

۱۷/۱/۱۰۷۶۴  
۱۷/۱/۱۵

به نام ایزد پاک

۱۰۱۱۹



وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم زمین

گروه آموزشی زمین شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد M.Sc

رشته زمین شناسی / گرایش پترولوژی

عنوان

پترولوژی دگرگونی های همراه با افیولیت های جنوب بیرجند

استاد راهنما

دکتر محمد رهگشای

استاد مشاور

مهندس هادی شفائی مقدم

دکتر محمد شیوا

نگارنده

سارا پیراسته

نیمسال اول سال تحصیلی ۸۷ - ۸۶

۱۰۸۱۰۹


بسمه تعالی  
وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه شهید بهشتی  
دانشکده علوم زمین  
گروه زمین شناسی  
تأییدیه دفاع از پایان نامه  
کارشناسی ارشد


این پایان نامه توسط خانم : سارا پیراسته دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته

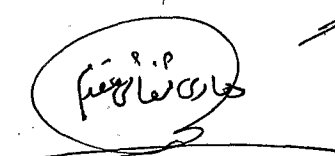
رشته : زمین شناسی      گرایش : پترولوژی      در تاریخ ۱۳۸۶/۹/۲۱


مورد دفاع قرار گرفت و براساس رأی هیأت داوران با نمره ۱۸۱ - و


درجه عالی پذیرفته شد .

استاد راهنما آقای دکتر : محمد رحمتی 

استاد مشاور آقای دکتر : محمد سید 

استاد مشاور آقای دکتر : هادی شایسته 

استاد داور آقای دکتر : منصور مرتضوی 

استاد داور آقای دکتر : محمد زری 

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

که هرچه دارم از آنها و تقدیم به آنهاست .

همسر عزیزم

که امید را به من هدیه داد.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از تمام کسانی که در انجام این پایان نامه مرا راهنمایی کرده اند کمال تشکر را دارم ، هرچند که برای اتمام این کار علاوه بر دشواریهای علمی که لازمه کار و قابل انتظار بود ، متحمل سختی های غیر قابل پیش بینی نیز شدم .

ایامی را سپری کردم که تصور نمی کنم نه تنها من بلکه هیچ دانشجویی در یک محیط علمی مانند دانشگاه، مستحق آن باشد .

ایام چه به کام و چه ناکام می گذرد و من امیدوارم از این تجربه سخت و فراموش نشدنی آموخته باشم که در آینده هر چیزی را در جایگاه خودش ببینم و بر دیگران نپسندم آنچه بر خود نمی پسندم .

اما چشم بر همه چیز نمی توان بست ...

خود را موظف می دانم از استاد محترم جناب آقای دکتر رهگشای که مسئولیت راهنمایی این کار را بعهده داشته اند سپاسگزاری نمایم .

همچنین از دلسوزی های بی دریغ استاد محترم آقای مهندس شفائی مقدم کمال تشکر و قدردانی را دارم .

از استاد گرامی جناب آقای دکتر شیوا عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند که با نظریات علمی مفیدشان راهگشای کار بودند قدردانی می نمایم .


در پایان از استاد محترم سرکار خانم مهندس ترکمانی ، مسئول آزمایشگاه پتروگرافی ، آقای مهندس منصف ، آقای مهندس فروزش صمیمانه تشکر کرده و محبت های هادی، احسان و فرهاد را از یاد نخواهم برد.

ملک این مزرعه دانی که ثباتی ندهد  
آتشی از جگر جام در املاک انداز  
غسل در اشک زدم کاهل طریقت گویند  
پاک شو اول و پس دیده بر آن پاک انداز  
یارب آن زاهد خود بین که بجز عیب ندید  
دود آهیش در آینه ادراک انداز

