



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰: ابندر انزلی

شماره برگه:

۵۸۶۴

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ح. نظری، ج. عمرانی، ع. ر. شهیدی، ر. سلامتی، ع. موسوی، ع. الف. نوگل سادات

سال تولید:

1991

TR165

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۵۸۶۴ - بندرانزلی

ABSTRACT

Bandar-e-Anzali 1:100,000 sheet located to the southwest of Caspian Sea, consists parts of Alborz and Kope Dagh structural domains. Alluvium and rift sequences of Precambrian and Lower Paleozoic metamorphic units occurred during Assyntian orogeny with an angular unconformity, and the shelf – epicontinental facies of Upper Paleozoic with a disconformity are both lying under unmetamorphosed sequences of Permian. This indicate the Hercynian orogeny in the whole area.

Difference in rate of metamorphism which and angular unconformity between lower and upper parts of Gasht complex, as well as retrograde metamorphism which influenced Gasht Masuleh complexes and ophiolitic sequences all are due to closure of precambrian to Early paleozoic basins.

The Mesozoic deposits with two contemporaneous rift facies type developed in transtensional systems and foreland facies deposits occurred also due to the closure of Paleotethys are distinguished clearly from other deposits. Among them the alkaline type lavas and detritic rift facies of Jurassic developed up to Upper Cretaceous, and indicate the transtensional system in this area which is similar to what occurred in Caspian. The distribution of tentional fractures along Caspian shore trending W-E is the most considerable structural characteristic of that age in the whole area.

Cenozoic units in this area consist of calkalkaline volcanism of Paleogene and the granitoids occurred at the late stage of orogeny, with other units all were deformed during the Alpine orogeny.

The predominant transtensional system trending approximately NW-SE change in faulting mechanism from dextral in southwest to sinistral in northwest at Talesh Range as well as transtensional systems trending NW-SW in southern Caspian are very important in this area.

چکیده

ورقه زمین شناسی بندر انزلی در کناره جنوب باختری خزر دربرگیرنده بخشهایی از پهنه ساختاری البرز و کپه داغ دشت خزر است. رخسارهای رودخانه ای، کافتی پرکامپرین و نهشته های دگرگونه پالئوزوئیک پائینی با همبری دگرشیبی زاویه دار حاصل از کوهزائی آسنیتیک و سنگ نهشته های رخسارهای پادگانه و تختگاه قاره ای پالئوزیک بالائی با همبری ناپیوستگی هم شیب در زیر واحدهای نادگرگون پرمین و سنگ های کهن تر قرار دارد که نشان از کوهزاد هرسی نین در این ناحیه دارد.

تفاوت در نرخ دگرگونی و دگرشیبی زاویه دار بین بخش های بالائی و پائینی گشت و اثر دگرگونی قهقرائی در پیش از پرمین در مجموعه های دگرگونه گشت و ماسوله و مجموعه افیولیتی که همه حاصل از بسته شدن اقیانوسهای کهن اند از نکات قابل تأمل در این زمان است. سنگ نهشته های دوران میانه زیستی با دو گونه هم زمان از رخساره های اقلیم های کافتی حاصل از عملکرد سامانه های تراکشی و پیش بوم های حاصل از بسته شدن تتیس کهن از دیگر نهشته ها متمایز می گردند.

وجود گدازه های کششی تیپ آکالن و رخساره های آواری کافتی در ژوراسیک و گسترش آنها در کرتاسه بالا در میان این نهشته ها نشانی از تکوین حوضه های تراکشی چون حوضه خزر در این ناحیه است. ظهور گسیختگیهای کششی در راستای خاوری - باختری در امتداد نوار ساحلی خزر از مهمترین عناصر ساختاری این دوران محسوب می گردند. دوران نو زیستی (Cenozoic) در این گستره در این گستره مشتمل بر نفوذی های کالکو آلکان پالئوزن و گرانیتوئید های حاصل از مراحل پایانی کوهزاد است که به همراه سنگ نهشته های کهن تر دچار دگر ریختی های حاصل از کوهزاد آلیپی شده اند. غلبه سامانه برشی با مؤلفه فشاری با راستای تقریبی شمال باختری - جنوب خاوری و تغییر ساز و کار از برشی راستگرد در سوی جنوب خاوری به برشی چپگرد در سوی شمال باختری در بلندی های تالش و سامانه های برشی کششی با راستای شمال باختری - جنوب خاوری در پهنه ساحلی خزر از ویژگی های ساختاری گستره مورد بررسی است.

مقدمه (Introduction)

منطقه مورد بررسی دربرگیرنده بخشی از پهنه (zone) ساختاری البرز و کپه داغ در حاشیه جنوب باختری دریاچه خزر است (م، علوی، ۱۹۹۱) که در میان طولهای خاوری $49^{\circ}00'$ - $49^{\circ}30'$ و عرض شمالی $37^{\circ}00'$ - $37^{\circ}30'$ بخشی از نقشه زمین شناسی بندر انزلی را تشکیل میدهد که در گذشته با مقیاس ۱/۲۵۰,۰۰۰ بصورت تلفیقی منتشر شده است (R.G. Davis, 1977).

جغرافیا (Geography)

ناحیه مورد مطالعه گستره ای به مساحت نزدیک به ۲۵۰۰ کیلومترمربع را در باختر استان گیلان و در جنوب - جنوب باختری بندر انزلی دربرگرفته است که از جمله راههای دسترسی به آن میتوان از جاده های تهران قزوین، رشت و جاده ساحلی خزر را نام برد.

از دیدگاه گروه بندی آب و هوایی، ناحیه یاد شده در شمار نواحی پر باران جنگلی است. اختلاف بیشینه و کمینه دما به 40° سانتی گراد میرسد و رودهای ناحیه از انواع دائمی و از آن میان از خاور به باختر میتوان به رودهای درودخان، شرت چای، قلعه رودخان، گشت رودخان، ماسوله، ماسال، شاندرمن و چاف اشاره نمود. از دیدگاه پوشش گیاهی، گستره مورد بررسی با پوششی کامل از دو نوع جنگلی در بلندیها و جلگه ای در دشتهای بینابین کوهستان و دریاچه خزر تشکیل یافته است.

میانگین بارندگی در شهریور ماه $401/7$ میلیمتر و در تیر ماه $3/5$ میلیمتر است. بیشترین درصد نسبی رطوبت در بهمن ماه ۹۰٪ و کمترین آن در تیر ماه ۷۳٪ ثبت شده است، (داده ها بر اساس نتایج ثبت شده در سال ۱۹۹۵ است). بلندترین فرازا مربوط به کوه گلوله با فرازای 2865 متر در جنوب باختری فومن در محدوده جنگل برنا و پست ترین نقاط با فرازای 26 - در زمینهای پست تالاب انزلی قرار دارند.

زمین ریخت شناسی (Geomorphology)

از این دیدگاه منطقه مورد بررسی دربرگیرنده مناطق بالا آمده در جنوب باختر است که در سوی شمال و خاور به دشتهای فرو افتاده (depression) خزر می پیوندد. روند بیشتر برآمدگیها از شمال خاوری - جنوب باختری در بخش های جنوبی و خاوری - باختری در بخش های شمال باختری متغیر می باشد.

از دیدگاه ریختاری، بیشتر سنگهای نرم فرسا در بلندیهای جنوبی و سنگ های ستیغ ساز و آتشفشانی سازنده بلندیهای باختری می باشند. تکوین تراسهای یخچالی عصرهای یخبندان و بین یخبندانی وورم، ریس و گونز؟ (پاسادنین) در دهانه دره ها و در بالاترین تراز ارتفاعی سبب تشکیل و تکرار ریختارهایی چون گیلوئی ها و بادزنهای آبرفتی و آبشستها میگردد. این توالی بوضوح در دره ها و رودهای جنوبی چون درودخان قابل مشاهده است.

عملکرد تکتونیک فشاری - برشی (Transpressional) در این بخش از البرز سبب برپائی روزافزون بلندیها در برابر فرونشست دشتهای ساحلی میگردد از این رو تشکیل و گسترش گالی ها (gully) از مهمترین شواهد تکاپوی تکتونیک ناحیه در عصر حاضر است.

از آنجا که کانی اصلی بیشتر سنگهای تشکیل دهنده بلندیها گروه فلدسپات ها و فیلسیلیکاتها می باشند از اینرو برحسب فاصله از سنگ مادر تشکیل دهنده اصلی ذرات در نهشته های آبرفتی دشتهای سیلابی و بخش های دلتایی رودها، این کانیها می باشند.

افزون بر درصد نسبی رطوبت بالا، مکانیک نهشته های سنگی و تکتونیک برشی سبب تشدید فعالیتهای هوازدگی بویژه نوع شیمیایی آن شده که حاصل این فرایند دگرسانی بسیار بالای نهشته های سنگی شده است.

پرتگاههای تند با شیب عمومی بسوی شمال در نتیجه تغییر رخساره به همراه پرتگاههای حاصل از گسلش و زمین لغزه و خاک روانه های محلی از جمله اشکال ریختاری قالب در ناحیه می باشند.

تراسه‌های دریایی در ترازهای گوناگون ارتفاعی در نوسانی نزدیک به ۸۰ متر از نزدیکی شفت تا ساحل دریاچه خزر قابل رهگیری است که نشان از پسروری مداوم دریاچه خزر در کواترنری پسین بویژه در ۱۰۰۰۰ سال گذشته دارد. راستای این پارینه تراسه‌های دریائی از خط ساحلی عصر حاضر تبعیت کرده و از خاوری باختری تا شمال باختری جنوب خاوری در تغییر است. تالاب انزلی از مهمترین حوضه‌های فروافتاده داخل خشکی است که توسط باریکه ای شمالی - جنوبی به دریاچه خزر می پیوندد.

