



دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (پترولوژی)

عنوان:

پترولوژی توده ساب ولکانیک رومنجان

(جنوب بیرجند)

استاد راهنما:

دکتر محمد حسین زرین کوب

اساتید مشاور:

دکتر سید سعید محمدی

دکتر محمد مهدی خطیب

نگارش:

مهرزاد سعیدی

زمستان ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کلیه مزایا اعم از چاپ، نسخه برداری، ترجمه،
اقتباس و... از پایان نامه کارشناسی ارشد برای
دانشگاه بیرجند محفوظ می باشد. نقل مطالب
با ذکر منبع بلامانع می باشد.

زلزلت لأزلها ﴿١﴾ خرجت لأثقالها ﴿٢﴾ قالإنسا ما لها ﴿٣﴾

"هنگامی که زمین شدیداً به لرزه درآید، (۱) و زمین بارهای درونش را خارج سازد. (۲) و انسان می گوید: «زمین را چه شده است؟! (که این گونه می کند!) (۳) سوره الزلزال

خالق هستی را شکر گزارم که توفیق طلب علم را به من عطا نمود.

و سپاسگذار از تمامی کسانی که مرا در تهیه و تدوین این تحقیق یاری نمودند.

از خانواده دلسوزم، پدر زحمت کش، مادر مهربان و خواهران عزیزم که شرایط تحصیل را برایم فراهم نمودند و در طول این سالها مرا همراهی نمودند.

از جناب آقای دکتر محمد حسین زرین کوب؛ استاد و دانشمند بحق علوم زمین که مرا در این رساله راهنمایی نمودند.

از آقایان دکتر سید سعید محمدی و دکتر محمد مهدی خطیب که دلسوزانه در نقش مشاور تحقیق یاریگر این حقیر بودند.

همچنین زحمات آقایان واله، مهندس سلیمانی و سایر کارکنان محترم گروه زمین شناسی و دانشگاه بیرجند که در حد توان خود در اتمام این پایان نامه نقش داشتند را سپاسگزارم.

از مهندس نژاد جهانی شهردار محترم بانه، سید عثمان حسینی معاونت اداری و تمامی کارکنان زحمت کش این اداره که به عنوان دوست و همکار تجربه کار در محیطی جدید را در حین اتمام این پایان نامه به من آموختند.

و نیز از تمامی دوستان و عزیزانی که در طول دوران تحصیل چه در مقطع کارشناسی ارشد و چه در سایر مقاطع تحصیلی همراه اینجانب بودند کمال تشکر را دارم.

از خداوند منان برای کلیه این عزیزان من جمله خواهران و برادران همکلاسی در این دوره طلب توفیق روز افزون چه در زمینه تحصیل علم و دانش و چه در سایر مراحل زندگی را دارم.

در فاصله ۶۵ کیلومتری جنوب بیرجند، در محدوده جغرافیایی "۳۷° ۱۱' ۵۹" تا "۶۰° ۱۳' ۵۹" طول شرقی و "۲۰° ۴۱' ۳۲" تا "۳۴° ۴۳' ۳۲" عرض شمالی و در نزدیکی روستای رومنجان یک توده نیمه نفوذی قرار گرفته که تحت همین نام نیز خوانده می شود. این توده درون مجموعه افیولیت ملانژی جنوب بیرجند، در بخش شمالی زون ساختاری سیستان نفوذ کرده است

پتروگرافی نمونه های برداشتی از منطقه رومنجان نشان دهنده بافت پورفیری بوده که کانی های غالب در این نمونه ها پلاژیوکلاز، بیوتیت و آمفیبول به صورت فنو کریست در زمینه ای از همین جنس هستند. بررسی های ژئوشیمیایی گنبد رومنجان نشان می دهد این سنگها در محدوده دیوریت پورفیری و تراکی آندزیت قرار می گیرند و تمامی نمونه ها به سری کالکوالکالن تعلق دارند.