## اقرار و تعهدنامه

اینجانب سارا پیراسته دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده علوم زمین ، گروه زمین شناسی ، رشته زمین شناسی ، گرایش پترولوژی پایان نامه حاضر را بر اساس مطالعات و تحقیقات شخصی خود انجام داده و در صورت استفاده از داده‌ها ، مآخذ ، منابع و نقشه‌ها به‌طور کامل به آن ارجاع داده‌ام ، ضمناً داده‌ها و نقشه‌های موجود را با توجه به مطالعات میدانی - صحرایی خود تدوین نموده‌ام . این پایان نامه پیش از این به هیچ‌وجه در مرجع رسمی یا غیر رسمی دیگری به‌عنوان گزارش یا طرح تحقیقاتی عرضه نشده است . در صورتی که خلاف آن ثابت شود ، درجه‌ی دریافتی اینجانب از اعتبار ساقط شده ، عواقب و نتایج حقوقی حاصله را می‌پذیرم .

تاریخ ۱۳۸۶/۹/۲۱

امضاء 

## چکیده :

منطقه مورد مطالعه بخشی از زون فلیشی شرق ایران می باشد و چین خوردگی، تراست شدگی، خردشدگی و دگرگونی از پدیده های رایج در آن است. مجموع افیولیتی بیرجند که در جنوب شهر بیرجند واقع می باشد شامل کمپلکسی از سنگهای مافیک-الترامافیک به همراه رسوبات آهکی کرتاسه بالایی می باشد. انواع مختلفی از سنگهای آذرین و دگرگونی (متاپریدوتیت ها، سرپانتیت ها، اسپیلیت ها، متادیا بازها، متاگابروها و شیست های آبی) مرتبط با این مجموعه سنگی مورد بررسی قرار گرفته اند. متاپریدوتیت ها بیشتر از نوع هارزبورژیتهی بوده و در بیشتر موارد سرپانتینیزه شده اند. گابروها به صورت لایه ای و توده ای در منطقه رخنمون دارند. بازالت ها مشتمل بر پیلولاواها و جریانهای گدازه ای هستند که در حد رخساره شیست سبز دگرگون شده اند.

گلوکوفان شیست ها در منطقه وسعت زیادی دارند و در محدوده رخساره شیست آبی قرار می گیرند. گلوکوفان شیست ها دارای گرایش کالک آلکان بوده و پروتولیت آنها سنگهای مافیک کالک الکان و یا چرت و کوارتزآرنایت می باشد.

بازالت ها عمدتاً گرایش به محیط های T-MORB با غنی شدگی در LREE و یا گرایش به OIB ها دارند که تهی شدگی در HFSE را نشان می دهند.

متاگابروها تهی شدگی در Nb نشان می دهند و علاوه بر این دارای الگوی پراکنش مسطح بوده و یا تهی شدگی در LREE دارند. این خصوصیات ژئوشیمیایی با سری تولئیتی جزایر قوسی هماهنگی دارند.

واژه های کلیدی: مجموعه افیولیتی بیرجند، زون فلیش، متا پریدوتیت ها، بازالت، عناصر LREE و متا گابروها.



فهرست

فصل اول - کلیات

۱	مقدمه	۱-۱-
۱	تاریخچه مطالعه افیولیت ها	۲-۱-
۲	تعریف افیولیت	۳-۱-
۵	ویژگی ژئو دینامیکی نوارهای افیولیتی	۴-۱-
۷	تقسیم بندی ساختاری ایران	۵-۱-
۹	پراکندگی افیولیتها در جهان	۶-۱-
۹	پراکندگی افیولیت های ایران	۷-۱-
۱۲	موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه	۸-۱-
۱۳	آب و هوا و پوشش گیاهی	۹-۱-
۱۴	راههای ارتباطی	۱۰-۱-
۱۵	مطالعات قبلی	۱۱-۱-
۱۶	هدف از مطالعه	۱۲-۱-
۱۷	روش مطالعه	۱۳-۱-

فصل دوم - زمین شناسی منطقه

۱۹	مقدمه	۱-۲-
۱۹	ویژگی های منطقه مورد مطالعه	۲-۲-
۲۵	دگرگونی در پهنه سیستان	۳-۲-
۲۶	تکوین پهنه سیستان	۴-۲-
۲۷	میکرو قاره لوت - شرق ایران	۵-۲-
۲۸	کرتاسه بلوک لوت	۶-۲-
۳۰	زمین شناسی منطقه	۷-۲-
۳۲	تکتونیک بلوک لوت	۸-۲-
۳۳	سنگهای دگرگونی در محل تلاقی بلوک لوت و زون فلیش	۹-۲-
۳۳	سنگهای دگرگونی مجاورتی در ارتباط با توده نفوذی	۱۰-۲-
۳۴	سن کالرد ملانژ	۱۱-۲-

۳۵	تعیین سن	۱۲-۲-
	<b>فصل سوم- زمین شناسی صحرایی و پتروگرافی</b>	
۳۷	مقدمه	۱-۳-
۳۷	کمپلکس های الترا مافیک	۲-۳-
۳۸	متاپریدوتیت ها (متاها رزبورژیت، متالرزولیت):	۱-۲-۳-
۴۶	دونیت	۲-۲-۳-
۴۹	واحدهای مافیک ، واحدهای دگرگون شده مافیک	۳-۳-
۴۹	گابروها ، متا گابروها	۱-۳-۳-
۵۱	متابازالت- پیلولاوا (اسپیلیت ها)	۲-۳-۳-
۵۶	متا دیابازها	۳-۳-۳-
۵۹	رودنژیت ها	۴-۳-۳-
۶۰	آندزیت ها	۵-۳-۳-
۶۲	کمپلکس های دگرگونی همراه افیولیت ها	۴-۳-
۶۲	فیلیت ها	۱-۴-۳-
۶۲	شیست ها	۲-۴-۳-
۶۲	چرت ها	۳-۴-۳-
۶۳	آمفیبولیت ها	۴-۴-۳-
۶۴	گلوکوفان شیست ها	۵-۴-۳-
۷۲	سریانتیت ها	۵-۳-
۷۶	لیستونیت	۶-۳-
	<b>فصل چهارم- ژئوشیمی کانیاپی</b>	
۸۲	الیون	۱-۴-
۸۲	الیون در پریدوتیت ها	۱-۱-۴-
۸۵	پیروکسن ها	۲-۴-
۸۵	اورتوپروکسن در پریدوتیت ها	۱-۲-۴-
۸۹	کلینوپروکسن در پریدوتیت ها	۲-۲-۴-
۹۱	کلینوپروکسن در پیلولاواها	۳-۲-۴-
۹۲	کلینوپروکسن در بازالت های جریان	۴-۲-۴-

۹۲	کلینوپیروکسن در گابروهای دگرگون شده	۴-۲-۵
۹۶	نقش کلینوپیروکسن در بررسی محیط های ژئودینامیکی	۴-۳
۹۸	اسپینل	۴-۴
۱۰۳	آمفیبول ها	۴-۵
۱۰۷	پلاژیوکلازها	۴-۶
۱۰۸	گارت ها	۴-۷
۱۰۹	اپیدوت ها	۴-۸

### فصل پنجم - ژئوشیمی کل سنگ

۱۱۰	تعریف و روش کار	۵-۱
۱۱۰	خصوصیات ژئوشیمیایی عناصر	۵-۲
۱۱۰	آلومینیوم	۵-۲-۱
۱۱۱	آهن	۵-۲-۲
۱۱۱	سزیم	۵-۲-۳
۱۱۱	روبییدیم	۵-۲-۴
۱۱۱	باریم	۵-۲-۵
۱۱۲	سرب	۵-۲-۶
۱۱۲	استرانسیوم	۵-۲-۷
۱۱۳	منگنز	۵-۲-۸
۱۱۳	زیرکونیم	۵-۲-۹
۱۱۳	هافنیوم	۵-۲-۱۰
۱۱۳	اسکاندیم	۵-۲-۱۱
۱۱۴	کبالت	۵-۲-۱۲
۱۱۴	نیکل	۵-۲-۱۳
۱۱۴	لیتیوم	۵-۲-۱۴
۱۱۴	وانادیم	۵-۲-۱۵
۱۱۵	کرم	۵-۲-۱۶
۱۱۵	توریم	۵-۲-۱۷
۱۱۵	پتاسیم	۵-۲-۱۸

۱۱۶	ژئوشیمی واحدهای آفیولیتی	۳-۵-
۱۱۶	متا هارزبورژیت ها و لیستونیت ها	۱-۳-۵-
۱۱۶	متا هارزبورژیت ها	۱-۱-۳-۵-
۱۱۷	لیستونیت ها	۲-۱-۳-۵-
۱۱۹	سنگهای مافیک - سنگهای مافیک دگرگون شده	۲-۳-۵-
۱۱۹	بازالت ها	۱-۲-۳-۵-
۱۲۹	گابروها - متا گابروها	۲-۲-۳-۵-
۱۳۳	پیلولاواها (اسپیلیت ها)	۳-۲-۳-۵-
۱۳۷	متا دیابازها	۴-۲-۳-۵-
۱۳۸	شیست ها	۵-۲-۳-۵-
۱۴۹	فصل ششم - بحث و نتیجه گیری	
۱۵۷	مراجع و منابع	
	ضمیمه	

## فصل اول:

### کلیات

## ۱- مقدمه:

افیولیت ها قطعاتی از لیتوسفر اقیانوسی هستند که در اکثر سلسله کوههای بزرگ دنیا در قاره ها و یا در جزایر دیده می شوند. سلسله کوههایی که در نتیجه تصادم و برخورد به وجود آمده اند مانند آپالاش، هیمالایا و یا حتی کوههای عظیمی که به آن سلسله جبال آپی می گویند غنی از توده های افیولیتی اند و می توان آنها را در امتداد نواری پر پیچ و خم و خطی در طول هزاران کیلومتر تعقیب کرد. افیولیت به مجموعه مشخصی از سنگهای اولترامافیک، مافیک تا حدواسط و گاه اسیدی (پلاژیوگرانیت و تونالیت)، سنگهای رسوبی و دگرگونی همراه آن اطلاق می شود.

## ۱-۲ تاریخچه مطالعه افیولیت ها :

افیولیت ها یا سنگ مار آشنای قدیمی زمین شناسی صحرایی است. اصطلاح مزبور در سال ۱۸۱۳ بوسیله برونیا برای معرفی سنگهایی با زمینه سرپانتینی که کانی های مختلفی در آن وجود داشته و غالبا با سنگهای آتشفشانی، گابروها و رسوبات سیلیسی یا چرت همراه بوده بکار برده شد. در طی قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، اصطلاح افیولیت، معرف تجمعی از سرپانتینیت ها، گابروها و اسپیلیت ها همراه یا بدون رادیولاریت و یا چرت های وابسته بوده که در لیگور آپنین (Ligurian Apennine) و در آلپ غربی رخنمون داشته اند. این رخنمون های افیولیتی آپی، بشدت تکتونیزه، چین خورده و دگرگون شده بود، بنابراین تفسیر آنها با اشکالات زیاد توأم بوده است. انواع سنگهای ماگمایی موجود در افیولیت ها از جمله الترامافیک ها، گابروها، دیابازها و اسپیلیت ها در یک لا کولیت عظیم تفریق پیدا کرده و سپس به داخل رسوبات یک حوضه ژئوسینکلاین تزریق می شوند. مانند بسیاری از مفاهیم زمین شناسی، افیولیت نیز پس از ظهور نظریه تکتونیک صفحه ای در طی دهه ۱۹۶۰، معنای جدیدی به خود گرفت و مفهوم فورانهای بزرگ زیر دریایی به سرعت کنار گذاشته شد.