این تالاب با راستای محوری شمال باختری، جنوب خاوری در تراز ارتفاعی ۲۶- تا ۲۴- قرار گرفته و نشان از تکاپوی تکتونیکی ساختمانهای برشی - کششی دارد. نهشته های دانه ریز در اندازه سیلت و گل به همراه عناصری از فلزات سنگین از مهمترین مواد تشکیل دهنده این تالاب می باشند.

سد ساحلی (bar beach) بصورت نواری با ستبرای نزدیک به ۱۰۰۰ متر به موازات نوار ساحلی از نهشته های مایسه‌ای کواترنری پسین تا عهد حاضر در قالب تلفیقی از تپه ها و روانه های ماسه ای بادی و آبی قابل رویت است که سبب جدائی دشت ساحلی و زمینهای فروافتاده شمالی (تالاب) با پیکره اصلی خزر شده است. فیزیوگرافی رودخانه ها در گستره مورد بررسی از نوع رودهای مستقیم و شاخه ای و جوانی است که در بالا رودها با تندآبها - آبشارها و ... همراهی می گردد. جریان آبی رودها به دشت ساحلی سبب تشکیل گستره بزرگی از نهشته های سیلابی با تغییرات تدریجی بصورت دوره ای در اندازه قطعات مشتمل بر بار معلق و بار بسته میگردد که سبب کاهش چشمگیر شیب بسته در دشت ها شده و شواهدی از شکل گیری مآندره‌های کوچک را به دست میدهند.

آبشستگی در بسته آبرفتی سبب حفر و شکل گیری اشکال کانیونی و وادی (vadi) در دیواره آبراهه ها میگردد. ویژگیهای زمین ساختی در پهنه ساختاری البرز نشان از عملکرد غالب آبشستگی از نوع زمین شناختی (geological scouring) دارد.

قطعات سازنده پوشش آبرفتی بسته، به دوری و نزدیکی از بلندپه‌های مبدأ و جنس رخساره مجموعه ای است از سازندهای سنگهای رسوبی - پلتي و رسوبی کربناته و قطعاتی از سنگهای دگرگونه و آذرین که به ترتیب از سوی بالا رود تا بستر حوضه رسوبگذاری از اندازه آنها کاسته شده و به نسبت کرویت و گردشگری آنها افزوده میگردد.

سیستم آبراهه ها در انواع Consequent، Subsequent، Resequent و گاه در محل پرتگاههای گسله آبراهه های Obsequent در بستری از سنگهای نرم فرسا و سخت فرسا قابل مشاهده است. در این میان بیشتر آبراهه های اصلی در دهه subsequent می باشند.

چینه شناختی

این منطقه دربرگیرنده سنگهایی از دورانهای کهن زیستی تا نوزیستی است. رویداد چندین مرحله گسلش برش - راندگی و تغییرات ساختاری دیگر بررسی تغییرات رخساره ای و اندازه گیری ستبرا و گهگاه پیوند میان واحدهای چینه ای را دشوار ساخته است.

آگاهیهای ذیل از بررسی چینه شناختی هر برگه رورانه به تنهایی و پس از تلفیق آنها با یکدیگر بدست آمده است:

دوران کهن زیستی (Paleozoic)

کهن ترین سنگهای موجود در منطقه مورد بررسی را ردیفی از سنگهای تخریبی، شیلهای ماسه ای و سنگ ماسه ای آرژیلی نازک تا میان لایه به رنگ سبز زیتونی تشکیل میدهد (Pz^{ssh1}). برگوارگی غالب در این سنگ نهشته ها 304/45 با طبقه بندی 335/55 است.

نهشته های مذکور در گذشته هم ارز سنگ نهشته های سازند لالون در نظر گرفته شده به سبب نبود داده های سنی دقیق و چینه شناختی و جایگاه چینه ای، این واحد را میتوان هم ارز بخش بالائی از سازند میلا؟ و یا بخش میانی از سازند لالون؟ منظور کرد. این واحد در بالا به گونه ای ناپیوسته و هم شیب به سنگ های آتشفشانی واحد Pz^{v1} می پیوندد و در جنوب و جنوب باختری روستای تاتاورود قابل مشاهده است.

واحد Pz^{v1} شامل سنگهای آتشفشانی است که با ترکیبی بازیک و آلكالن از انواع کراتوفیر و اسپیلیت ظاهر میگردد.

مجموعه ای از سنگ ماسه سیلتی و شیل با دگرگونی خفیف و بیشینه ستبرای ۳۰ سانتی متر و میان لایه هایی از سنگ آهک خاکستری تیره و کریستالیزه و افقهایی از سنگ های آندزیتی و دگرسان (Pz) گستره قابل توجهی از بخشهای جنوب باختری ورقه را دربر گرفته است. این نهشته های توربیدیتی براساس ویژگیهای چینه ای و سنی درون لایه های سنگ آهکی منسوب به بخش های بالایی از پالئوزوئیک بوده و در بالاترین بخش ها توسط سنگ آهکهای دونین بالایی و ردیفهای شیل و سنگ آهک کربونیفر با همبری همساز (disconformity)، پوشیده میگردد.

برگه هایی از طبقات متوسط تا ضخیم لایه از سنگ آهک خاکستری تیره Pz¹ با رگچه های کلسیتی فراوان و بشدت کریستالیزه در میان نهشته های واحد Pz مشاهده میگردد که براساس کونودونتهای موجود در آن سن سیلورین - دونین برای آنها منظور میگردد (G. C. Clark, et al, 1975).

افزون بر طبقات سنگ آهکی فوق میان لایه هایی از سنگهای آتشفشانی با ترکیب کالکوالکالان در رده سنگهای بازالتی و آندزیتی دگرسان Pz² در بخشهای فوقانی واحد Pz قابل مشاهده است.

در محل معدن تطف رود سنگ آهک فسیل دار گوشتی رنگ و کریستالیزه ضخیم لایه و بسیار سخت سیلتی از نوع بیومیکرایت با مختصات طبقه بندی 212/26 مملو از آثار فسیلی (D³) قابل مشاهده است که براساس فسیلهای:

Styliolina sp.

Plagic fauna (reworked) trilobite deb., Ostracoda, Gastropoda, Echinoid spine, Echinoid frag., crinoid stem,

می توان سن دونین بالایی را به آن منسوب داشت.

تناوبی از طبقات نازک تا متوسط لایه از سنگ آهک بیومیکرایت خاکستری و بایو (fetid) و شیل های سیاه رنگ با قطعات لیتوکلست و اینترا کلاست فراوان (C¹) با همبری پوشیده در ردیف نهشته های پالئوزوئیک بالایی قرار دارد براساس فسیل های:

Mediocris spp., Tobertina sp., Eostaffella sp., Bisphaera sp., Paleospiroplectammina sp., Nodosinella sp., Umbrella sp., Brachiopods spine, Echinoid spine, Bryozoa

سن کربونیفر مربوط به آشکوب ویزن را برای آن میتوان در نظر داشت.

ردیفی از کنگلومرا، سنگ ماسه قهوه ای (سنگ ماسه کوارتز آرنایتی) و سیلتستون های ضخیم لایه گاه در بخش هائی با طبقاتی از سنگ آهک دولومیتی (P^sd) همراهی میگردد. طبقات ستبر لایه از کنگلومرا با قطعاتی با قطر متوسط ۳ سانتیمتر با جورشدگی خوب و گردشگی ضعیف تا متوسط و کرویت متوسط تا خوب با آژندی از ماسه و سیلت کانه دار که به سوی بالا به طبقات سنگ ماسه آرکوزی ضخیم لایه و سیلت های آرژیلی لایه تبدیل میشود.

در بخش بالا طبقات ستبر لایه از سنگ آهک دولومیتی و لایه هائی از ماسه سنگ کوارتز آرنایت شیری رنگ از مهمترین واحدهای سنگی در بخش های باختری و جنوب باختری ورقه است که باتوجه به ویژگی های چینه ای هم ارز سازند درود محسوب میگردند. همبری این واحد در پائین در بیشتر بخش ها پوشیده است ولی در جنوب باختری ناحیه مورد بررسی باهمبری از نوع هم شیب با نبود زمانی (paraconformable) بر روی دگرگونه های پالئوزوئیک قرار میگیرند. در باختر ناحیه مورد مطالعه یک سری سنگ های آهکی خاکستری و نازک لایه با رخساره بیواسپارایت که دارای لیتوکلست فراوان می باشند در تناوب با شیل های آهکی و سنگ ماسه های آرژیلی سیاهرنگ دیده میشوند. از دیدگاه چینه ای، این سنگ نهشته ها هم ارز بخش هائی از واحدهای منسوب به کربونیفر و پرمین آغازین محسوب میشوند که باعلامت CP¹ به نقشه در آمده اند.

طبقاتی از سنگ آهک بدبو و کریستالیزه با رنگ خاکستری و رگچه های کلسیتی فراوان که در بخش های پائینی نازک لایه و در بخش های فوقانی ستبر لایه میشوند و باگذری تدریجی بر روی بخش های فوقانی سازند درود مشاهده می شوند بیشتر همبریهای این سنگ نهشته ها گسلیده بوده و در قالب برگه های رانده مشاهده میگردند. بر اساس جایگاه چینه ای و ویژگیهای سنگی و فسیلی این سنگ نهشته های آهکی هم ارز سازند روتبه با علامت P¹ بوده و حاوی فسیلهایی به شرح ذیل می باشند:

Stipulina SP., Tubertina SP., Calcitherella SP., Endothyra SP., Parafusulina SP., Pachypholia SP., Genitzina SP.

