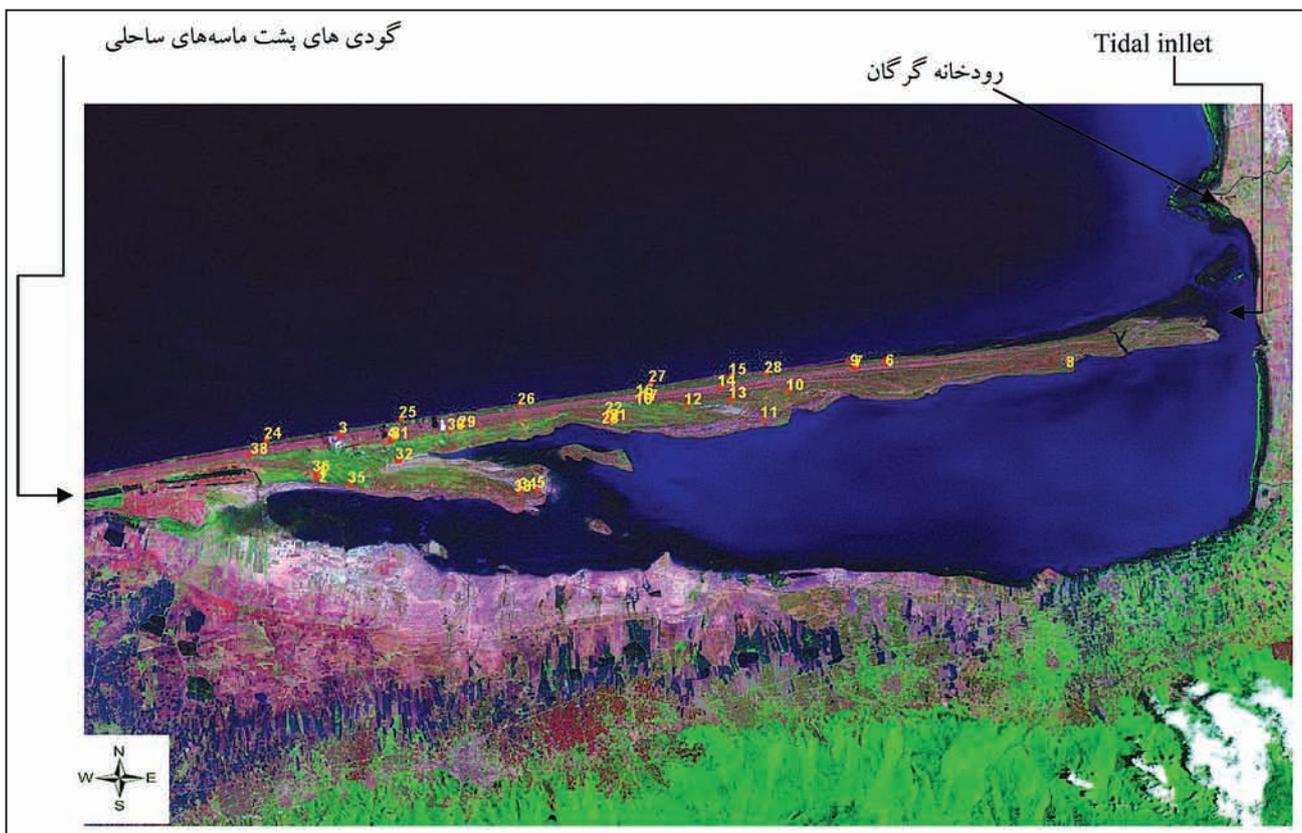
با توجه به نتایج تجزیه کاتیون‌های اصلی، کلسیم بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). همچنین با مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی فراوانی خرده‌های کربنات کلسیم به روشنی دیده می‌شود.

- ساخت کانال خوزینی در سال‌های پیش بدون مطالعات لازم که به سرعت توسط امواج موازی ساحل بسته شده است.  
 - ساخت بندر امیرآباد موجب دگرریختی و عقب‌نشینی سواحل و تبدیل نوع ساحل رسوب گذاری به فرسایشی شده است.

- محیط دریایی کم‌زرفا با سلطه امواج، ریزجزرومدی و شیب ملایم ساحل.  
 - ساخت‌ها و پدیده‌های رسوبی منطقه را انواع موج‌سان‌های آبی و بادی، هجوم آب به ساحل با برگشت شسته‌شویی، جریان‌های موازی با ساحل و برگشتی، فرسایش جویباری، و خلیج‌های کوچک تشکیل می‌دهند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های منطقه مورد مطالعه.



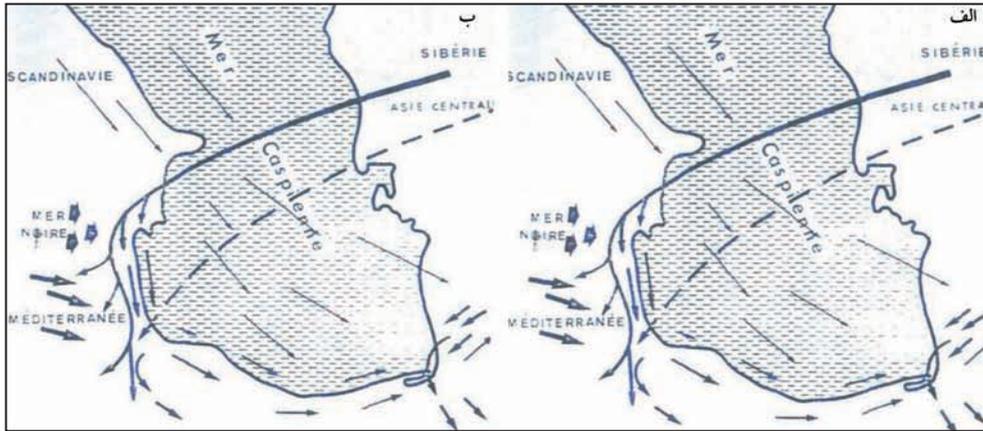
شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای منطقه و نقاط نمونه برداری (سال ۲۰۰۰؛ همه نمونه‌ها با علامت اختصاری H-E در آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی تجزیه شده است).



شکل ۴- تبدیل ساحل رسوب گذاری بندر امیرآباد به ساحل فرسایشی (نگاه به باختر).