پذیرفتن لیتوسفر اقیانوسی به عنوان منشأ افیولیت کمک زیادی به تکامل نظریه ها در مورد ماهیت و منشأ اجزای مافیک و الترامافیک قسمتهای مختلف افیولیت کرد. هس (Hess, 1983) به ماگمای پریدوتیتی و سرپانتینیتی اشاره می کند و اظهار می دارد که آنها در کمر بند کوهزایی و چین خورده، بصورت سیل و توده های نامنظم و طویل تشکیل شده، دارای ضخامت هایی بین چند متر تا چند کیلومتر هستند و معمولا در یک سیستم گسلی موازی با روند تکتونیک قرار می گیرند. گس (Gass, 1984) بیان کرد که کمپلکس افیولیتی ترودوس (Troodos) در قبرس، نماینده پوسته اقیانوسی است که در یک پشته میان اقیانوسی، در نتیجه ذوب گوشته فوقانی بوجود آمده است. با استفاده از آنالیزهای پترو فابریک، نیکولا (Nicolas, 1989) اثرات تغییر شکل را در پریدو

تیت های سکانس افیولیتی مختلف تشخیص داد. جکسون و تایلر (Jackson & Thayer, 1972) یک بخش از پریدوتیت های تیپ آلپی را که دارای فابریک تکتونیکی -متا مورفیکی بودند را معرفی کردند که بعد ها بطور گسترده ای در گروه های فرعی لرزولیتی و هارزبورژیتی پذیرفته شدند (Nicolas, 1985).

### ۱-۳- تعریف افیولیت :

اولین تعریف جامع در مورد افیولیت ها در سال ۱۹۷۲ در کنفرانس Penrose ارائه شد. طبق این تعریف افیولیت ها مجموعه ای از سنگهای مافیک تا اولترا مافیک می باشند که شامل کمپلکس الترا مافیک متشکل از هارزبورژیت، لرزولیت، دونیت (تکتونیکی و گاه کومولایی) و کمپلکس گابرویی عمدتاً باافت کومولایی، دایک صفحه ای و کمپلکس ولکانیکی معمولاً با ساخت پیلویی و یا توده ای می باشند.

در یک سکانس افیولیتی از پائین به بالا بخشهای زیر وجود دارد: (شکل ۱-۱)

۱) کمپلکس اولترامافیک (Ultramafic Complex) :

شامل نسبت های متغیری از هارزبورژیت، لرزولیت و دونیت است که معمولاً با فابریک تکتونیکی دگرگونی (کم و بیش سرپانتینیزه شده) مشخص می باشد و معمولاً دارای یک زون دگرگونی با فابریک میلونیتی در قاعده خود می باشد (ناشی از پدیده فرورانش).

۲) کمپلکس مافیک-اولترامافیک های کومولایی : معمولاً حالت کومولایی داشته و از پریدوتیت، پیروکسنیت و گابروی لایه ای تشکیل شده است. در این بخش سنگهای آذرین حد واسط از قبیل دیوریت نیز در بعضی موارد مشاهده می شود.

۳) کمپلکس دایکهای صفحه ای مافیک (Sheeted dike complex) این کمپلکس مجموعه ای از دایک هایی می باشد که در یکدیگر تزریق شده اند. خصوصیت عمده این دایک ها حاشیه سرد شده نامتقارن (Asymmetrically Chilled Margin) می باشد.

۴) کمپلکس ولکانیکی (Volcanic complex) : این مجموعه از گدازه های بالشی و جریان (Lava Flow) تشکیل شده است.