بی تردید این سنگهای آهکی در بخشهای بالایی در باختر ورقه نازک لایه شده و با مختصات 170/55 و رخساره بیومیکریت تا میکرواسپارایت بر اساس فسیلهای ذیل نشان از بخشهای آغازین آشکوب جلفین از پرمین پایانی دارند: Globirelina SP., Profosolinella, Cribrogenerira SP., Godonofusiella SP., Richelina SP., Ictyolaria SP., Toberitina SP.

این بخش از سنگ نهشته های پرمین باعلامت P_n^1 به نقشه در آمده است که هم ارز سازند نسن محسوب میگردند.

دوران میان زیستی (Mesozoic)

سنگهای رسوبی این دوران در ناحیه مورد مطالعه، ردیفی رسوبی - دلتایی از رخساره های sub-intratidal تریاس بالا، ژوراسیک پایین، چینه های آواری ژوراسیک میانی و بالایی و برونزدهای گسترده ای از کرتاسه آغازین است که در اقلیم های گوناگون تکتونیک ته نشست یافته اند.

کهن ترین واحد از مزوزوئیک را سنگهای ماسه ای گریوکی- لیتارنایت آرکوزی و سنگ های سیلتی با کنگلومرا و بازالت های اسپلیتی در پی تشکیل میدهد. کنگلومرای پی در این واحد ناهمگن بوده و دارای قطعات کوارتزیت با گردشگی خوب و سیمان سخت می باشد. گسترش این سنگ نهشته ها در سوی جنوب خاوری ورقه به ویژه در برگه رودبار قابل توجه و رهگیری است که گاه دچار دگرگونی های خفیف حرکتی نیز شده اند. بقایای گیاهی و آثار ذغالی به همراه دایکهای از کلسیت و باریت با ستبرای تا ۴۰ سانتیمتر و چینه بندی چلیپایی از ویژگیهای آشکار این واحد تخریبی است.

این نهشته ها با همبری زاویه دار بر روی سنگهای کربناته پالئوزوئیک قرار گرفته و تبدیل آن به دیگر رخساره های هم ارز ژوراسیک نامعلوم است. از دیدگاه چینه شناختی این واحد را میتوان هم ارز سازند شمشک در نظر گرفت که با علامت TRJ_s به نقشه در آمده است.

در نیمه جنوبی ورقه بندر انزلی گسترش قابل توجهی از سنگ نهشته های تخریبی مشابه سازند شمشک قرار دارد که در گذشته همگی در رده این سازند محسوب شده اند. نظر به ویژگی های ساختاری و چینه ای جایگاه تشکیل نهشته های مذکور بر خلاف ویژگی های مشابه با شمشک در اقلیم های کششی چون کافت های برشی در نظر گرفته شده و از این رو با علائم ویژه در نقشه ثبت شده اند.

وجود گدازه های آکالن در جای جای این نهشته ها و ستبرای بسیار واحد در تبدیل به آتشفشانی های آکالن کرتاسه بالایی از مهمترین ویژگیهای سنگی در این نهشته هاست.

طبقاتی ستبر از کنگلومرای ناهمگن با گرد شدگی، کرویت و سخت شدگی خوب به همراه جور شدگی متوسط حاوی قطعات تا سنگ ماسه با دگر شیبی بر روی مجموعه دگرگونی گشت قرار میگیرد. اندازه قطعات نزدیک به ۱۵ سانتیمتر بوده و تناوب آن با کنگلومرای شمشک در کمی قطعات کوارتزیتی داخل کنگلومراست (J^{CS}_2) این طبقات در بخشهای بالایی در ترادف با سنگ ماسه سیلتی و آرکوزی می باشد.

افقهای سنگ ماسه ای به شدت هوازده بوده و در پاره ای مناطق ژرفای دگرسانی نزدیک به ۳ سانتیمتر است. واحد J^{CS}_2 با گذرتدریجی به سنگ نهشته های آواری شامل سنگ ماسه آرنایتی و سنگ سیلت و شیل تبدیل میشود، این طبقات که در بخشهای بالایی ستبر لایه و آرکوزی می باشند حاوی ایستولیت ها و کنکرسینونهای بزرگی است که در پاره ای بخشها حاوی آثار گیاهی و میکروکنگولومرا می باشد. رنگ ظاهری کرم خاکستری و رنگ تازه کرم روشن خاکستری سبز با قطعاتی کوچکتر از ۱ سانتیمتر از ویژگی های این افق های میکروکنگولومرائی است (J^{SSL}_2-3).

ویژگی های چینه ای و زیستی نهشته های واحد J^{SSL}_2-3 گستره زمانی از ژوراسیک میانی تا بالایی را در بر میگیرد.

همبری این واحد با نهشته های پالئوزوئیک از نوع دگر شیب زاویه دار می باشد که در بیشتر نواحی پوشیده و گسلیده است

ادامه این واحد با پیدایش افقهای از سنگ آهک چرتی، توف و گدازه در بخشهای بالایی با گذر تدریجی به سنگ نهشته های آرزیلی کربناته منسوب به نئوکومین می پیوندد.

سنگ آهکهای نازک تا متوسط لایه گلوکونیتی و فیلی رنگ در تناوب با سنگ ماسه سیلتی و توف ماسه ای حاوی قطعات دو کفه ای و فسیل هایی چون:

Calpionellidae, Tintinnopselle sp., Nodosarid,
Cristellaria SP., Textularia sp., Radiolaria,
Spongia spicules, Ostracada, crinoid frag

میباشد. این رخساره بیومیکرایتی هم ارز سازند شال (J^{sh}_3) بوده و با همبری پیوسته و هم شیب (conformable) به رخساره های نئوکومین می پیوندد. این واحد رسوبی را میتوان حاصل تغییرات جانبی سنگ نهشته های سازند لار منظور نمود. نئوکومین با دو رخساره کربناته و تخریبی با گسترشی قابل توجه در بخشهای جنوبی و شمال باختری ورقه مشاهده میگردد. رخساره کربناته شامل طبقات متوسط تا سبتر لایه از سنگ آهک ماسه ای و آرژیلی است که در قاعده با افقهایی از لیتیک توف کریستالیزه همراه می باشد (J_3K^1). رخساره هم ارز این واحد در شمال باختر بیشتر شامل شیلهای سیلتی و سنگ آهک آرژیلی بوده و حاوی گریوک، کنگلومرا و برش درون سازندی با قطعات کریتاتی زاویه دار با قطری ۵ سانتیمتر و ضخامتی نزدیک به ۱ متر میباشد ($J_3K^{sl}_1$). در میان این سنگ نهشته ها گاه افقهای نازک لایه ای از شیلهای هیدورکربور دار که به شدت متاثر از گسلش کششی همزمان بارسوبگذاری است قابل مشاهده است. جایگاه چینه ای و متشکله های زیستی نشان از گستره زمانی از ژوراسیک پایانی تا نئوکومین دارد. گرچه از بخشهای فوقانی این واحد فسیلی شاخص بدست نیامده بخشهای بالایی واحد مذکور با ترکیبی بیشتر آرژیلی و ماسه ای (K^{ssh}_1) به شدت متاثر از نیروهای برشی و چین های مخروطی است.

گوشه شمال باختری ورقه پوشیده از سنگهای آتشفشانی با ترکیب بازیک تا میانه (intermediate-basic) است که یکی از زیباترین ساختهای فرسایشی پوست پیازی را به نمایش میگذارند (K^{v_2}). ترادفی از توف ریزدانه و نازک لایه و طبقات آگلومرا، خاکستر و سنگهای آتشفشانی با ترکیب بازیک تا میانه عمده تشکیل دهند واحد (K^{v_2}) می باشند که گاه رخساره توربیدیتی را با ریز لایه ها و ویژگیهای ساختی و بافتی خود ظاهر میسازد. این واحد گسلیده و برشی در بخش هائی به شدت بازیک شده و شامل سنگهائی چون لامپروفیر و بازانیت به همراه آلکالی دیباز و گاه ساختهائی چون گدازه های بالشی در کنار نهشته های پیروکلاستیک میگردد.

رخنمون دیگری از این سنگهای آتشفشانی در باختر ناحیه در شمال خاوری ماسوله قابل مشاهده است که به سبب ترکیب و جایگاه چینه ای آن را میتوان منسوب به واحد (K^{v_2}) در نظر داشت. در برونزد کوچکی در جنوب خاوری ورقه، هیالو آندزیتها با آژند شیشه ای حاشیه یک توده آذرین را شکل میدهند. واحد (K^{v_2}) با ترکیبی که بیشتر در زیر آب شکل گرفته است بر روی نهشته های منسوب به ژوراسیک پایانی و نئوکومین و گاه مجموعه افیولیتی می نشیند و خود با همبری از نوع آذرین پی توسط سنگ نهشته های واحد (K^{ls}_2) پوشیده میشود. واحد مذکور شامل ترادفی است از سنگ آهک های تخریبی و آرژیلی به همراه شیل ها و سنگ ماسه های آرژیلی که گاه با میان لایه هایی از سنگهای آتشفشانی بازالتی - آندزیتی همراهی میگردد. این نهشته ها در باختر محدوده ورقه در پاره ای بخشها با پی از کنگلومرا و آگلومرا بر روی واحدهای کهن تر قرار میگردد.