بر اساس شواهد ژئوشیمیایی از جمله بالا بودن نسبتهای $LREE/HREE$ و Sr/Y با میانگین ۵۲، توده رومنجان در رده سنگهای آداکیتی پرسیلیس (HSA) قرار دارد و بر این اساس سنگ منبع آن می تواند اکلوزیتی یا گارنت امفیبولیتی (حاصل از دگرگونی ورقه اقیانوسی فرورانده شده خاور ایران به عنوان محل خاستگاه ماگما) باشد. نتایج حاصل از بررسی نمودار های جدا کننده محیط تکتونیکی و نمودار های عنکبوتی از جمله غنی بودن از عناصر نادر خاکی سبک و عناصر لیتوفیل بزرگ یون و تهی شدگی از عناصر خاکی نادر سنگین و نیز بی هنجاری منفی عناصر با شدت میدان بالا نظیر Ti و Nb نشان می دهد که ماگمای تشکیل دهنده سنگهای منطقه در یک محیط فرورانش بوجود آمده و در یک حاشیه فعال برخوردی جایگزین شده اند. از نظر ساختاری می توان منطقه مورد مطالعه را به صورت یک پهنه گسلی در نظر گرفت که مجموعه ای از گسلهای اصلی / فرعی با ساز و کارهای مختلف از جمله راندگی در آن قرار گرفته اند. گسل های اصلی منطقه عموماً هم روند با دایک ها می باشند لذا می توانند در شکل گیری و کنترل گدازه ها موثر بوده باشند.

واژگان کلیدی: رومنجان، افیولیت ملانژ جنوب بیرجند، دیوریت پورفیری، تراکی آندزیت، آداکیت، زون برشی

فهرست

| | |
|---|---|
| فصل اول..... | ۱ |
| ۱- کلیات..... | ۱ |
| ۱-۱- مقدمه..... | ۲ |
| ۲-۱- اهداف تحقیق..... | ۲ |
| ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه..... | ۲ |
| ۴-۱- ژئومورفولوژی منطقه..... | ۴ |
| ۵-۱- راههای دسترسی به منطقه..... | ۴ |
| ۶-۱- سوابق تحقیق..... | ۵ |
| ۷-۱- ضرورت تحقیق..... | ۵ |
| ۸-۱- فرضیات پیرامون مسئله..... | ۵ |
| ۹-۱- کاربرد تحقیق..... | ۵ |
| ۱۰-۱- روش و ابزار جمع آوری اطلاعات..... | ۵ |
| ۱۱-۱- جنبه نو آوری طرح..... | ۶ |
| ۱۲-۱- دستیابی به اهداف..... | ۶ |
| فصل دوم..... | ۷ |
| ۲- زمین شناسی ناحیه ای و منطقه ای..... | ۷ |
| ۱-۲- مقدمه..... | ۸ |
| ۲-۲- موقعیت ایران و پهنه زمیندرز سیستان در کمربند آلپ-همالیا..... | ۸ |

- ۳-۲- موقیعت پهنه زمیندرز سیستان در ایران ۸
- ۴-۲- زمین شناسی پهنه زمیندرز سیستان ۹
- ۴-۲-۱- چینه شناسی پهنه زمیندرز سیستان ۹
- ۴-۲-۲- پدیده های دگرگونی در ایالت سیستان ۱۰
- ۴-۲-۳- ماگماتیسم پهنه زمیندرز سیستان ۱۰
- ۴-۲-۴- عناصر ساختی ایالت سیستان ۱۱
- ۵-۲-۱- مجموعه الترامافیک و پریدوتیت سرپانتینی شده ۱۳
- ۵-۲-۲- سرپانتینیت ها ۱۴
- ۵-۲-۳- مجموعه لیستونیتی ۱۵
- ۵-۲-۴- سنگ آهک فسیل دار نومولیت دار ۱۷
- ۵-۲-۵- مارن- ماسه سنگ - شیل ۱۸
- ۵-۲-۶- ماسه سنگ ۱۹
- ۵-۲-۷- شیل ۲۰
- ۵-۲-۸- واحد نیمه نفوذی و آتشفشانی ۲۱
- ۵-۲-۹- کنگلومرا ۲۳
- ۵-۲-۱۰- آبرفت های عهد حاضر ۲۳
- ۳- فصل سوم ۲۵
- ۳-۱- پتروگرافی سنگ های آذرین منطقه ۲۶
- مجموعه ماگمایی جنوب بیرجند ۲۶
- ۳-۲- سنگهای آتشفشانی ۲۶
- ۳-۲-۱- ویژگی های ماکروسکوپی ۲۶
- ۳-۲-۲- ویژگی های میکروسکوپی ۲۷