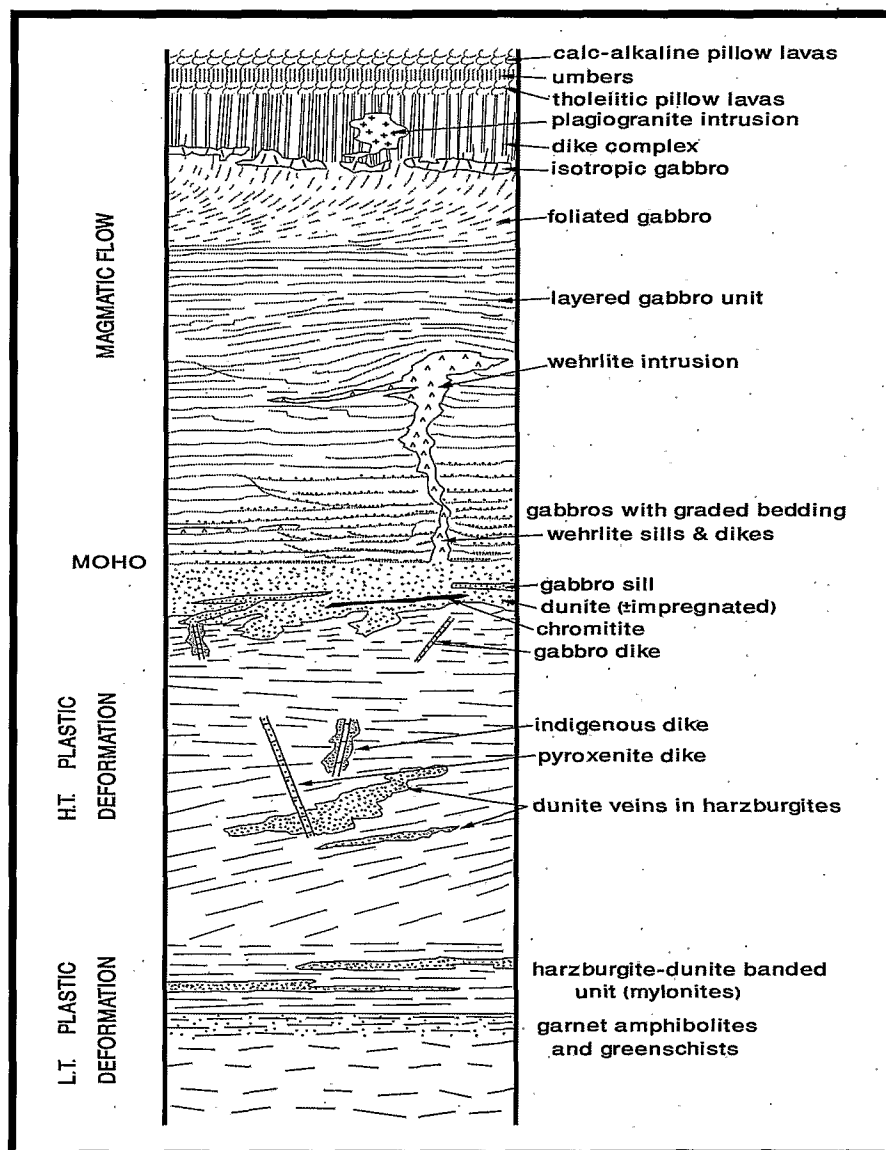
۵) بخش رسوبی بالایی که شامل چرت های نواری، شیلهای بین لایه ای نازک، رادیولاریت و همچنین سنگ آهک ها می باشد.

۶) سنگهای آذرین نفوذی و بیرونی فلسیک

۷) انبانه های کرومیتی (Podiform chromite) که در داخل غشایی از دونیت یافت می شوند.

۸) کمپلکس های دگرگونی (Metamorphic complex) :

شامل مجموعه ای از شیست سبز، شیست آبی (Blue Schist Complex)، آمفیبولیت ها، مرمرها و متاگابروها (Flaser Gabbros) می باشد.



شکل ۱-۱- تصویر شماتیک از یک سکانس افیولیتی ایده آل، (Nicolas 1989)



کلمن (Colman, 1977) بیان نمود که افیولیت ها قطعاتی از پوسته اقیانوسی قدیمی هستند که بطور تکتونیکی جایگزین شده اند. او برای معرفی جایگیری لیتوسفر اقیانوسی بر روی حاشیه قاره ها اصطلاح فرارانش (Obduction) را عنوان کرد. با توجه به مطالعات سنگ شناسی، ساختاری و ژئوشیمیایی می توان افیولیت ها را از نقطه نظر ساختمان پوسته ای و از نظر ماهیت پدیدتیت های گوشته ای به سه گروه تقسیم بندی کرد:

۱) افیولیت نوع هارزبورژیتی (HOT type)

۲) افیولیت نوع لرزولیتی (LOT type)

۳) افیولیت نوع حد واسط

- افیولیت های نوع هارزبورژیتی دلالت بر درجه بالای ذوب بخشی گوشته فوقانی داشته که تصور می شود نشان دهنده گسترش سریع پشته های اقیانوسی هستند.

