

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی

گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی

عنوان:

مطالعه پتروگرافی و محیط رسوبی واحدهای کربناته پالئوسن-اؤسن در ناودیس
چینگ در، غرب بیرجند، شرق ایران

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا میراب شبستری

استاد مشاور:

دکتر احمد رضا خزاعی

نگارش:

سیده حلیمه هاشمی عزیزی

شهریور ۱۳۹۰

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

فرم شماره ۱۰

با تاییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد خانم سیده حلیمه هاشمی عزیزبی به شماره دانشجویی: ۸۸۲۳۱۱۸۰۱۲ رشته: زمین شناسی گرایش: رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشکده: علوم، تحت عنوان: مطالعه پتروگرافی و محیط رسوبی واحدهای کربناته پالئوسن-ائوسن در ناودیس چینگدر، غرب بیرجند، شرق ایران

به ارزش: ۶ واحد در ساعت: ۱۸ روز: یکشنبه مورخ: ۱۳۹۰/۶/۲۷
با حضور اعضای محترم جلسه دفاع و نماینده تحصیلات تکمیلی به شرح ذیل تشکیل گردید:

سمت	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنمای اول	دکتر غلامرضا میراب شبستری	استادیار	
استاد راهنمای دوم	-	-	
استاد مشاور اول	دکتر احمد رضا خزاعی	استادیار	
استاد مشاور دوم			
داور اول	دکتر ابراهیم غلامی	استادیار	
داور دوم	دکتر سید ناصر رئیس السادات	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمود رضا هیهات	استادیار	

نتیجه ارزیابی دفاع که منوط به ارائه اصلاحات پیشنهادی توسط هیئت داوران حداکثر ظرف مدت یکماه پس از تاریخ دفاع می باشد، به شرح زیر مورد تایید قرار گرفت:

قبول (با درجه عالی) و امتیاز: (۱۹/۹۵) دفاع مجدد غیر قابل قبول
۱- عالی (۱۹-۲۰) ۲- بسیار خوب (۱۸-۱۸/۹۹) ۳- خوب (۱۶-۱۷/۹۹) ۴- قابل قبول (۱۴-۱۵/۹۹)

(بدیهی است عواقب آموزشی ناشی از عدم ارائه به موقع اصلاحات مزبور به عهده دانشجو می باشد)

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

تقدیر و سپاسگزاری

حد و پاس به درگاه آن یکتای بی‌همتا که قلم را قداست و انسان را کرامت بخشید. هر چه داد از کرمش و هر چه نداد از حکمتش بود.

بر خود لازم می‌دانم از محضر استاد گرامی، جناب آقای دکتر غلامرضا میراب شهنسری که افتخار شاگردی ایشان را داشته‌ام و در حین تحصیل و انجام پایان نامه، همواره از مساعدت های علمی ایشان بهره مند بوده‌ام، قدر دانی نموده و سلامت و سعادت روز افزون ایشان را از درگاه خداوند منان خواستارم.

بچنین مراتب اثنان و سپاسگزاری خویش را از جناب آقای دکتر احمد رضا خزاعی که به عنوان استاد مشاور با وقت نظر و نظارت بر انجام این تحقیق مرابری نموده اند، ابراز نموده و سلامت و سعادت ایشان را آرزو مندم.

از اساتید فاضل و گرامی جناب آقایان دکتر ابراهیم غلامی و دکتر سید ناصر رئیس السادات جهت داوری این پایان نامه تشکر نموده و به روزی و توفیق ایشان را از قادر متعال مسئلت می‌نمایم.

از اساتید بزرگوار و گرامی ام در گروه زمین شناسی دانشکده علوم دانشگاه بیرجند نیز سپاسگزارم.

از بهکلاسی های عزیزم خانم هانر کس شلوبی مقدم، طیده اشرف و مینا حاشی و آقای محسن علی آبادی جهت بهکاری و کمک های بی‌شائبه شان صمیمانه سپاسگزارم.

از دوستان مهربانم خانم هادیا امینی و سارا شریعت راد و آقای مهدی میرعلایی جهت بهکاری در بخش صحرائی این تحقیق نهایت سپاسگزاری را دارم.