| | |
|----|---|
| ۲۸ | ۳-۲-۳- کانی ها |
| ۳۱ | ۳-۳- دیوریت پورفیری |
| ۳۱ | ۱-۳-۳- ویژگی های ماکروسکوپی |
| ۳۲ | ۲-۳-۳- ویژگی های میکروسکوپی |
| ۳۳ | ۳-۳-۳- کانی ها |
| ۳۵ | ۴-۳- دگرسانی در سنگ میزبان |
| ۳۷ | ۵-۳- انکلاوهای منطقه رومنجان |
| ۳۹ | فصل چهارم |
| ۳۹ | ۴- ژئوشیمی منطقه رومنجان |
| ۴۰ | مقدمه |
| ۴۲ | ۱-۴- رده بندی و نام گذاری سنگهای منطقه بر اساس نمودار اکسید-اکسید |
| ۴۲ | ۱-۱-۴- نمودار درصد وزنی $Na_2O + K_2O$ در برابر SiO_2 |
| ۴۲ | ۲-۱-۴- نمودار جنسن |
| ۴۴ | ۲-۴- تعیین سری های ماگمایی نمونه های منطقه رومنجان |
| ۴۴ | ۱-۲-۴- نمودار های اروین باراگار |
| ۴۶ | ۲-۲-۴- نمودارهای میاشیرو |
| ۴۸ | ۳-۴- ژئوشیمی عناصر کمیاب |
| ۵۰ | ۱-۳-۴- تغییرات عناصر فرعی و کمیاب در مقابل SiO_2 |
| ۵۳ | ۲-۳-۴- نمودارهای عنکبوتی |
| ۵۶ | ۴-۴- ماهیت اداکیتی |

| | |
|---|----|
| فصل پنجم..... | ۶۲ |
| ۵- تعیین منشا و محیط تکتونیکی..... | ۶۲ |
| مقدمه..... | ۶۳ |
| ۵-۱- تعیین محیط تکتونیکی سنگهای آتشفشانی و نیمه آتشفشانی..... | ۶۴ |
| ۵-۱-۱- نمودار فراوانی Al_2O_3 در برابر TiO_2 در برابر Y مولر و همکاران..... | ۶۴ |
| ۵-۱-۲- نمودار تغییرات Zr در برابر ZR/Y پیرس..... | ۶۶ |
| ۵-۲- جایگیری تکتونیکی توده نیمه آتشفشانی رومنجان..... | ۶۷ |
| ۵-۲-۱- اطلاعات ساختاری برداشتی از محدوده رومنجان..... | ۷۱ |
| ۵-۱-۳- ارائه مدل جنبشی منطقه رومنجان..... | ۷۴ |
| فصل ششم..... | ۷۷ |
| ۶- توان اقتصادی منطقه رومنجان..... | ۷۷ |
| مقدمه..... | ۷۸ |
| ۶-۱- منابع معدنی مرتبط با ماگماتیزم کالکو آکالن..... | ۷۸ |
| ۶-۲- منابع معدنی منطقه رومنجان..... | ۷۹ |
| ۶-۲-۱- منیزیت..... | ۸۰ |
| نتیجه گیری..... | ۸۵ |
| پیشنهادات..... | ۸۶ |
| کتاب نامه..... | ۸۷ |

فصل اول – کلیات

۱-۱- مقدمه

توده ساب ولکانیک رومنجان به صورت یک گنبد مرتفع در میان مجموعه الترامافیکی جنوب بیرجند رخنمون یافته است (شکل ۱-۱). منطقه مورد مطالعه در حاشیه شمال غرب زون سیستان واقع شده است. با توجه به موقعیت تکتونیکی منطقه و حضور این توده درون مجموعه الترامافیکی نحوه تشکیل آن، زمان نسبی نفوذ توده و نیز فرایندهای موثر در تشکیل توده مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱: نفوذ توده نیمه نفوذی درون مجموعه الترامافیکی جنوب بیرجند (جهت دید رو به باختر)

۲-۱- اهداف تحقیق

- ۱- بررسی رابطه این فعالیت ماگمایی با سنگ‌های میزبان
- ۲- پتروگرافی و پترولوژی این مجموعه
- ۳- پتروژنز و جایگاه تکتونیکی این توده

۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان خراسان جنوبی (شرق ایران) و در فاصله ۶۰ کیلومتری جنوب شرق خوسف (فاصله هوایی ۳۰ کیلومتر و جاده‌ای ۹۰ کیلومتر از شهر بیرجند) واقع شده است و با مختصات جغرافیایی زیر مشخص می‌شود:

طول شرقی "۱۱° ۴۶' ۵۹" تا "۱۳° ۴۰' ۵۹" و عرض شمالی "۲۲° ۴۲' ۳۲" تا "۳۰° ۴۳' ۳۲"

همچنین کل مراحل تحقیق در محدوده‌ای به مساحت ۲۶ کیلومتر مربع برابر ۲۶۰۰ هکتار انجام گردید.