دوران نوزیستی (Cenozoic)

از نهشته های این دوران به جز گرانیتوئیدهای واحد Ng^{gf} که در نئوژن در میان سنگ نهشته های کهن تر جای گرفته اند فقط بازمانده هایی از رسوبات سخت نشده اقلیم های قاره ای - دریایی منسوب به کواترنری در بخش شمال باختری ورقه قابل مشاهده است. بر اساس تشابهات ژئوشیمیایی و مطالعات گذشته (Nazari, et al, 1995) این مجموعه گرانیتوئیدی را میتوان از نوع S و قابل مقایسه با گرانیتهای لاهیجان دانست.

تقسیم بندی رخساره ای نهشته های ساحلی - کواترنری

رخساره سیلابی (Diluvial)

بعنوان محصول ثانوی حاصل از فرسایش سنگها در کوههای البرز در وهله اول سوالهای زیادی از جمله درجه فرسایش و مشخصات و چگونگی تشکیل رسوبات آبرفتی و حمل آنها بشرح زیر مطرح میگردد.

سنگهای فرسایش یافته در حالت عمومی وقتی میتوانند بصورت واریزه در پای دامنه کوه انباشته گردند که از یک دیوار سخت و بلند در فرآیندهای فرسایشی شرکت داشته باشند (مانند سنگریزه، قلوه سنگ و بلوکهای سنگی). این مواد فرسوده شده در پای دامنه کوهها بصورت بلوکهای انبوه انباشته شده و بندرت تشکیل قلوه سنگهای ریزتر را داده‌اند. این بلوکها اغلب و به سرعت بوسیله سیمانی از آبرفتهای دانه ریز بهم چسبیده اند ولی اگر این واریزه ها بطور مستقیم در بستر رودخانه ها قرارگیرد تا فاصله ۲ تا ۳ کیلومتری دور از دامنه در دشت رانده میشوند.

نهبشته های ماسه ای سیلنتی ورستی حاصل از عمل فرسایش عملاً و در تمام نقاط با هر گونه قدرت حمل (معمولاً با بارانهای تند حمل میشوند) دیده میشوند. این نهبشته ها توده های بزرگ واریزه ای متفاوت را با ترکیبات مختلفی تشکیل میدهند که بطور کلی در تمام دامنه های البرز بعنوان منابع غنی شن و ماسه مورد استفاده میگیرند.

زمین لغزش ها اغلب در دهانه رودخانه کوهستانی که عمیقاً بستر خود را بریده اند تشکیل شده و در کوههای البرز از این نمونه ها فراوان دیده میشوند.

در بسیاری از نقاط این نهبشته ها اهمیت عمل حمل رودخانه ها را نشان میدهند (چگونگی تشکیل یک نهبشته و تشکیل یک بستر رودخانه در اثر عمل فرسایش و حمل) قسمت عمده ای از مواد آبرفتی معلق که در اثر نیروی فرسایش شدید رودخانه ها حاصل میشوند در پادگانه های ساحلی نهبشته میگردند، در اثر حرکت این توده ها لغزشی است که با همراه شدن آب بصورت گل آب غلیظی در آمده و مواد آنرا بصورت معلق تا ساحل حمل می نمایند.

نهبشته های سیلابی در ارتفاعات البرز تا بلندی حدود ۸۰ متر (از سطح دریا) دیده میشوند که امکان دارد بطور اتفاقی در ارتفاع ۳۰ متری نیز وجود داشته باشند. این رسوبات در همه جا بصورت نهبشته های پراکنده دیده میشوند و بخاطر ترکیب آنها بندرت بعنوان خاک مطلوب در کشاورزی مورد استفاده قرار میگیرند. در ساختمانهای داخلی این نهبشته ها از ساختارهای رسوبی سیلابی رودخانه های آب شیرین فراوان دیده میشود.

در نقاط پست تربلعت فرسایش قسمت‌های بالایی آنها بسرعت مسطح شده و باین ترتیب فقط در بعضی موارد بلوکهای سنگی بزرگی که قدرت حمل بر آنها اثر نکرده در این نهبشته ها دیده میشوند (نوگل سادات، م، ۱۳۷۱).

رخساره رسوبات سیلابی - رودخانه ای (proluvial)

در ارتفاع بین ۴۰+ متر تا ۱۰۰+ نهبشته های سیلابی ریخت شناسی خاصی را تشکیل میدهند که کمتر منظم بوده و شیب ملایمی بطرف دریا دارند. این نهبشته ها تشکیل سکویی (platform) را میدهند که در ساختار آنها منحصراً دانه‌های ماسه ای سیلنتی و یا رسی سیلنتی شرکت دارند. این نهبشته ها اصولاً در فاصله چند صد متری تا ۴-۳ کیلومتر دورتر از دریا تشکیل شده اند و از جنس واریزه هایی هستند که بعلت نزولهای نامنظم باران و عمل سیل جابجا شده و عمل جورشدگی دانه های تشکیل دهنده آن نیز انجام گرفته است.

توالی رسوبی در این نهبشته ها بنحوی است که در افقهای مختلف تشکیل دهنده آنها تعداد زیادی از افقهای خاک فسیلی (افقهای قهوه ای فرسوده شده) دیده میشوند. این افقها گویای این واقعیت هستند که تمایل رسوبگذاری از نوع سیلابی رودخانه ای بمنظور تشکیل توالی رسوبی مختلف بدون دخالت پیشروی دریا و رسوبگذاری دریایی نقش مهمی ایفا نموده است.

رسوبات آبرفتی - سیلابی تشکیل ساختمانهای رسوبی را میدهند که نمایانگر تبدیل تدریجی رسوبگذاری آبرفتی - سیلابی و آبرفتهای معمولی هستند که هر کدام گهگاه بطور مستقیم تشکیل میشده اند. این رسوبات در افقهایی که در تماس با آبهای زیر زمینی هستند ساختمانهای رسوبی مبهمی پیدا نموده اند و با رسوبات نوع مخروط افکنه ای بطور جانبی تغییر رخساره داده اند بطوریکه رخنمونهای آنها با نامشخص بوده لایه بندی و اکثراً دارا بودن تغییرات جانبی در ترکیب دانه بندی خود مشخص هستند. این لایه از دید زایشی به شکلی هستند که ترابری رسوبی یک باری و حمل به فاصله کوتاه مشخص می باشند، (نوگل سادات، م، ۱۳۷۱).

تالاب انزلی

تالاب انزلی بزرگترین دریاچه آب شیرین میباشد که دارای ۳۰ کیلومتر طول و ۸ کیلومتر عرض می باشد وسعت تالاب در فصول مرطوب تا ۱۶۰ کیلومتر مربع افزایش و در فصل گرم تا ۱۲۰ کیلومتر مربع کاهش مییابد. بخش عمده

ای از رسوبات موجود در تالاب از گل سیاه‌رنگ سرشار از مواد ارگانیکی تشکیل شده است که دارای مقدار زیادی از بقایای جانوری و گیاهی و رسی فسیلدار می باشد. ضخامت این رسوبات گلی بین ۱ تا ۴ متر تغییر مینماید. از نظر کمی این رسوبات محتوی ۲۰ تا ۲۲٪ مواد آلی، ۷۰-۶۰ درصد گل یا رس و ۲۰-۸ درصد پوسته استراکد، فرامینیفر و صدف گاستروپودپولسی پد میباشند (نوگل سادات، م، ۱۳۷۱).

رخساره رودخانه ای (fluvial)

ترابری واقعی رودخانه ها و رسوبگذاری انواع آبرفتهای رودخانه ای در بخش کوچکی از مسیر رودخانه های متعددی که در هر قسمت از ساحل وجود دارند انجام میگردد این رسوبات در ابعاد وسیعتری اغلب به صورت مخروطهای افکنه رودخانه های بزرگ هستند که از ارتفاعات بلند سرچشمه گرفته و مخروط افکنه رسوبگذاری خود را در جهتی که شیب ملایمی بطرف نقاط پست تر ایجاد مینماید، برمی گیرند.

تشکیل این آبرفتها اغلب به علت ترابری نهشته های کف رودخانه و حفر آنها به میزان ۵-۳ متر و عملاً در زمان بارندگیهای شدید اتفاق افتاده است. در فواصل بین این بارندگیها، بسیاری از این رودخانه ها که موقت هستند خشک شده و باین دلیل توان خود را از دست میدهند تا اینکه مانند زمان بارندگیهای شدید بتوانند آنها را در کانال واحدی هدایت نمایند. تقریباً در هر موج جدید ترابری فرسایش نهشته های موجود در مسیر بوسیله نیروی آب حمل شده و در ضمن زمینهای تحت اثر این موج بعد از فرسایش در ارتفاع بالاتری نیز قرار میگیرند.

علیرغم کوتاهی عمر سیل و کم شدن قدرت آن، بافتها و ساختارهای متعدد رسوبی در هر نوبت فرسایش بر ملا می شود. در بافت ماسه ها نه تنها ساخت رسوبی مانند لایه بندی مورب بندرت دیده میشود، بلکه در بعضی قسمتها لایه بندی دانه بندی شده (graded bedding) فراوان دیده میشود که در چنین افقی ابتدا قلوه های درشت تر و بلوکهای بزرگ سنگی وجود داشته و بتدریج بوسیله لایه های دانه ریز سیلتی - سیلتی رسی پوشیده میشوند (نوگل سادات، م، ۱۳۷۱).