تقدیم بہ

مادر م

منظر محبت، صمیمیت و فداکاری

چکیده

ناودیس چینگ در در نزدیکی روستای دستگرد و در فاصله ۶۵ کیلومتری غرب شهرستان بیرجند، شرق ایران واقع شده است. توالی مورد مطالعه به ضخامت ۵۰۰ متر می‌باشد که در پال شرقی ناودیس مورد نظر قرار دارد. سنگ‌های کربناته مورد مطالعه متشکل از اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی شامل فرامینی‌فرهای کفزی بزرگ جثه (مانند نومولیتس و آلوئولینا)، جلبک سبز، و اینتراکلت می‌باشند. بررسی رخساره‌های توالی کربناته کم عمق پالئوسن-اؤسن ناودیس چینگ در و تلفیق آن با اطلاعات دیرینه زیستی برای بازسازی محیط رسوبی دیرینه مورد استفاده قرار گرفته است. برش مورد مطالعه از لایه‌های ضخیم، متوسط و نازک سنگ آهک به همراه طبقات آهکی رس دار تشکیل شده که در این پژوهش از لایه‌های آهکی نمونه برداری صورت گرفته است. نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپی نشان داده که رسوبات تشکیل دهنده این توالی از ۱۱ ریز رخساره کربناته به شرح زیر تشکیل شده است: رودستون اورتوفاگمینید دار (F₁)؛ وکستون آسیلینا و نومولیت دار (F₂)؛ گرینستون نومولیتید و اینتراکلت دار (F₃)؛ گرینستون اینتراکلت و روتالید دار (F₄)؛ گرینستون سوریتید دار (F₅)؛ پکستون پلوئید و نومولیت دار (F₆)؛ پکستون آلوئولینید و نومولیت دار (F₇)؛ پکستون آلوئولینید دار (F₈)؛ پکستون نومولیت دار (F₉)؛ وکستون نومولیت دار (F₁₀) و وکستون رسی فسیل دار (F₁₁). با توجه به ویژگی‌های رخساره‌های فوق و نیز درصد فراوانی اجزای تشکیل دهنده هر رخساره، یک دریای کم عمق با شیب آرام به عنوان محیط رسوب‌گذاری این توالی پیشنهاد می‌شود، به طوری که رخساره‌های F₁، F₂ و F₁₁ مربوط به بخش خارجی فلات قاره، رخساره‌های F₃ تا F₅ مربوط به کمربند رخساره‌ای پشته‌ای و رخساره‌های F₆ تا F₁₀ مربوط به بخش داخلی فلات قاره می‌باشند. ترسیم نوسان سطح آب دریا نیز نشان داده است که سنگ‌های برش مورد مطالعه ناودیس چینگ در طی سه سیکل کامل عمیق شونده و سیکل‌های ناقص کم عمق شونده برجای گذاشته شده‌اند.

سنگ‌های آهکی مورد مطالعه به طور گسترده‌ای تحت تاثیر فرایندهای دیاژنتیکی مختلف قرار گرفته‌اند که مهمترین آنها شامل سیمانی شدن، فشردگی (مکانیکی و شیمیایی)، پر شدگی حفرات و استیلولیتی شدن می‌باشد. مطالعات ژئوشیمیایی نمونه‌های سنگ آهک مقادیر زیاد کلسیم و کم منیزیم را نشان می‌دهد. همچنین، بررسی مقادیر عناصر اصلی و فرعی حاکی از آن است که کلسیت کانی کربناته اولیه در سنگ آهک‌های چینگ در بوده و نیز این سنگ‌ها در یک محیط دیاژنتیکی متوریک فریاتیک به تعادل رسیده‌اند. به علاوه، تغییرات نسبت Str/Ca در برابر مقادیر Mn نشان می‌دهد که تبادلات دیاژنتیکی در یک سیستم باز رخ داده است.

واژه های کلیدی: ناودیس چینگ در - پالئوسن-اوسن - محیط رسوبی - دیاژنز - بیرجند - شرق ایران.