نقشه ۱/۱۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه تهیه شده با استفاده سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) اجرا شده بر روی تصویر هوایی منطقه نمایانگر تصویری کلی از زمین شناسی ناحیه و جایگاه توده مورد نظر می‌باشد. (شکل ۱-۲). مهم‌ترین راه‌های ارتباطی منطقه، جاده اصلی بیرجند-خوسف (طبس- یزد، کرمان) و جاده آسفالته خوسف-گل، رومنجان می‌باشد.

شهرستان بیرجند با وجود اینکه جزء چند شهر بزرگ ایران در ادوار مختلف تاریخ بوده است اما به دلیل دوری از پایتخت و نیز وضعیت نامساعد جغرافیایی همواره دور از نظر دولت مردان و دارای حد اقل امکانات اجتماعی و معیشتی بوده است. با وقوع انقلاب اسلامی ایران در ۱۳۵۷ و تمرکز دولت بر خدمت رسانی به اقشار آسیب پذیر از جمله روستاییان که بیش از ۶۰ درصد جمعیت ساکن شهرستان را تشکیل می‌دهد وضعیت دچار تغییر گردید. از سال ۱۳۸۳ با تقسیم استان خراسان به سه استان خراسان جنوبی، رضوی و شمالی شهر بیرجند به عنوان مرکز استان معرفی گردید. هم اکنون وجود بیش از ۳۰۷۲ کیلومتر راه آسفالته به روستاهای این استان از عوامل مهم در دسترسی محققین به نقاط مختلف استان می‌باشد. روستای رومنجان با جمعیتی بالغ بر ۱۳۹ نفر و ۵۷ خانوار از روستاهای آباد اطراف شهر بیرجند می‌باشد. (استانداری خراسان جنوبی - آمار سال ۱۳۸۶)

آب و هوای منطقه بیابانی و نیمه بیابانی است و از خصوصیات بارز آن اختلاف شدید درجه حرارت از روز به شب و از تابستان به زمستان می‌باشد. به علت دوری بیرجند از مسیر بادهای باران آور، عدم وجود ارتفاعات مهمی که بتواند در تعدیل آب و هوا و جذب نزولات آسمانی موثر باشد و مجاورت با دشت لوت در خشک‌ترین تقسیم بندی اقلیمی خراسان قرار دارد.

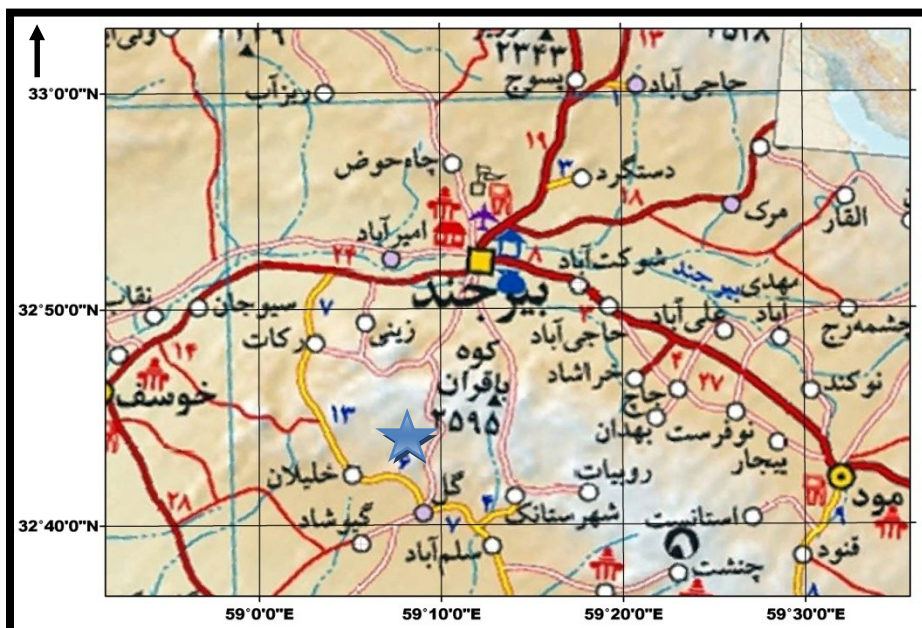
نزولات جوی در سطح شهرستان بیرجند بیش از هر چیزی تحت تأثیر وضعیت مورفولوژی منطقه، وزش بادهای محلی و مجاور با دشت کویر قرار دارد. مجموعه عوامل مزبور موجب شده‌اند در ارتفاعات شمالی بیرجند میزان بارش سالیانه به بیش از ۲۷ سانتیمتر برسد حال آنکه برای بخش وسیعی از شهرستان که شامل قسمت‌های جنوبی، غربی و شرقی می‌شود به حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر کاهش می‌یابد. (مرکز آمار سازمان هواشناسی کشور)