رخساره آبرفتی (alluvial facies)

در بعضی از قسمتهای نوار ساحلی دریای خزر، بعنوان مثال بین آستارا و پونل در استان گیلان در فواصل کم افقهای هم تراز یکنواختی در ارتفاع ۲۵- تا +۰ متر پراکنده هستند که در نگاه اول میتوان بعنوان پادگانه های قبل از پیشروی دریا قلمداد نمود که بهر صورت امروز ریخت شناسی اولیه این پادگانه ها بسختی قابل تشخیص است. چون این زمینها بطور گسترده ای زیر پوشش کشاورزی (برنجکاری) هستند و سیستم آبیاری وسیعی بر آنها حاکم است.

در رابطه با تشکیل این دشت میتوان تعداد زیادی مقاطع فرسایش یافته ای که توسط رودخانه نتیجه شده اند و در بعضی موارد بیش از ۵ متر ارتفاع دارند تشخیص داد. توالی رسوبی در اینجا بیشتر از نهشته های دانه ریز ماسه ای، سیلتی - رسی تشکیل شده است که در بین آنها بین لایه هایی از رسوبات دانه درشت ماسه های آبرفتی نیز بطور برجسته اند. ترکیب این رسوبات، مقایسه ارتباط بین لایه ها و بافت رسوبات آبرفتی چنین مینمایاند که سیلابهای نامنظم در زمانهای طولانی و در فازهای سیلابی متعدد حاکم بوده است، این رسوبات در چند دسیمتری بالای سطح آبهای زیر زمینی تشکیل شده اند و علامت مشخصه ای بر این امر هستند که نزدیکی سطح آب دریا می باشند. در این رسوبات، اغلب افقهای فسیل داری که واجد آثار و بقایای گیاهی خوب حفظ شده می باشند و همچنین آثار فسیلهای جانوری قابل مشاهده اند.

رخساره ساحلی

قسمت اعظم از ساحل امروزی جنوب دریای خزر از نهشته های دانه ریز تا دانه متوسط ماسه ای ساحلی تشکیل شده است که حتی هنگام جزر و مدهای بزرگ بندرت به ارتفاع ۲۶- متر میرسند. این نهشته ها در تمام طول ساحل از آستارا تا نکا، نواری به پهنای حدود ۲۰۰ متر را تشکیل میدهند. این نهشته ها تشکیل زونی با تلاقی و گلی را داده اند که دسترسی به آن بسیار مشکل است.

در مقاطع تهیه شده از سواحل چنین بر می آید که زیاد شدن عمق با درشت تر شدن دانه ها (درحد گراول) همراه است که با لایه بندیهای متقاطع دیده میشوند و نشان دهنده یک ترابری آبرفتی رودخانه ای است. این وضع گویای جابجایی دائمی رودخانه های فراوانی است که در این ناحیه دیده میشوند. باین جهت است برشهای رسوباتی که منشاء

دریایی دارند بخوبی ظاهر میشوند. تشخیص و تعبیر اینکه رسوبات نسبتاً جوان دریایی (ساحل) در اثر عملکرد مراحل مختلف رودخانه ها آنچنان کامل تغییر مکان بدهند از نظر چگونگی تشکیل سطوح فسیلی دریا حائز اهمیت میباشد، زیرا با توجه به ریخت شناسی ساحل در وهله اول و بطور مستقیم نمی توان دریایی بودن رسوبات آنها را تعیین نمود بلکه بطور غیر مستقیم میتوان تشکیل آنها را از فرآیندهای فوق الذکر نتیجه دانست.

خط ساحلی جوان که باقیمانده ای از تپه ماهورهای ساحلی قدیمی است در تمام طول خود بین ۳ تا حداکثر ۸ متر ارتفاع دارند و از ماسه با درفتی بوسیله یک دیواره ماسه ای جدا هستند (نوگل سادات، م، ۱۳۷۱).

رخساره های خشکی

در طول دیواره های ساحلی جوان (زمان حاضر) در بندر انزلی (مرداب انزلی) رخساره هایی وجود دارد که قسمت اعظمی از آنها در افق پایینتر از ۲۸- متر قرار دارند و بصورت هموار و مسطح میباشد و در رخنمونهایی که از آنها در اثر عمل دریا حاصل شده نهشته هایی خلاف رخساره خشکی دیده میشود و رسوبگذاری در شرایط لب شور نشان میدهد که به سرعت توسعه پیدا نموده اند. گسترش این مردابها در فواصل دورتر به شکلی است که عملاً زمینهای کشاورزی را تشکیل می دهند، زیرا نهشته های سطحی، از نظر ترکیب تشکیل خاکهای کشاورزی حاصلخیزی را داده است. اگر چه در مرداب انزلی رسوبات ارگانیک آواری (organo-clastic) حاکمیت دارد ولی نظیر این نوع رسوبات در بعضی نقاط در عمق زیادتر (بعنوان مثال در شمال لنگرود) نیز یافت میشوند. و این در حالیست که در قسمت اعظم زمینهای موجود هم طراز سطح افق از رسوبات آواری پوشانیده است. در کنار اینها باید از وجود نهشته هایی که شباهت به رسوبات استیسی دارند و در فواصلی دورتر از نهشته های یاد شده دیده میشوند و بعنوان زمینهای مزروعی مورد استفاده قرار میگیرند نیز نام برد (نوگل سادات، م، ۱۳۷۱).

واحدهای آذرین

توده هایی با اندازه های متفاوت و ترکیبی از گرانیتوئید شیری رنگ شامل گرانیت و آپلیتهای سفید رنگ و پگماتیت و شیرابه های سیلیسی کانه دار با تراکمی در مرکز و باختر و جنوب باختری ورقه قابل مشاهده اند، این گرانیتها به سبب عملکرد نیروهای زمین ساختی و شرایط اقلیمی افزون بر هوازگی بسیار، ساختی کاتاکلاستیکی را از خود به نمایش میگذارد. با توجه به ویژگی های شیمیایی و چینه ای، این واحد با علامت Ng^{gf} در نقشه درج شده است. سیمای بازمانده از این گرانیتوئیدها همچون بودین هایی در یک ساختمان هم شیب (isocline)، با راستای محوری شمال باختری جنوب خاوری قابل مشاهده است.

مجموعه ای از دایکها (di) با ترکیب بازیک آندزیتی بازالتی شامل دیابازها و دلریتهای کانه دار و آندریتهای پورفیری با راستای غالب شمالی- جنوبی در گوشه جنوب باختری ورقه در میان مجموعه های منسوب به پالئوزوئیک مشاهده میگردد. ستبرای این دایکها گاه نزدیک به ۴ متر و درازای آنها تا ۱۰۰۰ متر میرسد. از نظر سنی شواهد کافی در دست نیست ولی نظر به اینکه این دایکها تمامی نهشته های پالئوزوئیک پایانی را نیز قطع کرده و دایکهای مشابهی از آن را میتوان در سنگ نهشته های ژوراسیک یافت شاید بتوان آنها را از نظر سنی پیش از کرتاسه منظور نمود.

سنگهای مجموعه افیولیتی شاندرمن

مجموعه با ترکیب سنگهای الترابازیک و بازیک در بلندبهای باختری اسالم- شاندرمن شامل سنگ های دونیتی و سرپانتینیت، گابرو و تردافی از شیبتهای بازیک با نام کمپلکس دگرگونی شاندرمن- اسالم معرفی و به عنوان بقایایی از پوسته اقیانوسی تئیس کهن (Paleo tethys) در نظر گرفته شده است. بقایای دیگری از این واحد افیولیتی در کناره شمالی و جنوبی جاده ماسوله - فومن قابل مشاهده است. این مجموعه افیولیتی با دگرگونی در رخساره شیبست سبز با توجه به ویژگی های سنگی میتوان به بخشهای ذیل تقسیم بندی نمود:

- سنگهای الترابازیک شامل دونیت و پیروکسنیت سرپانتینیتی شده شامل الیون- پیروکسن اسپینل کروم دار و کانه های اپاک، کریزوتیل، آنتی گوریت، کلریت در آنها رشد نموده است (Pz^{ub1}). این سنگها در پاره ای بخشها دگرگون میباشند.

- مجموعه ای از آکالی گابروهای لایه لایه (layered gabbro) (Pz^{gb1}) شامل لایه های فلسیک و مافیک از کانه های ایگوکلاز و سریسیت و کلینوپیروکسن، بیوتیت، کلریت و آپاتیت به همراه کانه هایی چون پرنهت و کلسیت میباشد

و در خود قطعات بیگانه ای از شیست یا متاسنگ ماسه را همراه دارد. این گابروها از نظر ترکیب شیمیایی در رده سنگهای تولیتی قرار میگیرند. در میان این سنگها آثاری از دگرگونی در رخساره زئولیت با ظهور کانه های پرنیت، کلسیت و گاه پلپی ویت قابل مشاهده است که از ویژگیهای دگرگونی بستر اقیانوس هاست. آلکالی گابروها با دایکهای دیبازی و میکرو گابرو اسپلیتی شده و رگچه های بازیک با ستبرای ۱۰۰-۵ سانتی متر در امتداد غالب N70W قطع میگردند. این دایکهای (Pz^{dish}_1) تغذیه کننده بخشهای بالایی گابروها بوده و با توجه به ویژگیهای ساختی میتوان آنها را در رده دایکهای صفحه ای (sheeted dike) در نظر گرفت. در جنوب جاده ماسوله و در خاور آن، توده هایی از گابرو، آلکالی گابروها و مونزوگابروهای برشی و دگرسان شده (gb_2) با گسترشی نزدیک به ۳ کیلومتر مربع و اشکال بیضی شکل قابل مشاهده است. این گابروها در پاره ای بخشها در حاشیه خود آثاری از دگرسانی و دگرگونی قهقرایی را به نمایش میگذارند که با توجه به شدت دگرسانی و هوازدگی و گسلش های بعدی در سطح توده مشاهده و تصمیم در مورد آنها بسیار مشکل میباشد. سنگهای این واحد در میان نهشته های دگرگون شاندرمن و گشت با همبری گسله قابل مشاهده است ولی در ظاهر در بیشتر بخشها با شیستها با همبری آذرین پی پوشیده میشوند.