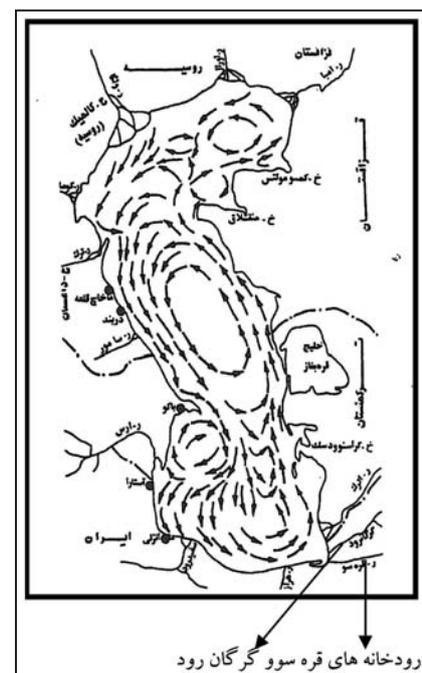
شکل ۳- مانداب آب شیرین و برکه‌های پشت ماسه‌های ساحلی (قاسمی و مصوری، ۱۳۸۱).



شکل ۵- جهت اصلی بادهای تابستانی (الف) و زمستانی (ب) در دریای خزر.



شکل ۷- جابه‌جایی ورودی رودخانه نکا رود توسط جهت جریان‌های ساحلی.



شکل ۶- جهت چرخه‌های اصلی دریای خزر.



شکل ۹- نمایی از هجوم آب به ساحل و برگشت شسته‌شویی (نگاه به خاور).



شکل ۸- پیشروی آب دریا و غرق شدن درختان خشکی (نگاه به خاور).



شکل ۱۱- تشکیل خلیج‌های کوچک (Bay) (نگاه به خاور).



شکل ۱۰- اثر توفان، امواج بازگشتی و نوسان خط ساحلی (نگاه به خاور).



شکل ۱۳- ساخت‌های جویباری کله قندی و بارهای هلالی (نگاه به خاور).



شکل ۱۲- موج‌سان‌های جریان‌ی (پایین سمت چپ) و تداخلی (سمت راست) (نگاه به خاور).



شکل ۱۵- برخان نیمه‌فعال و آثار موج‌سان‌های با ستیغ پهن روی پهن‌باد (نگاه به جنوب).



شکل ۱۴- برخان‌های حاصل از بادهای دریا به خشکی و خشکی به دریا (نگاه به باختر).



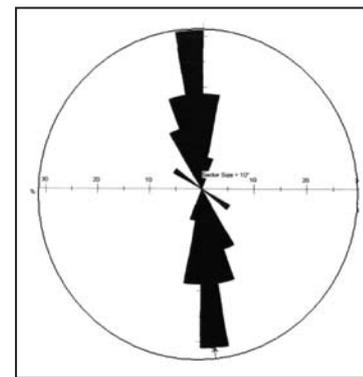
شکل ۱۷- موج‌سان‌های موجی و گودالی شکل (نگاه به جنوب).



شکل ۱۶- منظره‌ای از برخان‌های تثبیت شده (نگاه به جنوب خاور).



شکل ۱۹- انباشت صدف‌های دریایی در جلوی برخان (نگاه به خاور).



شکل ۱۸- نمودار گل سرخی برخان‌های فعال منطقه.



شکل ۲۱- پوشش متفاوت گیاهی در ساحل پشت جزیره سدی، سازیل (آب شور) و سیم گده (غرقابی نیمه‌شور) (نگاه به جنوب باختر).



شکل ۲۰- نمایی از ماسه‌های مسطح بخش آغازین زبانه میانکاله (نگاه به جنوب).



شکل ۲۳- طول کانال نشانه‌ای از پیروی آب دریا و رویش گیاهان شور (بیشتر سزیل به رنگ سرخ) در محدوده عقب‌نشینی است (نگاه به جنوب).



شکل ۲۲- اثر نوسان‌های آب دریا در ساحل جنوب باختری زبانه سدی میانکاله (نگاه به شمال خاور).



شکل ۲۵- نمای دور از نيزارهای دایره‌ای غرق شده (نگاه به جنوب).



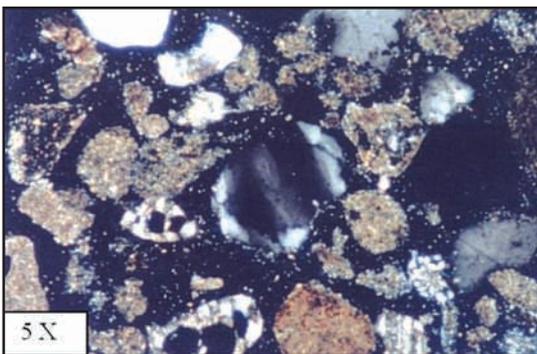
شکل ۲۴- نمای نزدیک از رخساره گلی با مواد آلی فراوان (نگاه به جنوب).



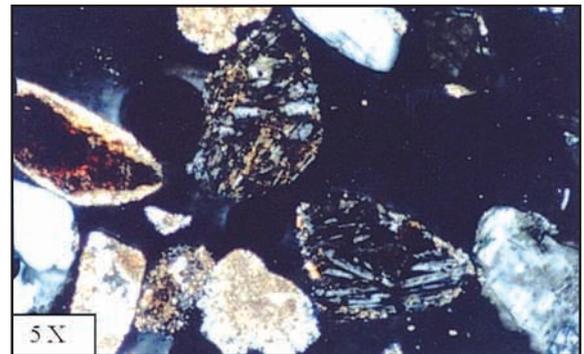
شکل ۲۷- نمایی از گل‌های نمکی پوف کرده (نگاه به جنوب).



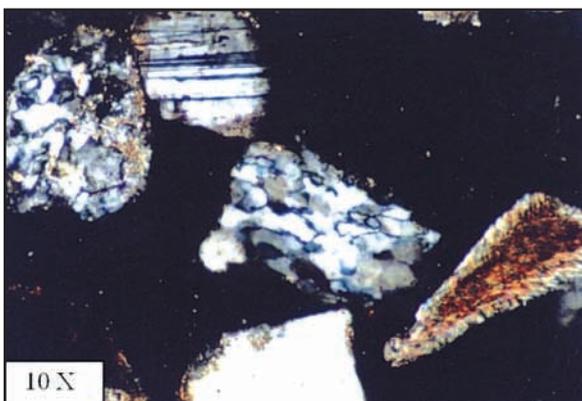
شکل ۲۶- ترک گلی (نگاه به جنوب باختر).