فهرست

- ۱-۱- مقدمه..... ۱۴
- ۲-۱- اهداف..... ۱۴
- ۳-۱- روش مطالعه..... ۱۵
- ۱-۳-۱- مطالعات کتابخانه ای..... ۱۵
- ۲-۳-۱- مطالعات صحرایی..... ۱۵
- ۳-۳-۱- مطالعات آزمایشگاهی..... ۱۶
- ۱-۳-۳-۱- مطالعات پتروگرافی..... ۱۶
- ۲-۳-۳-۱- مطالعات ژئوشیمیایی..... ۱۷
- ۴-۱- تاریخچه مطالعات پیشین..... ۱۹
- ۵-۱- آب و هوای منطقه..... ۲۰
- ۷-۱- وضعیت ساختاری و تکامل زمین ساختی..... ۲۴
- ۱-۷-۱- موقعیت ساختاری حوضه فلیشی شرق ایران..... ۲۵
- ۲-۷-۱- گسل های محدوده شرق و جنوب شرق ایران..... ۲۶
- ۲-۲- واحدهای سنگ چینه ای کربناته پالئوسن-ئوسن در منطقه مورد مطالعه..... ۳۰
- ۲-۲-۱- مقطع چینه شناسی گرونک..... ۳۰
- ۲-۲-۲- مرزهای واحد سنگی گرونک..... ۳۲
- ۳-۲- چینه سنگی برش مورد مطالعه..... ۳۳
- ۱-۳- مقدمه..... ۵۲
- ۲-۳- اجزای تشکیل دهنده برش های نازک میکروسکوپی..... ۵۳
- ۳-۲-۱- خرده های اسکلتی..... ۵۳

- ۵۳(Foraminifera) فرامینیفرها ۱-۱-۲-۳
- ۶۱(Echinoderm) خارپوست ۲-۱-۲-۳
- ۶۲(Green Algae) جلبک سبز ۳-۱-۲-۳
- ۶۳(Bryozoan) بریوزوآ ۴-۱-۲-۳
- ۶۳(Gastropod) شکم پا ۵-۱-۲-۳
- ۶۴خرده های غیر اسکلتی ۲-۲-۳
- ۶۴(Peloid) پلوئید ۱-۲-۲-۳
- ۶۵(Intraclast) اینتراکلاست ۲-۲-۲-۳
- ۶۶رخساره های سنگی میکروسکوپی ۳-۳
- ۶۷معرفی ریز رخساره ها ۱-۳-۳
- ۷۷تفسیر محیط رسوبگذاری ۴-۳
- ۸۰نوسانات نسبی سطح آب دریا ۵-۳
- ۸۴جمع بندی ۶-۳
- ۸۶مقدمه ۱-۴
- ۸۷فراوانی کربنات ها و مواد غیر قابل حل ۲-۴
- ۸۸عناصر اصلی در سنگ های آهکی ۳-۴
- ۹۰عناصر فرعی در سنگ های آهکی ۴-۴
- ۹۰استرانسیم (Sr): ۱-۴-۴
- ۹۳سدیم (Na): ۲-۴-۴
- ۹۴منگنز (Mn): ۳-۴-۴
- ۹۶آهن (Fe): ۴-۴-۴

۹۸	.....:Sr/Mn نسبت ۵-۴-۴
۹۹	.....:Sr/Na نسبت ۶-۴-۴
۱۰۰	.....:Mn تغییرات Sr/Ca در برابر
۱۰۱	.....:تغییرات عناصر اصلی و فرعی در سرتاسر توالی مورد مطالعه
۱۰۴	.....:تعبیر و تفسیر عناصر اصلی و فرعی
۱۰۵	.....:جمع بندی
۱۰۷	.....فصل پنجم
۱۰۷	.....دیاژنز
۱۰۸	.....:۱-۵ مقدمه
۱۰۹	.....:۲-۵ فرایندهای دیاژنتیکی در سنگ های توالی کربناته مورد مطالعه
۱۰۹	.....:۱-۲-۵ میکرایتی شدن
۱۱۲	.....:۲-۲-۵ سیمانی شدن
۱۱۲	.....:۱-۲-۲-۵ سیمان موزاییک دروزی (drusy mosaic cement)
۱۱۶	.....:۲-۲-۲-۵ سیمان کلسیتی رورشدی هم محور (syntaxial overgrowth calcite cement)
۱۱۹	.....:۳-۲-۲-۵ سیمان حاشیه ای هم ضخامت (isopachous calcite cement)
۱۲۰	.....:۴-۲-۲-۵ سیمان موزائیکی دانه ای (Granular mosaic)
۱۲۱	.....:۳-۲-۵ فشردگی و انحلال فشاری (استیلولیتی شدن)
۱۲۹	.....:۳-۵ انواع تخلخل های مشاهده شده در سنگ های کربناته مورد مطالعه
۱۲۹	.....:۱-۳-۵ تخلخل درون دانه ای
۱۳۰	.....:۲-۳-۵ تخلخل حاصل از شکستگی

- ۱۳۳.....تخلخل حاصل از حفر توسط موجودات.....۳-۳-۵
- ۱۳۵.....توالی پارازنتیکی سنگ های کربناته ناودیس چینگ در.....۴-۵
- ۱۳۷.....نتیجه گیری.....۱-۶
- ۱۴۰.....منابع فارسی.....
- ۱۴۲.....منابع لاتین.....

فصل یکم

کلیات

۱-۱- مقدمه

توالی رسوبات کربناته پالتوسن-ائوسن در شرق ایران از گستردگی و ضخامت قابل توجهی برخوردار بوده و در طول مسافت زیادی قابل ردیابی می‌باشد. در بسیاری از نقاط، با وجود راه‌های دسترسی نسبتاً مناسب و رخنمون‌های قابل مطالعه، توالی‌های مورد نظر از جنبه پتروگرافی و رخساره‌های رسوبی مورد شناسایی و بررسی دقیق قرار نگرفته‌اند و در برخی از موارد، تنها به مطالعات فسیل شناسی و یا تعیین سن توالی‌های مذکور اکتفا شده است. از این رو برای تکمیل مطالعات قبلی و همچنین بررسی محیط رسوبی تشکیل دهنده این رسوبات، انجام مطالعات بیشتر در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین ضمن مطالعه دقیق خصوصیات پتروگرافی سنگ‌های کربناته توالی مورد نظر در ناودیس چینگ‌در، به بررسی و شناسایی ریز رخساره‌های مختلف پرداخته شده است و سپس داده‌های حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی با بررسی‌های پتروگرافی به منظور درک هرچه بیشتر محیط‌های رسوبی و دیاژنتیکی تلفیق شده و در نهایت منجر به بازسازی و ارائه مدل رسوبی مناسب و نیز تعیین محیط رسوب‌گذاری قدیمه گردیده است. یقیناً نتایج حاصل از مطالعه این توالی کربناته و بررسی محیط تشکیل آن، در آینده در تحلیل حوضه رسوبی شرق ایران در زمان پالتوسن-ائوسن قابل استفاده خواهد بود.

۱-۲- اهداف

اهداف کلی از انجام این پژوهش بررسی رخساره‌ها و محیط رسوب‌گذاری و نیز پدیده‌های دیاژنتیکی لایه‌های کربناته ناودیس چینگ‌در بوده است. در این راستا اهداف اصلی این تحقیق را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

❖ شناسایی، نام‌گذاری و تفکیک رخساره‌های سنگی بر اساس اختصاصات بافتی و ساختاری

❖ بررسی تغییرات عمودی رخساره‌های سنگی و نمایش تغییرات سطح آب دریا

❖ تعبیر و تفسیر محیط رسوب‌گذاری و ارائه مدل رسوبی برای توالی کربناته مورد مطالعه

۱-۳- روش مطالعه

به منظور رسیدن به هر یک از اهداف ذکر شده، روش‌های متناسب با آن بکار برده شده است. بدین منظور، تحقیق طی مراحل زیر صورت گرفته است.

۱-۳-۱- مطالعات کتابخانه‌ای

برای آگاهی بیشتر از وضعیت زمین‌شناسی منطقه، به خصوص لایه‌های کربناته پالئوسن-ائوسن، بسیاری از پایان‌نامه‌ها، گزارش‌ها و مقالات مرتبط با این تحقیق جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفته است. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف (وحدتی دانشمند و همکاران، ۱۳۶۵) در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای نیز بهره‌برداری شده است.

۱-۳-۲- مطالعات صحرایی

داده‌های صحرایی نقش مهمی را در بازسازی جهت جریان‌های قدیمی، شکل حوضه، محیط رسوبگذاری قدیمه و در مجموع بازسازی تاریخچه رسوبگذاری ایفا می‌نماید. به این دلیل، اولین قدم انتخاب روش صحرایی مناسب است که به اهداف مطالعه بستگی دارد.

پس از شناسایی مقدماتی، مطالعه صحرایی دقیق هر یک از رخنمون‌ها انجام شد. در این مرحله تمام خواص سنگ شناسی قابل مشاهده در هر رخنمون، همچنین ویژگی‌های ساختمانی و بافتی هر واحد سنگی بررسی گردید. تغییر خواص سنگ شناسی، مقدار شیب و امتداد واحدها نیز ثبت شد. به دلیل وجود گسل‌های فراوان در منطقه پس از انجام بازدیدهای صحرایی مقدماتی، یک برش که کامل‌ترین رخنمون و کمترین پوشش گیاهی و گسل خوردگی را داشت، جهت برداشت و نمونه‌برداری انتخاب گردید. برداشت و نمونه‌برداری در جهت عمود بر لایه‌ها از قدیم به جدید و بر اساس تغییرات

مشاهده شده از جنس، رنگ، لایه بندی و اندازه دانه‌ها صورت گرفته است. روش نمونه برداری به طریق لایه به لایه^۱ و بر اساس تغییرات ویژگی‌های سنگ شناسی و چینه شناسی بوده است. در بیشتر موارد اندازه‌گیری مستقیم ضخامت حقیقی لایه‌ها امکان‌پذیر بوده است. نام‌گذاری سنگ‌های آهکی در صحرا به روش طبقه بندی گرابو (Grabau, 1904) صورت گرفته است.

۱-۳-۳- مطالعات آزمایشگاهی

از ۱۵۰ نمونه سنگی برداشت شده، به منظور مطالعه و بررسی میکروسکوپی ۱۳۸ عدد نمونه انتخاب و از آنها برش نازک میکروسکوپی تهیه گردید.

۱-۳-۳-۱- مطالعات پتروگرافی

الف) رنگ آمیزی مقاطع نازک

به منظور تشخیص کلسیت از دولومیت و همچنین کربنات‌های آهن‌دار (Ferroan) از فاقد آهن (Non-ferroan)، مقاطع نازک توسط معرف‌های شیمیایی آلیزارین قرمز (Red alizarin) و فروسیانید پتاسیم (Potassium ferricyanid) به روش دیکسون (Dickson, 1965) رنگ آمیزی شده است. با این روش میزان نسبی آهن مشخص می‌شود، به‌طوریکه با افزایش میزان آهن، کانی‌های کلسیتی به ترتیب به رنگ‌های صورتی، ارغوانی و آبی در آمده اند. همچنین بلورهای دولومیت فاقد آهن رنگ نگرفته و فقط در صورت فراوانی آهن به رنگ آبی روشن و سبز دیده می‌شود.

ب) میکروسکوپ پلاریزان

جهت تشخیص و تفکیک رخساره‌ها، کلیه مقاطع نازک مورد بررسی دقیق سنگ شناسی قرار گرفته اند. برای هر یک از نمونه‌های آهکی درصد فراوانی آلومک‌های اسکلتی، غیر اسکلتی و سیلیسی آواری با استفاده از چارت‌های مقایسه‌ای فلوگل (۲۰۰۴) و تاگر (۲۰۰۱) تخمین زده شده است. در این

¹ bed by bed

مطالعه نام‌گذاری هریک از سنگ‌های کربناته بر اساس طبقه بندی دانهام (Dunham, 1962) و فولک (Folk, 1974) صورت گرفته است. همچنین با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان انواع فابریک‌های سیمان^۲ و فرایندهای دیاژنتیکی در سنگ‌های آهکی تشخیص داده شده‌اند. جهت تشخیص رخساره‌ها و تفسیر محیط‌های رسوبی و همچنین ارائه مدل رسوبی، تلفیقی از روش ویلسون (۱۹۷۵) و فلوگل (۲۰۰۴) بکار گرفته شده است.

همچنین کلیه پدیده‌های میکروسکوپی مهم و قابل توجه مشاهده شده به وسیله دوربین عکسبرداری دیجیتال تعبیه شده بر روی یک دستگاه میکروسکوپ پلاریزان در محل آزمایشگاه سنگ شناسی گروه زمین شناسی دانشگاه بیرجند مورد عکسبرداری قرار گرفته است.

ج) میکروسکوپ کاتدولومینسانس (CL)

میکروسکوپ مورد استفاده در این تحقیق از نوع Technosyn cold و مدل 8200KM3 با حداکثر ولتاژ ۳۰ کیلو ولت است که عکسبرداری از نمونه‌ها توسط این میکروسکوپ تحت شرایط خلاء ۰/۱۵ تور (Torr)، ولتاژ ۱۲ کیلوولت و شدت جریان ۱۶۰ تا ۱۹۵ میکروآمپر مجهز به یک دستگاه دوربین عکسبرداری دیجیتال در آزمایشگاه رسوب شناسی گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفته است.

۱-۳-۲- مطالعات ژئوشیمیایی

از مهمترین کاربردهای مطالعات ژئوشیمیایی سنگ‌های کربناته، تعیین کانی‌شناسی اولیه، تعیین محیط رسوبی، تعیین دمای دیرینه، میزان دگرسانی، تفکیک محیط‌های مختلف دیاژنتزی و تعیین روندهای دیاژنتزی می‌باشد (Adabi and Rao, 1996; Adabi and Asadi Mehmandosti, 2008). به همین منظور در این مطالعه بر روی ۱۶ عدد از گل‌های آهکی نمونه‌های برداشت شده از این لایه‌های کربناته آنالیزهای عنصری انجام گرفته است.

² Fabric of cements

جهت انتخاب نمونه‌های مناسب برای انجام آنالیز طیف سنجی جذب اتمی ابتدا میزان مواد نامحلول در اسید، موجود در هر نمونه اندازه‌گیری شد و سپس نمونه‌هایی که میزان مواد نامحلول آنها کمتر از ۱۵ درصد بود برای انجام آنالیز انتخاب گردیدند. به منظور تعیین مقادیر مواد نامحلول در اسید (AIR)، مطابق با روش به کار گرفته شده توسط الحفناوی و همکاران (El Hefnawi et al., 2010)، مقدار یک گرم از نمونه در اسید کلریدریک (HCL) رقیق ۱ نرمال حل شده و پس از حدود ۳۰ دقیقه محلول از صافی گذرانده شد. کاغذ صافی پس از خشک شدن توزین شده و درصد مواد نامحلول در اسید تعیین گردید. نمونه‌هایی که بیش از ۱۵ درصد مواد غیر قابل حل در اسید داشته اند حذف شده و ۲۰ نمونه جهت آنالیز شیمیایی انتخاب گردید.

طیف سنجی جذب اتمی یکی از روش‌های متداول جهت اندازه‌گیری میزان عناصر مختلف در کانی‌ها، سنگ‌ها و همچنین آب‌هاست (Fairchild et al., 1988). سنگ‌های آهکی و دولومیتی حاوی عناصر بسیار زیادی هستند، اما معمولاً جهت بررسی‌های دیاژنتیکی از عناصر اصلی کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، و نیز عناصر فرعی آهن (Fe)، منگنز (Mn)، سدیم (Na) و استرانسیم (Sr) استفاده می‌شود (Rao, 1996). برای انجام آنالیز ابتدا باید نمونه را پودر کرد (۰/۲ گرم)، سپس نمونه پودر شده در داخل اسیدی که قادر به حل کربنات باشد محلول می‌گردد. این اسید نباید خیلی قوی باشد که همه مواد را حل کرده و از بین ببرد. برای سنگ‌های آهکی اسید استیک سرد ۰/۳٪ (۰/۲ گرم در ۲۵ میلی لیتر) در طول یک شب کافی است. محلول بدست آمده جهت آنالیز بایستی به حجم ۵۰ میلی‌لیتر برسد (Fairchild et al., 1988).

تعداد ۱۶ نمونه سنگ آهک میکرایتی از نمونه‌های برداشت شده از برش مورد مطالعه برای آنالیز عنصری انتخاب گردید. آنالیز نمونه‌ها با دستگاه طیف سنج جذب اتمی^۳ مدل شیمادزو ۴۶۷۰ در آزمایشگاه شیمی دستگاهی گروه شیمی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفته است. برای هر یک از

³ Atomic Absorption Spectrometer

⁴ Shimadzo-AA 670

نمونه‌ها عناصر کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، سدیم و استرانسیم اندازه‌گیری شده است. مقدار عناصر اصلی به صورت درصد و میزان عناصر فرعی بر حسب ppm گزارش شده است. حساسیت دستگاه برای عناصر کلسیم ۰/۱۸ پی‌پی‌ام، منیزیم ۰/۰۰۵ پی‌پی‌ام، آهن ۰/۰۸۴ پی‌پی‌ام، استرانسیم ۰/۰۲۴ پی‌پی‌ام و سدیم ۰/۰۳ پی‌پی‌ام می‌باشد.

کلیه مقادیر به دست آمده از آنالیز طیف سنجی جذب اتمی، پس از کسر مقادیر حاصل از محاسبه میزان مواد نامحلول در اسید، دوباره محاسبه شده و مقادیر تصحیح شده^۵ برای ترسیم نمودارها به کار گرفته شده است.

۱-۴- تاریخچه مطالعات پیشین

تاکنون مطالعات زمین‌شناسی متعددی در حوضه شرق ایران انجام شده است. برخی از این تحقیقات که به موضوع این پژوهش ارتباط دارد به شرح زیر است:

- اشتوکلین و همکاران (Stöcklin et al, 1972) به بررسی زمین‌شناسی پهنه لوت و شرق کشور پرداختند که نتایج آن در سال ۱۹۷۲ در گزارش شماره ۲۲ سازمان زمین‌شناسی کشور منتشر شده است. در این پژوهش به نهشته‌های فلیشی بخش زیرین سنگ‌های ترشیری و سنگ‌های کرتاسه در شرق ایران اشاره شده است.

- حاجی ابوتراب و ارشدی (۱۳۵۹) مطالعه چینه‌شناسی سنگ‌های کرتاسه بالایی-پالئوسن و انوسن در ناحیه ماهیرود را انجام داده اند.

- پرتو آذر و ساداتی (۱۳۶۷)، چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی پالئوژن در ناحیه بیرجند، شرق ایران را بر مبنای فرامینیفرها مطالعه نمودند.

⁵ Revised

- در سال ۱۳۷۲ چینه شناسی و دیرینه زیستی برش گرونک (غرب بیرجند) توسط حلمی مطالعه شده و بازه سنی این نهشته‌ها را کرتاسه پسین-اوسن پیشین ذکر کرده است.
- حبیبی مود (۱۳۷۹) چینه شناسی و زمین ساخت حوضه فلیشی شرق ایران را مورد بررسی قرار داده است.
- مطالعه پتروگرافی و محیط رسوبی سنگ‌های کربناته اوسن زیرین شمال شرق نهبندان توسط جاودان (۱۳۸۸) به انجام رسیده است.
- نظری (۱۳۸۸) آنالیز میکروفاسیس‌ها و محیط رسوبی سری‌های اوسن زیرین در شرق بلوک لوت (غرب اقیانوس سیستان) را انجام داده است.
- نوحی (۱۳۸۸) آنالیز میکروفاسیس‌های کربناته بر اساس انتشار فرامینیفرا بزرگ در ناحیه آریش را مطالعه نموده است.
- مطالعات ریز چینه شناسی بر اساس فرامینی فر مناطق کلات شیر و کلات شب در شرق زون سیستان توسط شعبانی (۱۳۸۹) انجام شده است.
- زهروی (۱۳۸۹) به معرفی نانوپلانکتون‌های آهکی نئوژن در منطقه گرونک، دستگرد، واقع در غرب بیرجند پرداخته است.

۱-۵- آب و هوای منطقه

اختلاف درجه حرارت سالانه در شرق ایران بسیار زیاد است و زمستان سخت و سرد و تابستان گرم و طولانی دارد و باران متوسط سالانه از ۱۰ سانتیمتر تجاوز نمی‌کند (زهروی، ۱۳۸۹). این منطقه به لحاظ قرارگیری در بخش شمالی لوت مرکزی، شرایط خاص آب و هوایی خشک و کویری دارد. میزان نزولات جوی در این منطقه بسیار پایین است. عوامل مؤثر در شرایط اقلیمی منطقه عبارتند از:

الف) درجه حرارت