همراه مجموعه افیولیتی ردیفی ستبر از نهشته های آواری - کافتی و دگرگون در رخساره شیست سبز قابل مشاهده است که به شدت گسلیده - چین خورده و دگرریخت میباشد. این نهشته های دگرگون شامل سنگ ماسه دگرگون شده، شیستها و اسلیت های با ترکیب بازیک تا میانه میباشد. وجود یک برگ وارگی و گاه دو خط وارگی از ویژگی های بسیار آشکار این نهشته هاست و بسته به نوع و سازو کار گسلش با راستاهای گوناگون ظاهر میشوند. در پاره ای نواحی توده های کوچکی از گرانیت های کاتاکلاستیکی و میلونیتی در میان شیستهای کانه دار دیده میشوند (Pz^{gn}_1) این توده های نفوذی کهن با گرانیت های مجموعه گشت قابل مقایسه می باشند. این نهشته های دگرگونه با توجه به وجود کانی هایی چون آندالوزیت و گرونا به دو بخش فیلیتی (Pz^{ph}_1) و شیستی قابل تقسیم بندی است که بخش شیستی آنها که شامل بیوتیت شیستهای آندالوزیت دار (Pz^{asch}_1) و گرونادار (Pz^{gsch}_1) میباشد خود در حد امکان تفکیک شده است. گرچه با توجه به پوشش گیاهی و شدت عملکرد نیروهای زمین ساختی شاید اینگونه تفکیک خالی از اشکال نیز نباشد. در بسیاری بخشها تفکیک بخشهای گوناگون مجموعه افیولیتی غیر ممکن مینماید و از این رو از آن با نام آمیزه افیولیتی (Pz^{om}_1) یاد شده است.

مجموعه افیولیتی با نهشته های گوناگون از سنگهای کربناته و آواری دوران های اول و دوم با ناپیوستگی هم شیب (disconformity) و زاویه دار (angular uniformity) پوشیده میگردد. آثاری از دگرگونی قهقرایی با نرخ فزونتر در مقایسه با سنگ نهشته های دگرگونه مجموعه گشت در واحدهای شیستی شاندرمن قابل مشاهده است که آن را می توان ناشی از دگرگونی در بستر اقیانوسی و نفوذ توده های گرانیتوئیدی مشابه توده های موجود در مجموعه گشت دانست.

مجموعه سنگهای دگرگونه گشت

ردیفی از سنگهای دگرگونی در رخساره های شیست سبز تا آمفیبولیت شیست در گستره ای نزدیک به ۴۰۰ کیلومتر مربع بخش مرکزی و باختری ورقه در بین رودهای ماسوله و سیاه مزگی جای گرفته اند. این دگرگونه ها شامل سنگهایی چون فیلیت، بیوتیت، مسکویت شیست، آندالوزیت، دیستن شیست، استروتید، کردیریت شیست، تورمالین، بیوتیت شیست، آمفیبولیت شیست و گرانیت گنیس یا گرانیت میلونیتی و کاتاکلاستیکی است که گاه در بخشهای فوقانی که بیشتر شامل کوارتزیت، آرنایت دگرگون شده و اسلیت می باشند با برکه هایی از سنگ آهک دولومیتی کریستالیزه با رنگ خاکستری تیره ستبر لایه و توده ای همراهی میگردد. ویژگیهای بافتی و شواهد فسیلی سنگهای مشابه در دیگر نواحی البرز نشان از سنی در گستره زمانی سیلورین - دونین برای بخش فوقانی دارد.

واحد فیلیتی (Pz^{ph}_1) که بیشتر شامل شیل های نازک لایه زیتونی و سنگ ماسه های متوسط لایه تا ستبر لایه آجری رنگ با رنگ تازه زیتونی و دگرگونه است، وجود دو خطواره رمبوند و یک برگواری به همراه کانیهای نا برجا و چرخیده ای (pre-tectonic) چون گارنت و دیستن از ویژگیهای قابل ذکر این سنگ نهشته های دگرگونه است (Pz^{dph}_1).

سریسیت شیستهای واحد (Pz^{ph1}) با همبری از نوع دگر شیبی زاویه دار با افقی ستبر از کوارتزیت شیری رنگ (Pz^{q1}) و آرنایت‌های صورتی ستبر لایه رخساره ای از آمفیبول شیست و بیوتیت شیستهای گانه دار قرار می‌گیرد. چین خوردگیهای مکرر با راستای محوری شمال باختری - جنوب خاوری و گسلشهای مکرر و عدسی‌هایی از گرانیتوئیدهای کاتاکلاستیکی M^{gr} که با دگرگونی‌های همبری ناشی از نفوذ آنها از دیگر ویژگی‌های قابل توجه در این واحد است.

بخش فوقانی مجموعه گشت شامل سنگهای گوناگونی در رخساره‌های بالای دگرگونی است. سنگهایی چون شیستهای دومیکایی با گانه‌هایی چون استارولیت، دیستن، کوردیریت، سلیمانیت، تورمالین از مهمترین متشکله‌های بخش تحتانی گشت می‌باشند. ردیف دگرگونه فوق با نفوذ توده‌هایی از گرانیت‌های گنیسی و میلیونیتی و کاتاکلاستیکی (PC^{cgr}) دچار دگرگونی حرارتی شده و افزون بر ظهور گانه‌های عارضه‌ای ناشی از اثر حرارتی توده دچار دگرگونی قهقرایی نیز شده است.

این دگرگونی قهقرایی با حفظ ساختار بلوری سبب هضم و تشکیل گانه‌های حرارت پایین چون مسکویت و کلریت در کنار دیگر کانی‌های حرارت و فشار بالا چون سیلیمانیت، دیستن و ... شده است.

مشابه این دگرگونی برگشتی در دیگر سنگهای دگرگونه این ناحیه چون دگرگونه‌های افیولیتی شاندرمن نیز قابل مشاهده است. اثر زمین ساخت برشی در گستره‌ای قابل توجه و نرخ بالا در کنار نفوذ توده‌های گرانوتئیدی (PC^{cgr}) از مهمترین عوامل ظهور دگرگونی‌های قهقرایی در این رخساره‌هاست. اثر دگرگونی قهقرایی و زمین ساخت برشی در تمامی رخساره‌های سنگی پیش از پرمین آشکارا قابل رهگیری است. وجود یک برگوارگی شاخص مشابه برگوارگی در بخش فوقانی به همراه ساختهای برشی از ویژگیهای ساختاری این نهشته‌های آواری و دگرگونه است که در ساخت و بافت سنگهای مذکور آشکارا مشاهده می‌گردد. محور اصلی این ساختمان‌ها شامل باختری - جنوب باختری است بر این اساس با توجه به نوع کانی و نرخ نسبی دگرگونی ناحیه‌ای و حرارتی، سنگهای دگرگونی فوق به انواع تورمالین - سریسیت شیست (PC^{tsch})، آمفیبول شیست (PC^{amsch})، استارولیت، دیستن شیست (PC^{ssch}) و بیوتیت - مسکویت شیست (PC^{bsch}) قابل تقسیم می‌باشند. با توجه به ویژگیهای چینه‌ای و ساختی ذکر شده میتوان سن نهشته‌های بخش تحتانی مجموعه گشت را به پرکامبرین منسوب داشت.

بخش فوقانی مجموعه گشت را میتوان هم ارز مجموعه توربیدایت‌های دگرگونه افیولیتی شاندرمن و مجموعه رخساره‌های آواری توربیدایتی پالئوزوئیک بالایی دانست. سنگ نهشته‌های دگرگونه بخش فوقانی مجموعه گشت با تغییرات جانبی و همبری بین انگشتی به مجموعه رخساره‌های گانه دگرگونی پالئوزوئیک می‌پیوندند و در دیگر نقاط با همبری از نوع آذرین پی و با دگر شیبی زاویه دار در زیر سنگ نهشته‌های دوران دوم جای می‌گیرد.

با توجه به ویژگی‌های رخساره‌ای بین مجموعه شاندرمن و گشت و پالئوزوئیک میتوان رخساره‌های مذکور را متعلق به مجموعه آواری کافتی بستر کهن در نظر گرفت و از این دیدگاه رخساره‌های دگرگونه بر اساس فاصله از محور کافت با تغییرات جانبی و رخساره‌ای همراه می‌گردند. سنگ نهشته‌های آواری و دگرگونه فوق از تخریب و فرسایش پوسته‌ای کهن تر (پرکامبرین پسین) منشاء گرفته و بخش تحتانی مجموعه گشت را میتوان بقایایی از این پوسته کهن حاصل کوهزاد آسنیتیک در پرکامبرین پسین دانست.

زمین شناسی ساختمانی

از دیدگاه ساختاری، ناحیه مورد بررسی در درازای زمانی از پرکامبرین تا دوران نوزیستی مسیر تحول و تکوین پیچیده‌ای را سپری کرده که در زمانهای گوناگون متأثر از استیلای ویژگیهای اقلیمی خاصی از ایالت‌های زمین ساختی است.