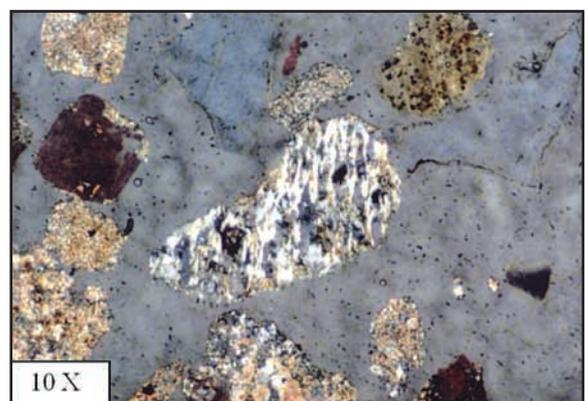
شکل ۲۹- فراوانی دانه‌های کوارتزهای زاویه‌دار.



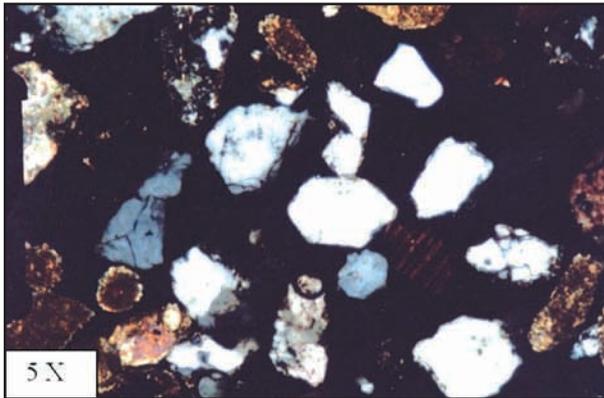
شکل ۲۸- فراوانی کربنات‌ها، آئید و پیزویدهای با گردشگی خوب.



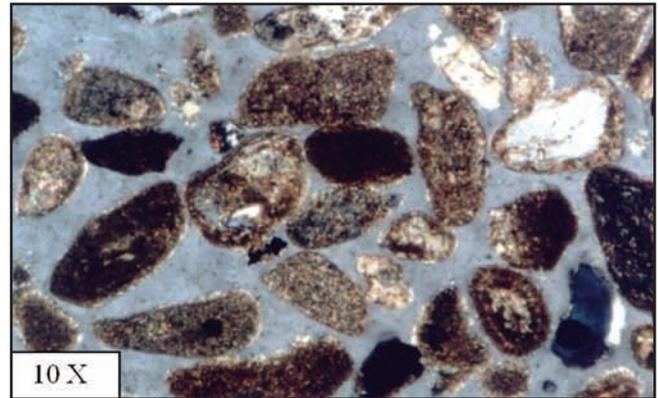
شکل ۳۱- وجود سنگ‌های دگرگونی (کوارتزسیست شپست).



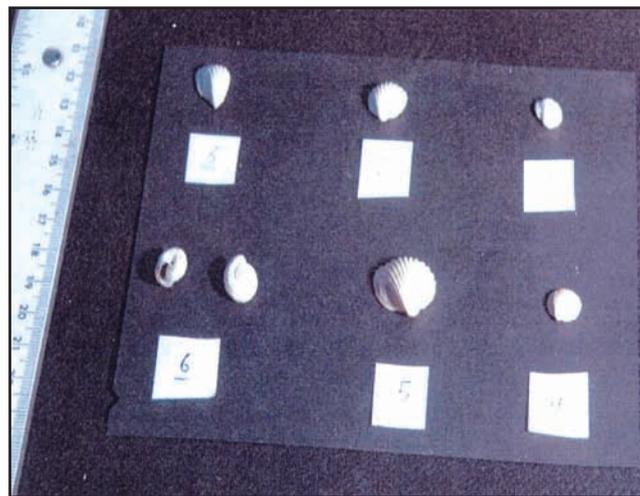
شکل ۳۰- وجود قطعات تخریبی آتشفشانی.



شکل ۳۳- نمایی از کوارتز با خاموشی موجی.



شکل ۳۲- نمایی از سوچور کوارتز با خاستگاه دگرگونی.



شکل ۳۴- نمایی از فسیل‌های منطقه مورد مطالعه.

جدول ۲- نتایج تجزیه ICP و مقدار عنصر بور.

| A          | B                  | C                                | D                                | E     | F     | G     | H                  | I            | J         |
|------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|--------------|-----------|
| Sample No. | % SiO <sub>2</sub> | % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | % CaO | % MgO | % MnO | % TiO <sub>2</sub> | P205 (p.p.m) | B (p.p.m) |
| HE.1       | <1.0               | 7.76                             | 3.3                              | 17.8  | 4.7   | 0.06  | 0.38               | 497          | 188       |
| HE.4A      | <1.0               | 7.42                             | 3.11                             | 16.5  | 4.94  | 0.06  | 0.35               | 374          | 208       |
| HE.5       | <1.0               | 7.01                             | 3.01                             | 18.8  | 2.64  | 0.05  | 0.35               | 437          | 142       |
| HE.11      | 36.2               | 7.24                             | 2.71                             | 20.4  | 2.52  | 0.07  | 0.44               | 747          | 146       |
| HE.32      | <1.0               | 7.65                             | 3.01                             | 18.5  | 3.85  | 0.05  | 0.37               | 212          | 189       |
| HE.33      | 8.9                | <1.0                             | 2.42                             | 17.1  | 3.37  | 0.04  | 0.33               | 214          | 187       |
| HE.35      | 28.1               | 6.78                             | 2.51                             | 22    | 2.76  | 0.08  | 0.47               | 567          | 144       |
| HE.1       | 46.7               | 7.3                              | 2.8                              | 18.9  | 2.16  | 0.07  | 0.46               | 356          | 134       |
| HE.2       | 47.3               | 7.48                             | 3.11                             | 17.9  | 2.16  | 0.07  | 0.57               | 915          | 99        |
| HE.6       | 36.5               | 7.13                             | 2.81                             | 21.3  | 1.8   | 0.08  | 0.42               | 142          | 93        |
| HE.7       | 30.8               | 7.01                             | 3.01                             | 21.9  | 2.04  | 0.08  | 0.47               | 318          | 93        |
| HE.8       | 23.6               | <1.0                             | 2.42                             | 25    | 1.68  | 0.07  | 0.3                | 128          | 89        |
| HE.10      | 22.9               | <1.0                             | 2.42                             | 20    | 2.76  | 0.06  | 0.3                | <100         | 142       |
| HE.12      | 27.4               | 6.84                             | 2.32                             | 21.3  | 1.92  | 3.07  | 0.35               | 462          | 139       |
| HE.13      | 45.8               | 7.56                             | 2.81                             | 17.5  | 1.68  | 0.07  | 0.42               | 838          | 126       |
| HE.14      | 45                 | 7.48                             | 2.91                             | 17    | 2.04  | 0.07  | 0.46               | 933          | 125       |
| HE.16      | 42.7               | 7.19                             | 2.61                             | 12.8  | 1.56  | 0.06  | 0.4                | 525          | 125       |
| HE.17      | 47.4               | 7.59                             | 3.01                             | 14.7  | 1.92  | 0.07  | 0.48               | 873          | 128       |
| HE.18      | 60.5               | 7.71                             | 2.81                             | 12.9  | 1.68  | 0.06  | 0.46               | 806          | 124       |
| HE.19      | 45                 | 7.59                             | 2.91                             | 16.4  | 2.04  | 0.07  | 0.44               | 788          | 127       |
| HE.20      | 35.4               | 7.48                             | 3.99                             | 19.3  | 3.13  | 0.11  | 0.76               | 1716         | 131       |
| HE.21      | 16.5               | 7.19                             | 2.81                             | 21    | 2.16  | 0.07  | 0.42               | 699          | 150       |
| HE.22      | 40.3               | 7.59                             | 2.91                             | 15.8  | 1.68  | 0.06  | 0.43               | 769          | 132       |
| HE.23      | 37                 | 7.3                              | 2.51                             | 17.5  | 2.04  | 3.06  | 0.39               | 418          | 138       |
| HE.29      | 38.7               | 7.36                             | 2.81                             | 13.1  | 1.68  | 0.06  | 0.43               | 4046         | 134       |
| HE.30      | 30.5               | 7.94                             | 3.4                              | 15.5  | 1.92  | 0.07  | 0.49               | 1152         | 148       |
| HE.31      | 26.2               | 7.07                             | 2.22                             | 23    | 1.68  | 0.05  | 0.37               | <100         | 135       |
| HE.36      | 58.4               | 8.46                             | 3.99                             | 14.9  | 2.04  | 0.08  | 0.58               | 1522         | 139       |
| HE.3       | 29.6               | 6.9                              | 3.6                              | 22.5  | 2.52  | 0.1   | 0.6                | 466          | 93        |
| HE.9       | 15.4               | <1.0                             | 2.42                             | 29.5  | 1.68  | 0.07  | 0.32               | <100         | 142       |
| HE.15      | 27.8               | 6.78                             | 2.71                             | 19.9  | 1.92  | 0.08  | 0.46               | 582          | 131       |
| HE.24      | 34.8               | 7.07                             | 3.4                              | 17.5  | 2.28  | 0.08  | 0.6                | 912          | 132       |
| HE.25      | 31.2               | 7.19                             | 3.4                              | 19.1  | 2.52  | 0.1   | 0.63               | 954          | 131       |
| HE.26      | 41.9               | 7.53                             | 3.2                              | 17    | 2.16  | 0.08  | 0.55               | 897          | 133       |
| HE.27      | 9.3                | <1.0                             | 2.42                             | 12.4  | 1.56  | 0.08  | 0.38               | <100         | 129       |
| HE.28      | 20.2               | 6.78                             | 2.71                             | 25.3  | 2.4   | 0.08  | 0.4                | 320          | 142       |
| HE.34      | 43.5               | 7.48                             | 2.91                             | 18.4  | 1.92  | 0.07  | 0.44               | 501          | 132       |

جدول ۱- نتایج تجزیه دانه بندی و میزان مواد آلی.

| Sample    | Pebble % | Granule % | Sand % | Silt % | Clay % | Organic Material % |
|-----------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------------------|
| HE.1      | 0.00     | 0.20      | 11.02  | 23.70  | 65.01  | 19.33              |
| HE.4a     | 0.00     | 0.22      | 15.00  | 22.42  | 62.35  | 29.84              |
| HE.5      | 0.00     | 0.64      | 34.52  | 19.19  | 45.25  | 31.40              |
| HE.11     | 2.12     | 0.96      | 91.12  | 3.25   | 2.53   | 10.94              |
| HE.32     | 0.40     | 0.52      | 15.48  | 7.68   | 76.52  | 43.31              |
| HE.33     | 0.18     | 1.06      | 54.69  | 15.91  | 29.06  | 24.11              |
| HE.35     | 0.18     | 0.48      | 91.14  | 5.58   | 2.61   | 14.62              |
| HE.1      | 0.00     | 1.35      | 94.25  | 2.07   | 2.33   | 15.32              |
| HE.2      | 0.00     | 1.79      | 88.10  | 3.44   | 6.67   | 15.73              |
| HE.6      | 1.41     | 0.63      | 97.37  | 0.18   | 0.41   | 2.48               |
| HE.7      | 0.00     | 0.00      | 99.39  | 0.05   | 0.56   | 0.73               |
| HE.8      | 3.27     | 1.39      | 94.06  | 0.58   | 0.70   | 17.30              |
| HE.10     | 0.00     | 1.18      | 78.13  | 10.99  | 9.69   | 12.69              |
| HE.12     | 3.72     | 2.52      | 79.98  | 5.56   | 8.23   | 11.76              |
| HE.13     | 0.68     | 0.16      | 97.27  | 1.04   | 0.85   | 4.87               |
| HE.14     | 0.00     | 0.00      | 99.56  | 0.22   | 0.22   | 1.88               |
| HE.16     | 0.00     | 0.00      | 99.66  | 0.03   | 0.31   | 0.89               |
| HE.17-S2  | 0.00     | 0.00      | 99.64  | 0.16   | 0.21   | 0.95               |
| HE.18-L3  | 0.00     | 0.33      | 99.22  | 0.11   | 0.34   | 7.25               |
| HE.19-LII | 0.00     | 0.00      | 99.64  | 0.02   | 0.33   | 0.83               |
| HE.20     | 0.00     | 0.00      | 99.40  | 0.33   | 0.26   | 2.77               |
| HE.21     | 0.56     | 1.50      | 63.36  | 6.27   | 28.32  | 15.77              |
| HE.22     | 0.00     | 1.96      | 89.74  | 1.54   | 6.77   | 6.08               |
| HE.23     | 1.11     | 0.34      | 88.37  | 2.17   | 8.02   | 11.88              |
| HE.29     | 0.31     | 0.18      | 77.89  | 10.54  | 11.08  | 19.26              |
| HE.30     | 0.14     | 0.29      | 57.14  | 21.80  | 20.64  | 26.57              |
| HE.31     | 2.54     | 4.93      | 75.27  | 1.66   | 15.60  | 8.47               |
| HE.36     | 0.00     | 0.14      | 79.97  | 1.49   | 18.39  | 11.73              |
| HE.3      | 0.00     | 0.00      | 96.94  | 1.06   | 2.00   | 1.43               |
| HE.9      | 4.70     | 2.99      | 91.70  | 0.15   | 0.47   | 5.03               |
| HE.15     | 1.40     | 0.20      | 97.66  | 0.35   | 0.39   | 1.06               |
| HE.24     | 0.00     | 0.00      | 98.96  | 0.47   | 0.58   | 4.76               |
| HE.25     | 0.00     | 0.02      | 99.59  | 0.12   | 0.27   | 0.90               |
| HE.26     | 0.00     | 0.02      | 97.66  | 0.39   | 1.92   | 1.57               |
| HE.27     | 1.15     | 0.01      | 96.40  | 1.18   | 1.27   | 2.71               |
| HE.28     | 2.22     | 0.94      | 95.09  | 0.48   | 1.25   | 6.31               |
| HE.34     | 0.25     | 0.34      | 93.64  | 1.07   | 4.70   | 8.33               |

جدول ۴- نتایج تجزیه رس‌ها.

|    | A                                     | B          | C           | D            | E            | F                     | G               | H               | I               | J             | K         |
|----|---------------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------|
| 1  | <i>Results of XRD (Myankale Area)</i> |            |             |              |              |                       |                 |                 |                 |               |           |
| 2  |                                       |            |             |              |              |                       |                 |                 |                 |               |           |
| 3  | No.                                   | Quartz (1) | Calcite (2) | Feldspar (3) | Dolomite (4) | Clayminerals (5)      |                 |                 | Gypsum (6)      | Muscovite (7) |           |
| 4  | H.E.4                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 5  | H.E.4a                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 6  | H.E.5                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 7  | H.E.11                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Kaolinite       | Montmorillonite |               |           |
| 8  | H.E.32                                | Quartz     | calcite     |              | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               | Muscovite |
| 9  | H.E.33                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               | Muscovite |
| 10 | H.E.35                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 11 | H.E.1                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 12 | H.E.2                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 13 | H.E.6                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        |                 |                 |               |           |
| 14 | H.E.7                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        |                 |                 |               |           |
| 15 | H.E.8                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Montmorillonite | Chlorite        | Kaolinite       |               |           |
| 16 | H.E.10                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        |                 |                 |               |           |
| 17 | H.E.12                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Illite                | Chlorite        | Kaolinite       | Montmorillonite |               |           |
| 18 | H.E.13                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 19 | H.E.14                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       | Gypsum        |           |
| 20 | H.E.16                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 21 | H.E.17                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 22 | H.E.18                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 23 | H.E.19                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Vith out Clayminerals |                 |                 |                 |               |           |
| 24 | H.E.20                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 25 | H.E.21                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Illite                | Montmorillonite | Chlorite        |                 |               |           |
| 26 | H.E.22                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 27 | H.E.23                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 28 | H.E.29                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |               |           |
| 29 | H.E.30                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 30 | H.E.31                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 31 | H.E.36                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |               |           |
| 32 | H.E.3                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 33 | H.E.9                                 | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Illite                | Montmorillonite | Chlorite        |                 |               |           |
| 34 | H.E.15                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 35 | H.E.24                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 36 | H.E.25                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |               |           |
| 37 | H.E.26                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     |              | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |               |           |
| 38 | H.E.27                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |               |           |
| 39 | H.E.28                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |               |           |
| 40 | H.E.34                                | Quartz     | calcite     | Feldspar     | Dolomite     | Chlorite              | Illite          | Kaolinite       |                 |               | Muscovite |

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمی تر.

| Sample No. | % Ca  | % Mg | % Cl | % SO4 | % Na | % K  |
|------------|-------|------|------|-------|------|------|
| HE.4       | 16.67 | 3.75 | 3.64 | 6.42  | 2.54 | 0.81 |
| HE.4A      | 14.52 | 6.32 | 4.31 | 7.48  | 3.35 | 0.82 |
| HE.5       | 17.60 | 0.99 | 2.28 | 7.32  | 1.74 | 0.69 |
| HE.11      | 19.29 | 1.51 | 0.40 | 2.13  | 0.85 | 0.65 |
| HE.32      | 17.32 | 1.88 | 4.37 | 7.48  | 3.54 | 0.83 |
| HE.33      | 16.39 | 3.28 | 3.87 | 7.81  | 2.61 | 0.62 |
| HE.35      | 18.53 | 1.57 | 0.85 | 2.75  | 1.14 | 0.58 |
| HE.1       | 18.12 | 0.30 | 0.67 | 1.74  | 1.11 | 0.67 |
| HE.2       | 16.75 | 0.91 | 0.05 | 0.27  | 0.72 | 0.72 |
| HE.10      | 18.50 | 0.99 | 2.38 | 7.68  | 1.90 | 0.58 |
| HE.12      | 20.77 | 0.57 | 0.52 | 1.44  | 0.82 | 0.61 |
| HE.13      | 17.23 | 0.58 | 0.08 | 0.33  | 0.80 | 0.76 |
| HE.21      | 22.00 | 0.91 | 0.05 | 1.80  | 0.64 | 0.62 |
| HE.22      | 14.62 | 1.72 | 0.05 | 0.21  | 0.86 | 1.18 |
| HE.23      | 16.92 | n.d  | 0.70 | 2.94  | 1.02 | 0.68 |
| HE.29      | 13.78 | 0.63 | 0.11 | 0.60  | 0.76 | 0.83 |
| HE.30      | 15.63 | 1.17 | 0.16 | 3.04  | 0.72 | 1.25 |
| HE.31      | 21.17 | 2.42 | 0.09 | 0.61  | 0.68 | 0.87 |
| HE.36      | 13.70 | 0.64 | 0.28 | 0.62  | 0.86 | 1.19 |
| HE.3       | 20.84 | 1.11 | 0.08 | 0.33  | 0.61 | 0.58 |
| HE.9       | 25.81 | 0.61 | 0.15 | 0.75  | 0.61 | 0.51 |
| HE.15      | 20.86 | n.d  | 0.16 | 0.93  | 0.72 | 0.60 |
| HE.24      | 17.20 | 3.31 | 0.15 | 0.60  | 0.74 | 0.64 |
| HE.25      | 17.59 | 2.31 | 0.26 | 0.21  | 0.70 | 0.63 |
| HE.26      | 15.78 | 2.30 | 0.04 | 0.21  | 0.79 | 0.73 |
| HE.27      | 17.32 | 0.91 | 0.35 | 1.01  | 0.87 | 0.72 |
| HE.28      | 22.67 | 0.57 | 0.39 | 0.93  | 0.82 | 0.55 |
| HE.34      | 17.24 | 1.23 | 0.04 | 0.48  | 0.77 | 0.76 |

جدول ۵- نتایج مطالعه مقاطع میکروسکوپی.

| شماره نمونه | کتابها و اجزای تشکیل دهنده   |
|-------------|--|
| H.E.4       | کریبات - پلازیوتکلار - کوارتز مونو کریستال با حفرش موجی - میکا (بیروت) - سمره های فسل شکست افتره شده   |
| H.E.4a      | کریبات - پلازیوتکلار - کوارتز انطباقی و کوارتز با انکلوزن - فسل - قطعات فسیل   |
| H.E.32      | قطعات سالم و شکسته فسیل فرمیس فر و دوگانه ای<br>اینتراکلاسیک - کلس - سمر - سیرت - کوارتز پان کریستال - کوارتز تک بلور - کریبات   |
| H.E.5       | کوارتز مونو کریستال با حفرش مستقیم و پان کریستال - سیرت - پلازیوتکلار - قطعات فسیل میکا لیت  |
| H.E.11      | کریبات (کلسیت) - پروکسن - پلازیوتکلار - کوارتز (مونو کریستال) - کوارتز زویه دار  |
| H.E.35      | دانه های فلدسپات پلازیوتکلار - کوارتز مونو کریستال و پان کریستال جایگزین شده بواسطه کریبات   |
| H.E.33      | کریبات - قطعات فسیل - کوارتز مونو کریستال با حفرش موجی - پروکسن<br>قطعات سالم و شکسته فسیل فرمیس فر و دوگانه ای  |
| H.E.32      | اینتراکلاسیک - کلس - سمر - سیرت - کوارتز پان کریستال - کوارتز تک بلور - کریبات   |
| H.E.1       | سمره سنگ های آذرین - اینتراکلاسیک - قطعات فسیل بیروت - اپیدوت - پلازیوتکلار با حاشیه اپیدوت - سیرت - کوارتز مونو کریستال   |
| H.E.2       | پان کریستال کوارتز طبیعی شده - فلدسپات مائل - فلدسپات افتره شده - کوارتز های تپه زاویه دار - قطعات فسیل سمره شده   |
| H.E.6       | کریبات (سند انکلاسیک) - کوارتز پان کریستال با حفرش موجی  |
| H.E.7       | سمره سنگ های آذرین - اینتراکلاسیک - الیمنهای بنفداز - ناپیروکسن - سیرت - حاشیه میکرولیت - سمره های فسیل - قطعات دیگرگون و ولکانیک - کوارتز با انکلوزن آپاتیت - زوریتیک کوارتز                        |
| H.E.8       | سمره سنگ های آوری - کوارتز - فلدسپات   |
| H.E.10      | کریبات - کوارتز های نیمه زاویه دار و پان کریستال کوارتز - فسیل های کفلی فرمیس فر - میکا - پروکسن و کلسیوپروکسن - پلازیوتکلار - سیرت - قطعات شسته و ولکانیک - آمفیبول                                 |
| H.E.12      | کوارتز مونو کریستال و پان کریستال با حفرش موجی - سیرت - سمره سنگ های آذرین - قطعات شکسته و سالم فسیل - اینتراکلاسیک  |
| H.E.13      | الید - سیرت - قطعات منفرجه و ولکانیک - پان کریستال کوارتز - شیب - بیروت  |
| H.E.14      | کریبات - پلازیوتکلار - کوارتز پان کریستال با حفرش موجی - الید - فراوان - قطعات فسیل - نظریت شیب  |
| H.E.16      | کریبات - میکا (بیروت) - سیرت - قطعات ولکانیک و دیگرگون (درجه سمره تا بالا) کوارتز با حفرش موجی - سیرت  |
| H.E.17      | کوارتز مونو و پان کریستال - پلازیوتکلار - الیمنهای با مرز سلسلی شده - قطعات فسیل کفلی - قطعات ولکانیک - کانی های دیگرگونه طوبی شده - شیب   |
| H.E.18      | کوارتز مونو کریستال با حفرش مستقیم و پان کریستال با حفرش موجی - سیرت - سمره سنگ های آذرین - قطعات شکسته و سالم فسیل - اینتراکلاسیک   |
| H.E.19      | کریبات - پلازیوتکلار - کوارتز پان کریستال - سیرت - کوارتز پان کریستال با حفرش موجی - الید - فراوان - قطعات فسیل  |
| H.E.20      | حاشیه کریبات در کوارتز پلازیوتکلار - کوارتز با انکلوزن آپاتیت - کوارتز پان کریستال - فلدسپات مائل دار - کلسیوپروکسن - پروکسن - سیرت - پلازیوتکلار  |
| H.E.21      | کریبات زاویه دار - کوارتز زاویه دار - قطعات فسیل های سالم (فرمیس فر) - فلدسپات - سمره های ولکانیک  |
| H.E.22      | پان کریستال کوارتز - قطعات فسیلهای شکسته - شیب   |
| H.E.23      | کوارتز زاویه دار - قطعات ولکانیک یا بیسان - میکرولیت - زیرین   |
| H.E.29      | سمره سنگ های آذرین - کوارتز مونو و پان کریستال - سیرت - پلازیوتکلار - قطعات فسیل سمره شده - حیزان - ناپیروکسن - اینتراکلاسیک   |
| H.E.30      | کریبات (کلسیت) - پروکسن - پلازیوتکلار - کوارتز - سمره های فسیل   |
| H.E.31      | کریبات - قطعات فسیل سالم - پلازیوتکلار - کوارتز مونو کریستال با حفرش موجی  |
| H.E.36      | کریبات اسپارین شده - پروکسن - پلازیوتکلار - کوارتز پان کریستال با حفرش موجی - قطعات فسیل   |
| H.E.3       | کوارتز مونو کریستال و پان کریستال - سیرت - پلازیوتکلار - قطعات فسیل میکرولیت   |
| H.E.9       | کریبات - میکرولیت - میکرو اسپارین - الید - پلازیوتکلار - کوارتز - قطعات ولکانیک و دیگرگون  |
| H.E.15      | کوارتز مونو و پان کریستال - فلدسپات با مائل پان - مستقیم - میکا - ولکانیک - شیب - قطعات فسیل محدود به میزان ناپیروکسن - کانی های آذرین یا بی رفرمیزاسن یا  |
| H.E.24      | میکرولیت - پلازیوتکلار - کوارتز مونو کریستال و پان کریستال - سیرت - میکا (بیروت) - میکا (بیروت) - میکا (بیروت) - قطعات فسیل فرمیس فر - الیمنهای پراکنده - قطعات ولکانیک و دیگرگون - زوریتیک - پروکسن |
| H.E.25      | کریبات (کلسیت) - کوارتز - قطعات فسیل - پلازیوتکلار - کوارتز مونو کریستال با حفرش موجی  |
| H.E.26      | کریبات - پروکسن - کوارتز یا حفرش موجی  |
| H.E.27      | کریبات - پلازیوتکلار - کوارتز مونو کریستال و پان کریستال با حفرش موجی  |
| H.E.28      | کریبات زاویه دار - الید - کوارتز - قطعات فسیل های فراوان - کلاسیک - سمره های فراوان - سمره های ولکانیک   |
| H.E.34      | کریبات - پلازیوتکلار - قطعات کوارتز زاویه دار - سمره های ولکانیک - فلدسپات افتره شده - قطعات فسیل سمره شده - سیرت - پروکسن   |