در این منطقه خصوصاً در نواحی مرکزی روستاها و مزارع متعددی وجود دارد. رشته کوه‌های مرکزی که در زمستان از برف پوشیده می‌شوند در تا مین آب‌های جاری در فصل بهار نقش عمده‌ای دارند. درجه حرارت در تابستان حداکثر تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد و در زمستان حداقل ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. اغلب رودخانه‌ها فصلی هستند و خاص ایام بارندگی می‌باشند، در نتیجه برای دسترسی به آب کافی در تمامی فصول به حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و یا احیاء قنوات به طور سالیانه روی آورده‌اند.

۴-۱- ژئومورفولوژی منطقه

منطقه مورد مطالعه واقع در مجموعه‌ی در هم آمیخته افیولیت ملانژ می‌باشد که از نظر توپوگرافی دارای عوارض فراوان و اختلاف ارتفاع در بسیاری از نقاط هم‌جوار می‌باشد. به طوری که در برخی نقاط مقدار شیب دامنه‌های تا ۶۰ درصد افزایش یافته و یا در برخی نقاط این مقدار به صفر می‌رسد. منطقه رومنجان در حاشیه جنوبی رشته کوه باقران قرار داشته به همین دلیل مقدار شیب کل در منطقه کم بوده اما خود گنبد رومنجان با ارتفاع حدود ۲۶۰ متر از جمله عوارض شاخص منطقه است. مرتفع‌ترین واحدهای سنگی در کل این منطقه را می‌توان مجموعه‌های الترامافیکی نام برد که گاه‌آلاً لایه‌های آهکی در برخی نقاط همانند طاق‌دیس‌های خوابیده بر روی این مجموعه رانده شده‌اند.

۵-۱- راه‌های قابل دسترسی به منطقه (شکل ۱-۳)



شکل ۱-۲: راه‌های دسترسی به منطقه رومنجان

۶-۱- سوابق تحقیق:

از نخستین مطالعات انجام گرفته در محدوده مورد مطالعه می‌توان به برزگر ۱۳۵۷ اشاره کرد که به کمک تصاویر ماهواره‌ای لندست شکستگی‌های پهنه لوت و شرق ایران را مورد تفسیر قرار داد. پس از آن افتخار نژاد و اوهانیان طی تهیه نقشه زمین‌شناسی بیرجند در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ سنگ‌های آذرین منطقه رومنجان را از نوع دیوریت ریز دانه و جزء سنگ‌های ولکانیکی نئوژن معرفی نمودند (گزارش ۵۱

سازمان زمین شناسی (۱۳۶۲). یونگ و خراسانی نیز با انجام مطالعات ژئوشیمی (۱۹۸۲) تعدادی از گنبد‌های ولکانیکی جنوب بیرجند را مورد مطالعه و نام‌گذاری قرار دادند. زرین کوب طی چندین پژوهش از جمله در ۱۳۷۹ سن و نحوه جایگیری آمیزه افیولیتی بیرجند را مورد مطالعه قرار داده است. به صورت موردی نیز توده‌های ولکانیک و ساب ولکانیک منطقه از جمله زرگر مورد بررسی قرار گرفته است (زرین کوب و خطیب ۱۳۸۶).

۷-۱- ضرورت تحقیق:

درک کامل و دقیق از پتروژنز و پتروگرافی توده ماگمایی رومنجان گامی مهم در شناخت دقیق‌تر زمین شناسی کلی منطقه جنوب بیرجند می‌باشد. با توجه به قرارگیری این محدوده در زون سیستان می‌توان به الگویی دقیق از تکامل پوسته در این بخش از کشور دست یافت. همچنین در بحث اکتشافات معدنی راهنمایی مناسب برای پی جویی کانسارهای مرتبط است.

۸-۱- فرضیات پیرامون مسئله

(۱) فعالیت ماگمایی پس از جایگیری افیولیت ملانژ رخ داده است.

(۲) توده جزء سری کالک آلکان می‌باشد

(۳) تکتونیک صفحه‌ای از عوامل اصلی جایگیری توده ماگمایی رومنجان می‌باشد.