این ناحیه که در برگیرنده سنگ نهشته‌های دگرگونه‌های دورانهای کهن زیستی و دیگر نهشته‌های رسوبی و آذر آواری در دوران میان زیستی است چهره ساختاری حاصل از عملکرد زمین ساخت برشی - فشاری را ارائه مینماید. گسله‌های

راستالغز فشاری با شیب صفحه ای که در طول گسله متغیر می باشد به همراه گسله های فشاری از گونه Fault related fold که در پهنه های تراکمی تشکیل میشوند یکی از آشکارترین عناصر ساختاری این منطقه است. تاقدیسهها و ناودیسهای با راستای محوری شمال خاوری- جنوب باختری در جنوب خاوری ورقه در مرکز و شمال باختری ورقه با چرخشی در جهت عقربه های ساعت به ساختمانهایی با راستای محوری خاوری- باختری و شمالی باختری- جنوب خاوری تبدیل میشوند بیشتر این ساختمانها تکسویه بوده و در رده چینهای مخروطی طبقه بندی می شوند. افزون بر این چین های بزرگ دامنه نسل دیگری از چینهای کوچک یا با راستای محوری گوناگون قابل مشاهده می باشد که به سبب تکوین و گسترش سامانه های برشی تشکیل شده اند.

ویژگیهای ساختاری در گستره سنگ نهشته های دگرگونه گشت

ترادفی از برگه های رانده از سنگهای دگرگون در قالب ساختمانی تاقدیسهگون با محور شمال باختری- جنوب خاوری در میان سامانه برشی راستالغز راستگرد در خاور و راستالغز چپگرد در باختر تشکیل دهنده مجموعه دگرگونی های گشت میباشد.

راستای غالب گسله های راستالغز برشی، شمال خاور- جنوب باختری است. بیشینه پهنای پهنه برشی نزدیک به ۱۵۰۰ متر و درازای تا ۳۰ کیلومتر در مرکز میباشد. سطوح گسله با شیبی بیش از ۸۰ به هر دو سوی جنوب خاوری و شمال باختری آرایش یافته است.

گسله های فشاری ناشی از چین خوردگی و رانش در کرانه های گسله های راستالغز بنیادین با سوی حرکتی و شیب گوناگون سطح گسله از دیگر عناصر ساختاری در این بخش از ناحیه مورد مطالعه است.

گسله های کششی بزرگ زاویه حاصل عملکرد نیروهای وزنی و برشی کششی در جنوب باختری و شمال خاوری این سنگهای دگرگون قابل مشاهده می باشد، دو خطواره غالب در راستای تقریبی ۳۰ و ۱۵۰ و برگوارگی با شیب بیش از ۵۰ در راستای ENE-WSW از مهمترین ویژگیهای حاصل از تکوین فرایند دگرگونی و دگر شکلی سنگ نهشته های گشت می باشد.

ویژگیهای ساختاری در گستره افیولیتی اسالم - شاندرمن

سنگهای الترابازیک افیولیتی به همراه دیگر نهشته های تخریبی دگرگونه در بخش باختری ورقه از میان سامانه های برشی چپگرد و برگه های رانده رخنمون یافته اند. این سامانه برشی سبب دگرگونی قهقرائی، دگرسانی شدید، خرد شدگی و برشی شدن شده و افزون بر دگر ریختی از گونه برشی ساده همراه با برگوارگی با راستای غالب و چینهای مخروط از آشکارترین ویژگیهای ساختاری در این واحد دگر گونه است.

ویژگیهای ساختاری در گستره سنگ نهشته های رسوبی

نهشته های گسلیده رسوبی کربناتی و تخریبی دورانهای پارینه زیستی و میان زیستی در قالب ناودیسها و تاقدیسههای تک سویه با راستای محوری شمال خاوری - جنوب باختری در پهنه جنوب خاوری ورقه و راستای محوری خاوری- باختری در پهنه باختری ورقه گسترش یافته اند.

این نهشته ها با دگر شیبی های هم شیب در پالئوزوئیک پایانی و دگر شیبی زاویه دار در تریاس پایانی و ژوراسیک بر فراز سنگهای کهن تر و دگرگونی قرار میگیرند. چینهای برگشته محلی با سوی رانش متفاوت حاصل از عملکرد سامانه های غالب برشی فشاری در ناحیه مورد مطالعه است. افزون بر دگر شکلی های روی داده، برشی شدن - خرد شدگی و دگرسانی در پهنه های گسلیده از دیگر ویژگیهای ساختاری آشکار در این سنگ نهشته ها است.

ویژگیهای ساختاری در گستره سنگهای آذرین

عملکرد گسله های بزرگ زاویه راستالغز و گسله های فشاری در میان بستری از سنگهای آذرین و آذر آواری افزون بر برشی شدن و خرد شدگی سبب فراهم آوردن پهنه های مناسب جهت گسترش دگرسانی شده است. این سنگ نهشته ها در گوشه شمال باختری و جنوب خاوری با خرد شدگی بسیار قابل رویت می باشد.

ویژگیهای ساختاری درگستره نهشته های پلیوکواترنری - پهنه ساحلی خزر

نهشته های سخت نشده و ناهمگن از نهشته ها و رسوبات رودخانه ای سیلابی و نهشته های دلتایی و ساحلی در کنار نهشته های بسیار دانه ریز تالابی در میان سامانه های برشی چپگرد و کششی با شیبی به سوی شمال خاوری گسترش یافته اند. اثر عملکرد این سامانه کششی در راستای شمال باختری - جنوب خاوری سبب کج شدگی و تکوین حوضه های رسوبی تالاب انزلی و دریاچه خزر میشود. وجود پارینه نهشته های ساحلی خزر در سه تراز گوناگون گواهی به گسترش این سامانه کششی برشی است.

دیگر سامانه برشی با سازوکار فشاری و راستای مخالف در سوی شمال خاوری - جنوب باختری آشکارا در پهنه مورد مطالعه قابل رهگیری است.

با توجه به ویژگیهای ساختاری یاد شده میتوان چنین انگاشت که دسته گسیختگی های برشی با راستای غالب شمال خاوری - جنوب باختری با ترکیبی بادزنی و مرگریتی در شمال خاور در رده عناصر بنیادین و کهن میباشند که در پیرامبرین پسین تشکیل و در زونهای بعدی تکوین یافته اند. گسترش و عملکرد این سامانه برشی با توجه به دگرریختیهای برشی سنگ نهشته های دگرگونه پالئوزوئیک در نیمه آغازین دوران کهن زیستی تا پیش از پرمین آشکارا قابل رویت است.

شاید عملکرد دوباره این سامانه در کوهزاد های بعدی بویژه کوهزاد آلبی سبب چرخش و تغییر راستای محور بلندیهایی البرز از سوی خاوری - باختری به جنوبی - شمالی در کرانه های باختری خزر در دوران نوزیستی شده است. مطالعات درزه ای و شواهد گوناگون ساختاری در سطوح گسلش نشان از استیلای بیشتر مولفه برشی در گسیختگیهای ژرف در مقابل مولفه فشاری دارد، که گاه به سبب رانش و جایگیری برگه های نابجای رانده بخشهایی از این سطوح گسله پوشیده شده است. چنین ویژگیهایی در گسله های راستالغز راستگرد با راستای شمالی - جنوبی در بلندیهایی باختری شاندرمن و پونل قابل مشاهده است.

زمین شناسی اقتصادی

گستره مورد بررسی با توجه به وجود بازمانده هایی از سنگهای مجموعه افیولیتی و دگرگونه پارینه زیستی در کنار سنگ نهشته های تخریبی دوران میان زیستی دارای پتانسیل بالایی از دیدگاه اقتصادی است. وجود نشانه هایی از عناصر سنگین و قیمتی چون طلا و پلاتین در میان شیرابه های سیلیسی ناشی از نفوذ دایکهای اسید به درون سنگهای دگرگونه مجموعه گشت و شاندرمن و آثاری از کانسارهای سولفیدی مس، سرب و روی از تیپ massive sulfide در میان نهشته های پالئوزوئیک بالایی (درود) از این دست میباشد. این نهشته های سولفیدی بصورت نواحی در حاشیه شمالی بلندیهایی البرز قابل پیگیری است. فعالیتهای آتشفشانی بازیک بستر اقیانوسی در دوره تکوین اقیانوس تتیس کهن از مهمترین دلایل اشباع آب و در نتیجه انتقال ذرات کانه دار به سواحل و نواحی کم عمق است که با تغییرات PH, EH و دما و تغییر شکل بستر سبب ته نشست ذرات و تشکیل کانسارهای گوناگون سولفیدی در کرانه های آن دریای کهن میگردد.

رگه ها و رگچه هایی از ذغال بطور پراکنده در میان نهشته های ژوراسیک آغازین با غنی شدگی در سطوح برشی و گسله از دیگر نشانه های کانسار در محدوده ورقه است.

افزون بر این عناصر و کانه ها پاره ای از سنگهای دگرگونه درجه بالا بویژه در مجموعه دگرگونی گشت یکی از سخت ترین و زیباترین مصالح ساختمانی محسوب میشوند. وجود نهشته های فرسوده و هوازده مارنی در بخشهای سخت پوششی نهشته های کرتاسه آغازین نیز در پاره ای نواحی به عنوان مصالح محلی مورد بهره برداری قرار میگیرد.

غنی شدگی و آتشفشانی های زیر دریایی مکرر و وجود سنگ نهشته های الترامافیک و اسید بصورت متوالی به همراه نرخ بالای هوازدهی و فرسایش سبب شستشو و انتقال ذرات فلزی سنگین چون تیتان به آبگیرها و تالابهای محلی شده که از این میان میتوان به لجن های غنی تالاب انزلی اشاره داشت.