جدول ۶- نتایج تجزیه میزان رس (XRD) گمانه‌های ایران صدرا.

| Sample No. | Clayminerals          |                 |                 |                 |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|            | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.4      | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.4A     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.5      | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.11     | Illite                | Chlorite        | Kaolinite       | Montmorillonite |
| H.E.32     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.33     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.35     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.1      | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.2      | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.6      | Illite                | Chlorite        |                 |                 |
| H.E.7      | Illite                | Chlorite        |                 |                 |
| H.E.8      | Illite                | Montmorillonite | Chlorite        | Kaolinite       |
| H.E.10     | Illite                | Chlorite        |                 |                 |
| H.E.12     | Illite                | Chlorite        | Kaolinite       | Montmorillonite |
| H.E.13     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.14     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.16     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.17     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.18     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.19     | With out Clayminerals |                 |                 |                 |
| H.E.20     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.21     | Illite                | Montmorillonite | Chlorite        |                 |
| H.E.22     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.23     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.29     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |
| H.E.30     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.31     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.36     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite |                 |
| H.E.3      | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.9      | Illite                | Montmorillonite | Chlorite        |                 |
| H.E.15     | Illite                | Chlorite        | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.24     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.25     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |
| H.E.26     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite | Kaolinite       |
| H.E.27     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |
| H.E.28     | Chlorite              | Illite          | Montmorillonite |                 |
| H.E.34     | Chlorite              | Illite          | Kaolinite       |                 |

جدول ۷- نتایج میزان مقادیر بر به روش تجزیه ICP

|    | A               | B      | C       | D       | E     | F     | G     | H      | I            | J         | K          | L          |
|----|-----------------|--------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|--------------|-----------|------------|------------|
| 1  | Sample No.      | % SiO2 | % Al2O3 | % Fe2O3 | % CaO | % MgO | % MnO | % TiO2 | P2O5 (p.p.m) | B (p.p.m) | Sr (p.p.m) | Ba (p.p.m) |
| 2  | E6 - D6         | 35.54  | 2.70    | 3.22    | 20.40 | 2.27  | 0.07  | 0.61   | 459          | 23        | 495        | 556        |
| 3  | E6 - D4         | 20.49  | 8.00    | 5.10    | 14.30 | 2.53  | 0.09  | 0.72   | 1125         | 86        | 548        | 286        |
| 4  | E6 - D5         | 27.83  | 11.20   | 5.85    | 11.90 | 2.65  | 0.07  | 0.76   | 1402         | 101       | 464        | 349        |
| 5  | W6 - D8         | 43.07  | 4.40    | 3.35    | 11.30 | 1.77  | 0.05  | 0.61   | 834          | 27        | 443        | 388        |
| 6  | W6 - D4         | 19.52  | 8.50    | 5.10    | 11.70 | 2.53  | 0.06  | 0.70   | 1027         | 92        | 423        | 274        |
| 7  | W6 - D6         | 42.76  | 2.90    | 3.60    | 18.70 | 2.53  | 0.07  | 0.70   | 810          | 27        | 458        | 633        |
| 8  | E4 - D2         | 50.85  | 5.00    | 3.60    | 14.70 | 2.27  | 0.07  | 0.68   | 839          | 25        | 494        | 391        |
| 9  | E4 - D3         | 46.49  | 5.20    | 3.85    | 15.90 | 1.89  | 0.06  | 0.65   | 808          | 35        | 443        | 414        |
| 10 | E4 - D4         | 28.33  | 11.30   | 5.60    | 13.60 | 2.65  | 0.07  | 0.79   | 1303         | 96        | 485        | 329        |
| 11 | E4 - D5         | 13.98  | 8.20    | 5.60    | 15.90 | 2.53  | 0.08  | 0.68   | 1029         | 97        | 1100       | 380        |
| 12 | W3 - D6         | 31.92  | 11.00   | 5.73    | 12.00 | 2.65  | 0.06  | 0.78   | 1373         | 97        | 397        | 396        |
| 13 | W3 - D9         | 54.27  | 4.40    | 3.35    | 14.30 | 2.15  | 0.07  | 0.64   | 722          | 25        | 441        | 471        |
| 14 | W3 - D4         | 34.35  | 5.20    | 4.10    | 15.70 | 2.02  | 0.06  | 0.69   | 992          | 58        | 415        | 322        |
| 15 | W3 - D10        | 39.80  | 2.00    | 2.72    | 16.60 | 1.89  | 0.06  | 0.57   | 481          | 31        | 397        | 311        |
| 16 | E1 - D2         | 30.44  | 4.90    | 3.97    | 13.90 | 2.02  | 0.06  | 0.70   | 1058         | 66        | 407        | 306        |
| 17 | E1 - D3         | 29.18  | 8.50    | 5.48    | 13.10 | 2.53  | 0.07  | 0.72   | 1257         | 92        | 485        | 357        |
| 18 | E3 - D4         | 22.93  | 5.30    | 3.97    | 14.10 | 2.02  | 0.06  | 0.67   | 887          | 74        | 598        | 298        |
| 19 | E3 - D9         | 37.07  | 7.40    | 4.85    | 12.90 | 2.40  | 0.07  | 0.75   | 1391         | 84        | 461        | 717        |
| 20 | E3 - D2         | 45.61  | 4.30    | 3.85    | 14.50 | 2.27  | 0.07  | 0.70   | 1211         | 45        | 491        | 371        |
| 21 | W6 - D9         | 39.86  | 6.30    | 4.22    | 12.30 | 2.15  | 0.06  | 0.71   | 1290         | 68        | 394        | 446        |
| 22 | W2 - D8         | 52.17  | 6.20    | 3.97    | 13.40 | 2.15  | 0.07  | 0.68   | 1254         | 24        | 495        | 727        |
| 23 | W5 - D6         | 30.31  | 12.60   | 6.23    | 13.00 | 2.91  | 0.07  | 0.83   | 2011         | 101       | 422        | 409        |
| 24 | W4 - D6         | 26.85  | 11.80   | 6.23    | 13.10 | 2.78  | 0.07  | 0.83   | 1759         | 94        | 454        | 304        |
| 25 | W4 - D2         | 47.49  | 3.70    | 3.35    | 15.30 | 2.15  | 0.07  | 0.65   | 641          | 15        | 429        | 226        |
| 26 | W4 - D7         | 11.13  | 7.60    | 5.35    | 19.70 | 2.78  | 0.10  | 0.71   | 1445         | 88        | 1195       | 524        |
| 27 | E2 - D3         | 26.58  | 8.50    | 5.10    | 15.60 | 2.53  | 0.08  | 0.77   | 1327         | 75        | 494        | 289        |
| 28 | E3 - D3         | 42.17  | 10.00   | 5.48    | 19.50 | 2.78  | 0.09  | 0.89   | 1310         | 60        | 527        | 252        |
| 29 | E5 - D3         | 41.30  | 14.50   | 7.23    | 17.10 | 3.42  | 0.10  | 0.92   | 1576         | 94        | 623        | 351        |
| 30 | E5 - D4         | 40.93  | 15.20   | 7.23    | 14.80 | 3.29  | 0.09  | 0.94   | 1764         | 103       | 485        | 510        |
| 31 | E5 - D1         | 43.77  | 4.90    | 3.97    | 17.40 | 2.27  | 0.07  | 0.70   | 414          | 11        | 432        | 156        |
| 32 | W3 - D7         | 51.70  | 5.70    | 4.60    | 14.70 | 2.65  | 0.07  | 0.79   | 783          | 15        | 462        | 298        |
| 33 | W3 - D5         | 46.93  | 6.00    | 4.60    | 19.10 | 2.27  | 0.08  | 0.71   | 652          | 19        | 559        | 368        |
| 34 | W1 - D4         | 37.30  | 13.00   | 6.60    | 15.80 | 2.91  | 0.09  | 0.96   | 1471         | 85        | 459        | 324        |
| 35 | W2 - D7         | 38.33  | 4.40    | 3.72    | 13.70 | 2.27  | 0.07  | 0.68   | 388          | 15        | 409        | 259        |
| 36 | W2 - D6         | 33.77  | 10.00   | 6.23    | 17.80 | 2.78  | 0.10  | 0.76   | 729          | 95        | 881        | 378        |
| 37 | W6 - D5         | 54.87  | 6.90    | 4.22    | 14.30 | 2.27  | 0.07  | 0.72   | 611          | 14        | 541        | 677        |
| 38 | BH - S4-S5 - D4 | 25.90  | 9.80    | 5.60    | 17.20 | 2.65  | 0.08  | 0.78   | 711          | 71        | 618        | 257        |
| 39 | BH - 15-16 - D5 | 31.53  | 8.50    | 5.10    | 14.00 | 2.53  | 0.08  | 0.79   | 632          | 60        | 511        | 222        |

## کتابنگاری

- خوشروان، ه.، ۱۳۷۵- ارزیابی ساختار مورفولوژیک محدوده ساحلی تالاب میانکاله و رفتارسنجی کانال خوزینی در مقابل نیروهای محیطی حاصل از نوسانات سطح آب و هیدرودینامیک دریای خزر، مرکز مطالعات و تحقیقات دریای خزر.
- کوثری، س.، ۱۳۷۰- بازسازی خطوط ساحلی میانکاله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- علیزاده کتک لاهیجانی، ح. و حائری اردکانی، ا.، ۱۳۷۹- طرح پژوهشی رسوب شناسی و کانی شناسی خلیج گرگان، مرکز ملی اقیانوس شناسی (گزارش مرحله ۲).
- قاسمی، م. و مصوری، ف.، ۱۳۸۱- نقشه زمین شناسی بهشهر ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- قانقرمه، ع. و نژادقلی، ق.، ۱۳۸۰- گزارش بررسی نحوه شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر.
- مفخم پایان، ل.، ۱۳۷۵- دریای خزر، انتشارات هدایت رشت، چاپ اول.
- وحدتی دانشمند، ف. و سعیدی، ع.، ۱۳۶۹- نقشه زمین شناسی ساری، مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

## References

- Boyd, R., Dalrymple, R. W. & Zaitlin, B. A., 1992- Classification of coastal depositional environments. *Sedimentary Geology* 80, 139-150.
- Hamed, M. A., Najafiha, M. & Dyseh, J., 2004- The Origin & Evolution of Talab-e-Anzali, in the Southwest of Caspian Sea, 32 International Geological Congress, Italy.
- Laniz, R. V., Stevens, R. E. & Norman, M. B., 1964- Staining of plagioclase feldspar and other minerals with F.D. and C. Red No.2:U.S.Geol. Survey Prof. Paper 501-B, P.152-153.
- Nichols, G., 1999- *Sedimentology and Stratigraphy*. Blackwell Science Ltd. 354 p.
- Schwartz, M. L., 1971- The multiple casualty of barrier islands. *Jour.Geol.*, 79, 91-94.
- Schumm, S. A., 1981- Evolution and response of the fluvial system; sedimentologic implications. In: *Recent and Ancient Nonmarine Depositional Environments* (eds F.G.Ethridge & R.M.Flores), pp. 19-29. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 31.
- Selley, R. C., 1988- *Applied Sedimentology*. Academic Press 446 p.
- Tucker, M. E., 1992- *Sedimentary Petrology. An introduction to the origin of sedimentary rocks*. Blackwell Scientific Publications, 260p.