۹-۱- کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتیجه پایان نامه (مؤسسات

آموزشی، پژوهشی، دستگاه‌های اجرایی و غیره):

سازمان زمین شناسی کشور، دانشگاه‌ها، دانشجویان زمین شناسی و معدن، شرکت‌ها و مؤسسات خصوصی فعال در حوزه زمین شناسی و علوم زمین

۱۰-۱- روش و ابزار جمع آوری، انجام و تجزیه و تحلیل اطلاعات تحقیق:

(۱) جمع آوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای در زمینه مورد مطالعه، بررسی نقشه‌ها و عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای منطقه

(۲) بازدید مقدماتی صحرائی

(۳) بازدید صحرائی و نمونه برداری با کمک چکش زمین شناسی، لوپ و کمپاس، گیرنده GPS

(۵) مطالعات آزمایشگاهی (تهیه مقطع نازک و در صورت ضرورت تهیه مقطع صیقلی، بررسی مقاطع)

۱-۱۱- جنبه جدید بودن و نوآوری طرح :

در مقیاس کلی می‌توان تنها به تهیه نقشه زمین شناسی منطقه و نیز بررسی زمین شناسی ساختمانی مجموعه جنوب بیرجند اشاره نمود. تا کنون به صورت خاص هیچ تحقیقی بر روی پترولوژی توده ماگمایی رومنجان انجام نشده است.

۱-۱۲- دستیابی به اهداف

این پژوهش بر مبنای مطالعه عکس‌های ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، بازدیدهای صحرایی، نمونه برداری و تهیه مقاطع نازک و مطالعه آنها صورت گرفته است. همزمان با مطالعات میکروسکوپی، نمونه‌های مناسب جهت آنالیزهای شیمیایی انتخاب شد. در انتها با تفسیر داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی توسط نرم افزارهای معتبر و تهیه نمودارهای استاندارد، اطلاعات فوق تلفیق گشته و نتیجه گیری نهایی انجام گردید.

فصل دوم

زمین شناسی ناحیه ای و منطقه ای

منطقه مورد مطالعه در شرق ایران واقع شده است. این بخش از ایران در تقسیم بندی‌های زمین‌ساختی-رسوبی که توسط محققین مختلف ارائه شده با نام‌های مختلفی معرفی شده است؛ که از جمله آنها می‌توان به منطقه فلیش و آمیزه رنگین (اشتوکلین و همکاران، ۱۳۵۲)، پهنه زمیندرز سیستان^۱ (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳)، زمین چاک سیستان (بربریان، ۱۳۶۲) و کوه‌های شرق ایران (آقانباتی، ۱۳۸۳) و حوضه فلیشی شرق ایران (آقانباتی، ۱۳۸۳) اشاره نمود. در این نوشتار از پهنه زمیندرز سیستان استفاده شده است.

۲-۲- موقعیت ایران و پهنه زمیندرز سیستان در کمربند آلپ-همالیا

کمربند کوهزائی آلپ-همالیا نتیجه فرآیند کوهزایی آلپی است که از اوایل دوران دوم آغاز شده و حتی بخش‌هایی از آن تا کواترنری ادامه یافته است. این کمربند از کوه‌های آلپ در اروپای شرقی شروع و تا شرق آسیای دور کشیده شده و به کوه‌های همالیا در شمال شبه قاره هند می‌رسد. کمربند مذکور در روند شرقی-غربی خود ایران را نیز در بر گرفته و آن را به طور کلی تحت تأثیر قرار داده است. این کمربند حاصل برخورد دو قاره گندوانا در جنوب و اوراسیا-اوراسیا در شمال می‌باشد که در طی مراحل مختلف کوهزائی آلپی ایجاد شده و در محل برخورد، باعث ایجاد چین‌خوردگی‌ها، گسل‌ها و رورانگی‌های عظیم شده است.

ایران یک بلوک خرد شده در کمربند کوهزائی آلپ-همالیا است که بین صفحه عربی-آفریقایی در سمت غرب و جنوب‌غرب، صفحه اوراسیا در شمال و صفحه هندوستان در شرق قرار گرفته است. به طور کلی ایران به صورت یک پهنه گرفتار شده در بین صفحات مختلف لیتوسفری قرار داشته و در اثر ادامه فرآیند همگرایی قطعات گندوانا و اوراسیا از چند جهت تحت تأثیر یک رژیم تکتونیکی فشاری قرار گرفته است (بربریان، ۱۳۶۲).

۲-۳- موقعیت پهنه زمیندرز سیستان در ایران

پهنه ساختاری سیستان در شرق ایران در گستره‌ای به وسعت ۸۰۰ کیلومتر درازا (شمالی-جنوبی) و ۲۰۰ کیلومتر پهنا وجود دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳). مرز شرقی این پهنه، با گسل هریرود مشخص می‌شود که تقریباً بر مرز جغرافیایی کشورهای همسایه (افغانستان و پاکستان) منطبق است و مرز غربی آن گسل نه‌بندان است که این پهنه را از پهنه لوت جدا می‌نماید. مرزهای شمالی و جنوبی آن چندان مشخص نیست.