افیولیت عمان یا پهنه اسماعیل بهترین مثال از نوع افیولیت هارزبورژیتی است.

- در حالیکه افیولیت های نوع لرزولیتی نشان دهنده درجه پائین تری از ذوب بخشی هستند، که تصور می شود نشانه گسترش کند پشته اقیانوسی می باشند.

افیولیت حوضه لیگور-پینه مونته با سن ژوراسیک فوقانی بهترین مثال از افیولیت نوع لرزولیتی می باشد که در آلپ های فرانسه و ایتالیا رخنمون پیدا کرده است.

- افیولیت زیگاسه (Xigaze) در تبت مثالی از افیولیت های حد واسط می باشد.

بر اساس نحوه جایگیری بر روی پوسته قاره ای دو نوع افیولیت را می توان تشخیص داد:

۱- جایگیری افیولیت ها در حاشیه های غیر فعال قاره ای (افیولیت نوع تتیسی)

۲- جایگیری افیولیت ها در حاشیه های فعال قاره ای (افیولیت نوع کوردیلرایی)

افیولیت های تتیسی از فراوانترین افیولیت ها بوده (Knipper et al., 1986) که از غرب دریای مدیترانه، از یوگسلاوی شروع و تا عمان و پاکستان ادامه دارد و در ایران از گسترش فراوانی برخوردار بوده و در دو موقعیت زمین شناسی یافت می شوند (Desmons & Beccaluva, 1982):

1) به صورت یک سفره (Nappe) بزرگ در کمربند تراستی زاگرس در نزدیکی نیریز، کرمانشاه

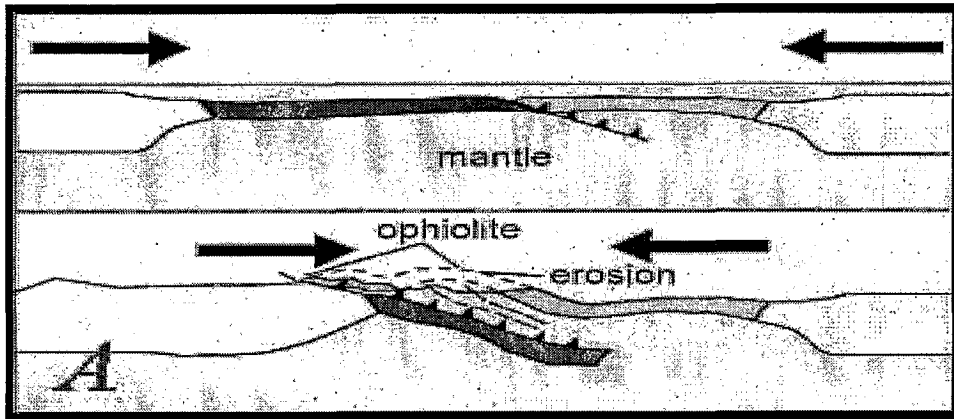
و خوی (Khalatbari ; Agard et al., 2005 ; Ricou et al., 1977 Jafary, 2002)

امتداد این کمربند در شمال غرب به افیولیت های ترکیه و در جنوب به افیولیت های عمان مرتبط می شود.