در شمال باختری ناحیه مورد مطالعه فعالیتهای آتشفشانی گاه آکالن کرتاسه بالایی سبب رخنمون مجموعه سنگهای آذرین و آذر آواری با ساخت فرسایش پوست پیزی شده است که آثاری از کانی های اکسید مس در قالب آزوریت و مالاکیت، باریت و کلسیت در میان شکستگیها و سطوح گسله قابل رویت است.

تکامل تکتونیکی

ابر قاره پانگه آ پس از سپری کردن کوهزاد آسینتیک- کاتانگایی در پرکامبرین پسین وارد دورانی از تکوین حیات خویش گردید. این زمان با ظهور اولین آثار و نشانه های زیستی نشان از آغاز دوران کهن زیستی (Paleozoic) دارد. پوسته دگرریخت و دگرگون شده حاصل از کوهزادهای کهن پیش از پرکامبرین پسین چون مجموعه دگرگونه گشت تحناتی اینک در برگیرنده حوضه های قاره ای و دریایی کم ژرفای گوناگونی است که نهشته های دلتایی و پادگانه قاره ای با اولین آثار زیستی استروماتولیتها را در خود جای میدهند. اولین آثار ککش و زایش اقیانوسی کهن را می توان در شاخه های خاوری- باختری هم راستا با پهنه های جوش خورده توران یافت که سبب تکوین اقیانوس پروتوتتیس (Talbot & Alavi, 1996) و یا پروتو پالتوتتیس (لاسمی، ی، ۱۳۷۹) گردید.

شاید بتوان ساختارهای کهنی چون گسله شمال البرز و مجموعه های افیولیتی و دگرگونه اسلام - شاندرمن و گشت را از اثرات بجای مانده از کوهزاد کهن مرتبط با چنین اقیانوسی دانست.

اورتوتتیس یا تتیس اولیه با شاخه های گاه سترون (Aulacogen) با راستای شمالی - جنوبی همراهی میگردید و حوضه هایی چون فرونشست طبس را میتوان نشان از عملکرد این شاخه های سترون یا الاکوژن ایران مرکزی دانست. از دیگر نشانه های این حوضه ها میتوان از خطواره های قطر - کازرون و نجد و ... نشان جست که نمکهای هرمز در راستای آنها پدیدار شده اند (Talbot & Alavi, 1996). در مجموعه این حوضه های سنگ نهشته های کربناته و تخریبی پالئوزوئیک آغازین در زمان گسترش و پس از آن در هنگام غلبه نیروهای فشاری تکوین یافته اند.

سنگ نهشته های سازندهایی چون سلطانیه، باروت، زاگون و لالون و کربناته های میلا حاصل این فرآیند زمین ساختی است. اردوئیسین و سیلورین با ظهور آتشفشانهای آکالی نشان از آغاز دوباره نیروهای کششی در پیکره این قاره کهن دارد.

گسترش و تکوین این نیروهای کششی در همبری توران و گندوانا سبب شکل گیری و زایش تتیس کهن (Paleo Tethys) با راستای نسبی خاوری - باختری گردید. باز شدن تتیس کهن در این هنگام تا رخنمون پوسته اقیانوسی پیش رفته است. بقایایی از این پوسته اقیانوسی و نهشته های رسوبی وابسته به آن را که در تکمیل فرآیند کوهزایی و پس از توسعه و دگرریختیها و دگرگونی های گوناگون به سطح زمین رسیده اند را میتوان در شمال آناطولی، قفقاز و مشهد مشاهده نمود.

اقیانوس پالتوتتیس و نهشته های تخریبی وابسته به آن بی گمان تا دونین میانی در حال گسترش بوده است. حجم بالای سنگ نهشته های تخریبی و کافت زاد پالئوزوئیک آغازین گواهِ بر این امر است. ظهور سنگهای آتشفشانی کالکوالکالن در اواخر دونین میانی و دونین پسین را میتوان آغاز همگرایی و فرورانش پوسته اقیانوسی پالتوتتیس به زیر بخشهای دیگری از پوسته اقیانوسی دانست. دگرگونیهایی چون دگرگونی گشت که حاصل فرآیندی چون ساختار دگرگونی Core complex در پرکامبرین پسین می باشند.

دگرگونیهای کششی (Extensional) در فعالیت های گرانیب زایی پس از کوهزاد کهن سبب گسترش دگرگونی قهقرایی (Retrograde metamorphism) رخساره های دگرگونه یاد شده گشته که در همبری توده های نفوذی با دگرگونی های همبری (Contact metamorphism) همراه میگردد. تمامی مجموعه کافت زاد از جمله سنگ نهشته های تخریبی و دگرگونه پالئوزوئیک بالایی و سنگهای افیولیتی شکل گرفته در بخشهای مرکزی در طی دوره های پیش از پرمین دچار دگرگونی و برش میگردد.

این تکتونیک برشی از جمله مهمترین عوامل دگرگونی قهقرایی در سنگهای کهن تر از پرمین است.

همبری ناپیوسته سنگ نهشته های غیر دگرگونه پرمین آغازی (سازند درود) بر فراز واحدهای دگرگونه و کهن تر نشان از کوهزاد کالدونین و یا کوهزاد هرسینین فراتر از نیروهای اپیروژنیک در این پهنه است. فعالیتهای آتشفشانی زیر دریایی در زمان تکوین کافت و گذر یونهای گوناگون سبب جایگیری کانه های سولفیدی از گونه massive sulfide میگردد. نشانه هایی از این کانسارها را میتوان در آژند (matrix) نهشته های آواری کربناته درود و روته یافت. که در طی دوره پرمین، نهشته های تختگاه و پادگانه قاره ای در کرانه ها و فرازای بالاتر از نهشته های مزبور ته نشست می یابند.

دوران میان زیستی با ته نشست رخساره های کربناته تخریبی حوزه های کرانه قاره ای آغاز و در پایان تریاس به رخساره های آواری و توربیدایتهای مجموعه شمشک و رخساره های هم ارز زمانی آن می پیوندد. وجود سنگ نهشته های رتو - لیا با دو تیپ گوناگون از دیدگاه اقلیم تکتونیکی حکایت از تکوین دو گانه رخساره های تخریبی سازند شمشک در حوضه های پیش بوم (Foreland basin) و نهشته های تخریبی هم ارز این سازند در حوضه های کافتی (Rift basin) کرانه شمالی البرز دارد.

بی گمان گدازه ها و آذر آواریهای آلکالن در تکرار رخساره های توربیدایتی ژوراسیک با گذر تدریجی به همراه افقی از توف و گدازه به سنگ نهشته های میکرایتی از سیلتهای آهکی نئوکومین می پیوندد. این سامانه با گسترش آتشفشانیهای آلکالن در کرتاسه بالا به اوج اثر زمین ساخت کششی میرسد. تکوین این ساختار کششی برشی که با گسله های بنیادی و کششی همراستای خزر همراهی میگردد، سبب تشکیل حوزه های فرو افتاده با شیب منفی (شیب به سوی شمال) در حوضه های کج شده حاصل از سازوکار دسته گسله های راستالغز برش - کششی همچون تالاب انزلی میگردد.

اثر تکتونیک برشی در پیامدهای زمین ساختی آلی سبب تشدید دگرسانی و دگر ریختی حاصل از تکاپوهای کهن و پیامدهای اقلیمی در سنگ نهشته های ناحیه مورد بررسی میگردد. شاید بتوان چنین انگاشت که تنشهای کششی دوران میان زیستی دستاوردی است از استیلای تکتونیک واگرا در پهنه تتیس جوان (Neo Tethys) که بی گمان گسترش نیروی کششی و برشی در پهنه ای از کرانه شمالی گندوانا و اورازیا به سبب چرخشهای صفحات هند و آفریقا با چهره ای متفاوت از کافت تتیس جوان رخ مینماید. حاصل این تکتونیک برشی کششی زایش حوزه هایی چون دریاچه سیاه، خزر و قراقرم در میان سامانه های تراکشی (Transtensional basin) در ژوراسیک آغازین - میانی است.

منابع

لاسمی، یعقوب، ۱۳۷۹، رخساره ها، محیط های رسوبی و چینه نگاری سکانسی نهشته سنگهای پرکامبرین بالائی و پالئوزوئیک ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نوجل سادات، میرعلی اکبر، ۱۳۷۱، گزارش مقدماتی زمین شناسی استان گیلان، استانداری گیلان

Alavi, M., 1991, Tectonic map of Middle East, scale 1:5000000, Geological Survey of Iran

Alavi, M., 1996, Tectono stratigraphic synthesis and structural style of Alborz mountain system in northern Iran, J. Geodynamics, vol. 21, No. 1, pp.1-33.

Clark, G.C., Davis, R.G., Hamzepour, B., Jones, C.R., Ghorashi, M., Navaee, I 1977, Geological map of Bandar-e-Anzali, Scale 1:250000, G.S.I.

Clark, G.C., Davies, R.G., Homzepour, B., Jones, C.R., 1975, Explanatory text of the Bandar-e-Anzali Quadrangle map, 1:250000, G.S.I.

Nazari, H., Salamati, R., 1995, Geological map of Rudbar, Scale 1:100000 G.S.I.

Nogol Sadat, M., 1991, Geological map of Gilan Province, Scale 1:250000, Ministry of Interior, Governorship of Gilan

در پایان نیاز به ذکر است که با توجه به مطالعات زمین شناختی نوین مؤلفین نقشه و دستاوردهای حاصل از آن در ورقه بندر انزلی همبری در ورقه زمین شناسی رودبار و بندر انزلی در عرض جغرافیایی 00° , 37° مطابق با داده های موجود در نقشه بندرانزلی نیاز به بازنگری دارد.