بخش شمالی این پهنه در اثر عملکرد گسل‌های امتدادلغز، شاخه شاخه می‌شود و پس از گرایش به سوی شمال غرب- غرب تا جنوب بیرجند ادامه می‌یابد. در مرز جنوبی، روندهای شمالی- جنوبی به راستای جنوب شرقی متمایل شده و در یک راستای شرقی- غربی، تا پاکستان ادامه می‌یابد (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۴- زمین‌شناسی پهنه زمیندرز سیستان

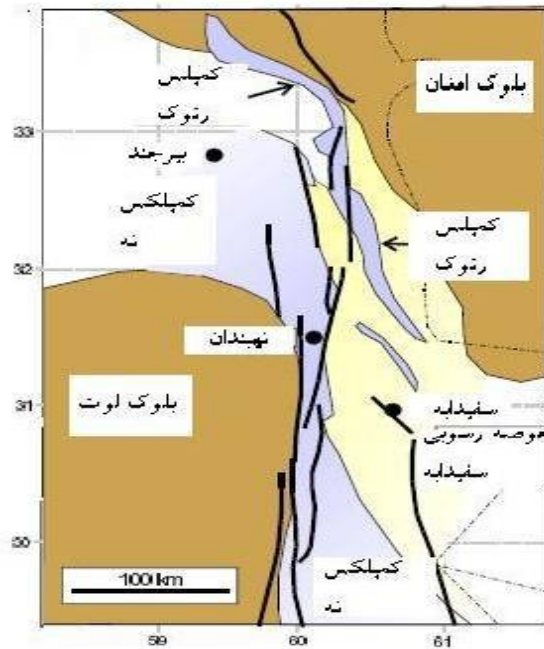
۲-۴-۱- چینه‌شناسی پهنه زمیندرز سیستان

مهمترین بررسی‌های زمین‌شناسی در این پهنه توسط تیروول و همکاران انجام شده که حاصل این مطالعات در سال ۱۹۸۳ در مقاله‌ای تحت عنوان زون زمیندرز سیستان در شرق ایران منتشر گردید. بر اساس مطالعات تیروول^۱ و همکاران (۱۹۸۳)، واحدهای سنگی مختلف زون سیستان به حوضه رسوبی سفیدابه و یک ناحیه به هم ریخته که خود شامل دو کمپلکس نه^۲ و رتوک^۳ است، تقسیم شده است (شکل ۱-۲). سنگ‌های قدیمی‌تر از کرتاسه بالایی در این پهنه دیده نمی‌شود.

کمپلکس نه و رتوک شامل مجموعه متنوعی از انواع آمیزه‌ها، بلوک‌های افیولیتی با مرز گسلی، سنگ‌های دگرگونی نظیر فیلیت، اپیدوت آمفیبولیت، شیست آبی، نفوذی‌های همزمان تا پس از حوادث تکتونیکی و سنگ‌های رسوبی سنونین تا ائوسن، عمدتاً از رخساره‌های عمیق دریا می‌باشند (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳).

رسوبات حوضه سفیدابه که به عنوان نهشته‌های حوضه پیش کمان، بخش اعظم کمپلکس‌های نه و رتوک و حاشیه جنوب غرب بلوک افغان را پوشانده است، در زمان سنونین- ائوسن بر جای گذاشته شده است.

۱- Tirrul
۲- Neh
۳- Ratuk



شکل ۱-۲: واحدهای اصلی زمین‌شناسی پهنه جوش خورده سیستان (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳)

۲-۴-۲- دگرگونی در زون سیستان

سنگ‌های دگرگونی در این زون به دو گروه عمده مجاورتی و ناحیه‌ای تقسیم می‌شوند. سنگ‌های مجاورتی که از گسترش کمی برخوردارند، به طور موضعی اسکارن و هورنفلس می‌باشند. سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای گستردگی بیشتری دارند. این سنگ‌ها حاصل فرآیندهای مختلف از جمله دگرگونی ناحیه‌ای استاتیک در هنگام حیات حوضه اقیانوسی و دگرگونی ناحیه‌ای دیناموترمال پیشرونده و پسرونده در هنگام بسته شدن حوضه، جایگیری مجموعه آمیزه افیولیتی و پس از آن است. بخش عمده سنگ‌های دگرگونی رخساره شیست سبز است، که در حد اسلیت و فیلیت می‌باشند. سنگ‌های دگرگونی رخساره شیست آبی و اکلوژیت گسترش کمی داشته و بیشتر در بخش شرقی این پهنه دیده می‌شوند (فتوحی راد، ۱۳۸۳). مجموعه افیولیتی ۳۰ درصد این پهنه را تشکیل می‌دهد و دگرگونی خفیف از نوع سرپانتینی شدن سنگ‌های اولترامافیک را تحمل نموده است (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳).