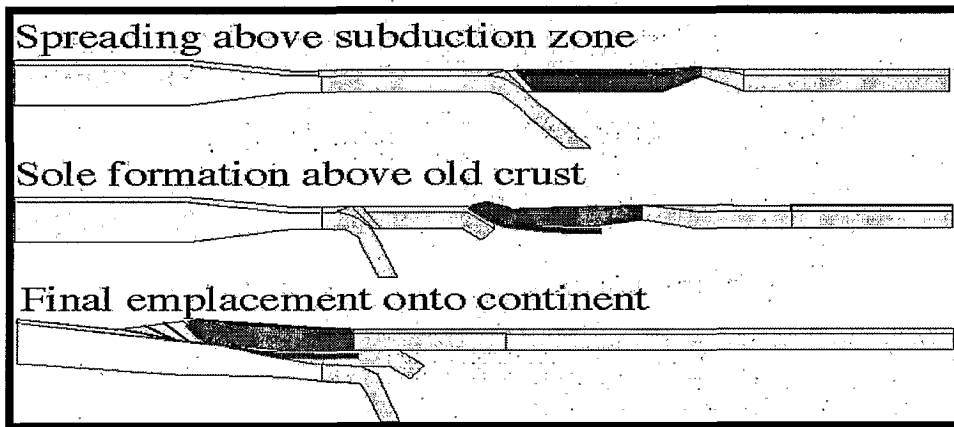
2) در امتداد کمربند کشیده ای در اطراف بلوک لوت که دارای روند شرقی-غربی در جنوب بلوچستان، در شمال بلوچستان با روند شمالی-جنوبی و در ناحیه سبزواری با روند شرقی-غربی و به شکل هلالی در غرب لوت پراکنده می باشند.  
(Stocklin, 1977; Davoudzadeh, 1972; Dimitrijevic, 1973; Sabzei, 1974; esmons, 1977; Mc Call, 1979)

#### ۴-۱- ویژگی ژئودینامیکی نوارهای افیولیتی

مقصد لیتوسفر اقیانوسی برگشت آن به اعماق گوشته از طریق فرورانش (Subduction) است و تنها در محیط های ژئودینامیکی خاص ممکن است قطعات لیتوسفر اقیانوسی بر روی حاشیه قاره ها و در بین سلسله کوهها و به طول چند کیلومتر دیده شوند. این حالات خاص معمولاً بر اثر فشردگی حوضه اقیانوسی به دنبال مرحله ای از جدانشدگی اقیانوسی (Oceanic detachment) و فرارانش (Obduction) اتفاق می افتد که ممکن است روی یک حاشیه غیر فعال قاره ای (افیولیت نوع تتیسی) و یا روی حاشیه فعال قاره ای (افیولیت نوع کردیلرایی) قرار گیرند. بطور کلی جایگیری (Emplacement) افیولیت ها در محیط های همگرا، همراه با ناپدید شدن محیط های اقیانوسی می باشد. افیولیت ها بیان کننده لیتوسفر اقیانوسی هستند که عمدتاً در ورقه های نمو کننده تشکیل می شوند. بدنبال رشد در پشته های گسترش یابنده، لیتوسفر اقیانوسی سرد شده و بصورت یک قطعه مستقل حرارت پائین، در رسوبات حاشیه قاره ای جای می گیرد (شکل ۱-۳).  
مطالعات لرزه ای که بر روی پوسته اقیانوسی و واحدهای مختلف آن انجام گرفته، نشان می دهد که اغلب افیولیت ها، ضخامتی کمتر از متوسط پوسته اقیانوسی دارند که این مسئله با نیروهای تکتونیکی و یا با نازک شدن همراه با تغییر شکلهای فرسایشی در افیولیت می باشد ارتباط دارد.



A



B

شکل ۱-۲-۱-۲-۳-ب-جایگیری افیولیت ها - قرار گرفتن افیولیت ، بصورت ورقه ای مستقل در حاشیه قاره مشاهده می شود. در شکل می توان ضخامت کم افیولیت ها را در مقایسه با پوسته اقیانوسی بررسی کرد. گرفته شده از : [www.tulane.edu/sanelson](http://www.tulane.edu/sanelson), 2005.

## ۱-۵- تقسیم بندی ساختاری ایران

فازهای مهم تکتونیکی باعث شده است که ایران از نظر زمین ساختمانی یک حالت متغیر داشته باشد و به واحدهای مختلف تقسیم گردد که به شرح زیر می باشد (Nabavi and Stocklin, 1973) - (شکل ۱-۳).

(۱) زون زاگرس - دشت خوزستان

- زاگرس چین خورده

- زاگرس مرتفع

(۲) زون سنندج - سیرجان

(۳) زون ایران مرکزی - زون فلیش شرق ایران

- بلوک لوت

- زون مکران

(۴) زون البرز - کپه داغ و البرز شرقی

- البرز مرکزی

- البرز غربی و آذربایجان