۲-۴-۳- ماگماتیسیم پهنه زمیندرز سیستان

به طور کلی در پهنه سیستان، سنگ‌های آذرین بیرونی و درونی گسترش نسبتاً زیادی دارند. قدیمی‌ترین سنگ‌های آذرین شناخته شده در این پهنه تحت عنوان گروه چشمه استاد نامیده شده است. این سنگ‌ها به طور ناپیوسته در فاصله بین ۳۲ تا ۳۴ درجه شمالی در طول مرز پی سنگ بلوک افغان با سن کرتاسه زیرین رخنمون دارند. بزرگترین رخنمون گروه چشمه استاد در لبه جنوبی این پهنه دیده شده و شامل دو زون می‌باشد. زون غربی شامل بازالت بالشی واریولیتی و حفره‌ای، آندزیت و توف است. به طرف شرق، گدازه‌ها به

یک کمپلکس از دایک‌های دیابازی با روند شمالی تغییر می‌یابد. گابروهای ایزوتروپ در حاشیه شرقی پهنه دیده می‌شود. توده‌های نفوذی با وسعت ۵ کیلومتر مربع دارای محدوده ترکیبی گرانیات تا کوارتز دیوریت وجود دارند (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳).

سنگ‌های آتشفشانی کالک‌آلکالن با سن کرتاسه پسین - پالئوسن در بخش شرقی و شمال شرقی این پهنه دیده می‌شوند. این سنگ‌ها که در بخشی از بلوک افغان نیز یافت شده است، می‌تواند در ارتباط با فرورانش پوسته اقیانوسی به زیر بلوک افغان باشد (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳). از میان مجموعه سنگ‌های آتشفشانی این پهنه که از ائوسن تا پلیوسن فوران کرده‌اند، سنگ‌های آتشفشانی ائوسن - الیگوسن که شامل آندزیت‌های پورفیری، آذرآواری‌ها و گدازه‌های داسیتی می‌باشند، از درصد حجمی بیشتری برخوردارند. علاوه بر نفوذی - های گروه چشمه استاد، نفوذی کالک‌آلکالن با سن ائوسن فوقانی - الیگوسن زیرین از جمله گرانیات زاهدان با روند شمال غرب به درون رسوبات آواری دریایی کمی دگرگون شده کمپلکس نه نفوذ نموده‌اند (کمپ و گریفیس، ۱۹۸۲). جدیدترین فعالیت آتشفشانی که در پهنه ساختاری سیستان مشاهده می‌شود، الیوین بازالتهای کواترنری است که در بخش شمالی این پهنه بر روی واحدهای قدیمی تر ریخته شده‌اند.

۲-۴-۴ عناصر ساختاری پهنه زمیندرز سیستان

واحدهای سنگی پهنه سیستان توسط چین‌ها و گسل‌ها تغییر شکل یافته‌اند.

۲-۴-۴-۱ چین‌ها

در ایالت ساختاری سیستان در بخش‌های مختلفی چین‌ها شکل گرفته‌اند که از نظر آماری بیشترین درصد چین‌های موجود در این ایالت در واحد فیلیشی - آذرآواری به وجود آمده، اگر چه رسوبات نئوژن نیز متحمل چین خوردگی گردیده‌اند. راستای عمومی محور چین‌ها شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد.

۲-۴-۴-۲ گسل‌ها

ایالت ساختاری سیستان به شدت خرد شده است و در واقع بیشترین دگرریختی به وجود آمده در این ایالت به صورت شکستگی تظاهر کرده است، ارتباط بین اکثر واحدهای سنگی گسل خورده بوده است. بارزترین روند شناخته شده در زون سیستان روند شمال به جنوب درزه و گسل‌های حاشیه آن که مهمترین آنها گسل نهبندان است نیز همین روند را دارا است. روند شمال غربی به جنوب شرقی از نظر فراوانی بعد از روند شمالی - جنوبی دارای اهمیت بیشتری می‌باشند.

۲-۵- زمین شناسی منطقه ای: