



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الحمد لله الذي هدانا لهذا
الذي كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله
والحمد لله رب العالمين





دانشگاه فروردین شهر

دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

بایواستراتیگرافی رسوبات قاعده‌ای نهشته‌های کرتاسه بالایی
در برش چمن ساور، جنوب کردکوی، البرز شرقی

استاد راهنما

خانم دکتر فاطمه هادوی

استاد مشاور

آقای دکتر بهنام رحیمی

نگارنده

زهرا باقری دینانی

پاییز 89



تقدیم بہ

دستان پر مہر مادرم

روح پدرم

دریای بیکران زندگی، ہمسر م

باسپاس فراوان که خرد را سرمایه آدمی قرار داد. خداوند را سپاس می گویم که به من این فرصت را عنایت فرمود تا در مسیر علم کام بردارم و در کنار اساتید و دانشمندان بزرگ و دوستانی مهربان، کسب علم کنم.

از اساتید ارجمند، سرکار خانم پروفور فاطمه یادوی، که راهنمای من در این پایان نامه بودند و همچنین از آقای دکتر بهنام رحیمی که به عنوان مشاور، راهنمای شایسته ای برای من بودند تقدیر و تشکر می کنم. این دو استاد گرامی نه تنها استاد علمی بلکه اسوه اخلاقی من نیز بوده اند. از خداوند متعال طول عمری با عزت همراه با موفقیت روز افزون را برایشان خواستارم.

همچنین از گلهای بی دینج سرکار خانم مهندس پوراسماعیل، مهندس نرگس شگری، مهندس نطقی مقدم، مهندس الهام جهتدین و دوستان عزیزم مهندس الهام داوطلب و مهندس مریم السادات صالح عقیلی پاسکندازی نموده و امیدوارم در مسیر کسب علم سربلند و موفق باشند.

در پایان از خانواده عزیزم به خصوص برادران عزیزم خسرو و امیر و خواهرم فاطمه که مراد به پایان رساندن این پایان نامه یاری رسانند صمیمانه تقدیر و تشکر می کنم امیدوارم توانسته باشم گوشه ای از زحمات این عزیزان را جبران کرده باشم.

1..... چکیده

فصل اول: کلیات وزمین‌شناسی منطقه

4..... مقدمه

5..... تاریخچه مطالعات قبلی

7..... تقسیمات زون البرز

..... تکتونیک البرز

12..... زمین‌شناسی البرز

14..... اهداف مورد مطالعه

15..... موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

17..... آب و هوای منطقه

18..... ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

فصل دوم: چینه شناسی

21..... مقدمه

22..... تقسیمات کرونواستراتیگرافی سیستم کرتاسه

24..... کرتاسه زیرین

28..... کرتاسه فوقانی

31..... زون‌های بایواستراتیگرافی کرتاسه

32..... پالئوژئوگرافی کرتاسه

34..... آب و هوا در کرتاسه

39..... کرتاسه در ایران

39..... کرتاسه در دامنه‌های شمالی البرز

40..... کرتاسه در البرز شرقی

43..... چینه شناسی و گسترش سازندهای منطقه مورد مطالعه

43..... سازند مبارک در منطقه مورد مطالعه

43..... سازند قزل قلعه در منطقه مورد مطالعه

46..... ویژگیهای سنگ شناسی مقطع مورد مطالعه

فصل سوم: نانوپلانکتون‌های آهکی

48..... مقدمه

49..... تاریخچه مطالعات نانوفسیل

52..... فیزیولوژی سلول کولیتوفور

57..... چگونگی تشکیل کولیت

58.....	چرخه زندگی کوکولیتوفورها
58.....	تولید مثل کوکولیتوفورها
61.....	تعدیه کوکولیتوفورها
62.....	رشد
63.....	کانی شناسی کوکولیت ها
63.....	گروههای عمده کوکولیت ها
63.....	هتروکوکولیت ها
64.....	هولوکوکولیت ها
66.....	نانولیت ها
69.....	وظایف کوکولیت ها
72.....	اکولوژی کوکولیتوفورها
77.....	نحوه تولید، انتقال و رسوبگذاری کوکولیت ها
79.....	جزئیات ساختاری کوکوسفرها و کوکولیت ها
79.....	یک شکلی، دو شکلی، چند شکلی
80.....	ترتیب قرارگیری کوکولیت ها
83.....	اشکال کوکولیت در نمای مسطح
84.....	اندازه کوکولیت ها
86.....	جهت یابی کریستالوگرافی
89.....	ناحیه مرکزی در کوکولیت ها
90.....	انواع هتروکوکولیت بر اساس وضعیت حاشیه و ناحیه مرکزی
91.....	گسترش زمانی نانوفسیل های آهکی

فصل چهارم: آماده سازی

94.....	مقدمه
94.....	جمع آوری نمونه
95.....	اندازه و تعدادنمونه
95.....	نوع و تیپ نمونه ها
96.....	روش نمونه برداری نانوفسیل های آهکی در برش مورد مطالعه
96.....	روش های آماده سازی
107.....	روش مطالعه و عکسبرداری نانوفسیل ها در برش مورد مطالعه

فصل پنجم : سیستماتیک

110.....	مقدمه
175.....	سیستماتیک نانوپلانکتون های آهکی

فصل ششم : بایواستراتیگرافی

177.....	مقدمه
177.....	سیر تکاملی و گسترش زمانی نانوفسیل های آهکی
179.....	تغییرات تنوع و فراوانی در نانوفسیل های آهکی در کرتاسه پسین

181.....	زون بندی کرتاسه بر اساس نانوفسیل های آهکی.....
184.....	مطالعات بایواستراتیگرافی انجام شده در برش چمن ساور.....
186.....	بایوزوناسیون و تعیین سن نسبی نهشته های کرتاسه پسین در برش مورد مطالعه.....
فصل هفتم : پالئواکولوژی	
196.....	مقدمه
196.....	تعریف پالئواکولوژی
197.....	وظایف پالئواکولوژیست
197.....	تاریخچه مطالعات پالئواکولوژی
200.....	تغییرات آب وهوایی در کرتاسه
204.....	تغییرات آب وهوایی در ماستریشتین
213.....	نانوفسیل آهکی ابزاری برای شناسایی تغییرات محیطی گذشته
215.....	مطالعات پالئواکولوژیکی و فراوانی نانوفسیل های آهکی در برش چمن ساور.....
216.....	نتایج مطالعات پالئواکولوژی
فصل هشتم	
220.....	نتایج
فصل نهم	
222.....	تصاویر میکروسکوپی
247.....	منابع

منطقه مورد مطالعه با موقعیت جغرافیایی $18^{\circ} 54'$ طول شرقی و $36^{\circ} 37'$ عرض شمالی به عنوان بخشی از البرز شرقی در 50 کیلومتری جاده دامغان به سمت گلوگاه در نزدیکی روستای چمن ساور واقع است. البرز شرقی، مشابه سایر نقاط البرز از ساختار و زمین شناسی پیچیده ای برخوردار است. رسوبات کرتاسه پسین این منطقه که به همراه ناپیوستگی دگرشیب بر روی رسوبات پالتوزوئیک (سازند مبارک) قرار گرفته است، برای اولین بار توسط هوپر (1957) معرفی و به دنبال وی صالحی راد (1979)، آنها را تحت عنوان سازند یانه سر معرفی کرده است که از لحاظ لیتولوژی بسیار مشابه سازندهای آب دراز، آب تلخ، نیزار و کلات در حوضه رسوبی کپه داغ است. در این مطالعه 21 نمونه از رسوبات چاکی لایمستون متعلق به کرتاسه پسین به ضخامت 28 متر مورد مطالعه قرار گرفته است که بر این اساس تعداد 57 گونه نانوفسیل متعلق به 23 جنس و 13 خانواده از برش چمن ساور معرفی شد.

با توجه به محدوده ظهور و انقراض گونه های شاخص و تجمع فسیلی همراه، یک بایوزون برای برش چمن ساور پیشنهاد می شود که با زون CC26 از زون بندی سیسینگ (1977) و CC26b از زون بندی پرش نیلسون (1983، 1979a) همخوانی دارد. با توجه به عدم حضور گونه *Nefrolithus frequence* که متعلق به عرض های جغرافیایی بالا بوده و نیز وجود گونه *U.trifidus* می توان چنین نتیجه گرفت که این سازند در عرض های جغرافیایی پایین تا متوسط و در حوضه ای با آب و هوای گرم نهشته شده است. از طرف دیگر حضور فراوان گونه های *L.cayeuxii* و *C.obscurus* نیز نشان می دهد که این سازند در حوضه ای که در عرض جغرافیایی پایین تا متوسط بوده است، رسوبگذاری شده است. از روی شباهت های زیستی و سنگ شناسی موجود در دو منطقه کپه-داغ و چمن ساور در شمال دامغان می توان نتیجه گرفت که این رسوبات مشابه بخشی از سازند آب تلخ می باشد که طی یک گسل رورانده ثقلی به البرز شرقی رانده شده است.

Abstract

The studied section with coordination of $54^{\circ} 18' E$ and $36^{\circ} 37' N$ as a part of Eastern Alborz has been located 50km far from city of Dameghan in Dameghan to Galogah road, near the Chaman Saver village. Like the other places in Alborz Mountains, the Eastern Alborz has a complicated structure and geology. Here, the Late Cretaceous sediments which overlies uncomformably the Paleozoic sediments (Mobarak Formation) have been introduced by Huber (1975) for the first time. Subsequently, the mentioned sediments has been named as Yanehsar Formation by Salehi Rad (1979) that lithologically are resemblance with Abderaz, Abtalkh, Neyzar and Kalat formations in the Kope Dagh Basin. In this study 21 samples have been gathered from an interval with thickness of 28m. The studies led to identification of 57 species of nannofossils belonging to 23 genera and 13 families.

With respect to occurrence and extinction interval of index species and accompanied fossils, one biozone is proposed for Chaman Savar Section which is accordance with CC26 from Sissingh Zonation (1977) and CC26b from Perch-Nielsen Zonation (1983, 1979a). According to absence of *Nefrolithus frequens* that is an index species for high latitudes and presence of *U. teifidus* it is concluded that the mentioned formation has been deposited in the low to moderate latitudes and a tropical basin. In addition, frequent presence of *C. obscurus* and *L. cayeuxii* also suggests that deposition of this formation has been taken place in the low to moderate latitudes. With respect to biological and lithological resemblances in Kope Dagh and Chaman Savar regions it is concluded that the studied sediments are similar to Abtalkh Formation that have been thrust to Alborz Mountains by a thrust fault.

فصل اول

کلیات و زمین شناسی

البرز

1-1: مقدمه

پهنه رسوبی - ساختاری البرز شامل ارتفاعات شمال صفحه ایران است که به شکل تاقدیسی (Anticlinorium)، در یک راستای عمومی شرقی - غربی باطول تقریبی 2000 کیلومتر می باشد که از نگاه زمین‌شناختی، مرز شمالی البرز محدود به زمین درز تتیس کهن است که از برخورد سنگ‌کره (Lithosphere) قاره‌ای البرز با سنگ کره توران، در تریاس پسین به وجود آمده است. ولی در بیشتر نقاط، محل زمین‌درز با ورق‌های رانده شده از شمال به جنوب پوشیده شده است. حد جنوبی البرز چندان روشن نیست. گسل تبریز (علوی¹، 1996)، آنتی البرز (ریویر²، 1934)، گسل گرمسار (بربریان³، 1974)، گسل سمنان (نبوی⁴، 1355) و گسل عطاری (علوی - نایینی⁵، 1991)، مرز جنوبی البرز دانسته شده‌اند. ولی چنین به نظر می‌رسد که مرز شاخصی در جنوب بخش‌های شرقی و مرکزی البرز وجود نداشته باشد و گذر از پهنه ایران مرکزی به پهنه البرز تدریجی باشد که با حضور سیستم‌های امتداد لغز و آمیزه‌های افیولیتی مشخص است (رحیمی، 1381) باشد ولی وجود سنگ‌های ماگمایی همسان با آن در دیگر نواحی ایران و با دستیابی به یافته‌های بیشتری از زمین‌شناسی ایران یقین شد که بسیاری از واحدهای سنگ‌چینه‌ای البرز و ایران مرکزی، از دیدگاه رخساره و شرایط تشکیل، همانند هستند به گونه‌ای که البرز را می‌توان چین‌های حاشیه‌ای ایران مرکزی دانست که در شکل‌گیری آن برخورد دو صفحه ایران و توران و پیامدهای آن نقش اساسی داشته‌اند (آقابات³، 1383). از نظر کوه‌نگاری، مرز غربی البرز در ایران با واسطه مجموعه ماگمایی کرج در کنار قوس ماگمایی ارومیه - دختر واقع شده است و در خارج از محدوده ایران تا قفقاز کوچک و مرز شرقی آن تا کوه‌های پاراپا میسوس افغانستان (علوی، 1991) گسترش دارد. نوار کوهزایی البرز به اعتقاد بسیاری از محققین تتیس نتیجه تصادم میان خرد ورق ایران و توران در تریاس پسین (کوهزایی سیمیرین) و کوتاه شدگی حاشیه شمالی ایران در طی کوهزایی آلپ بوده است.

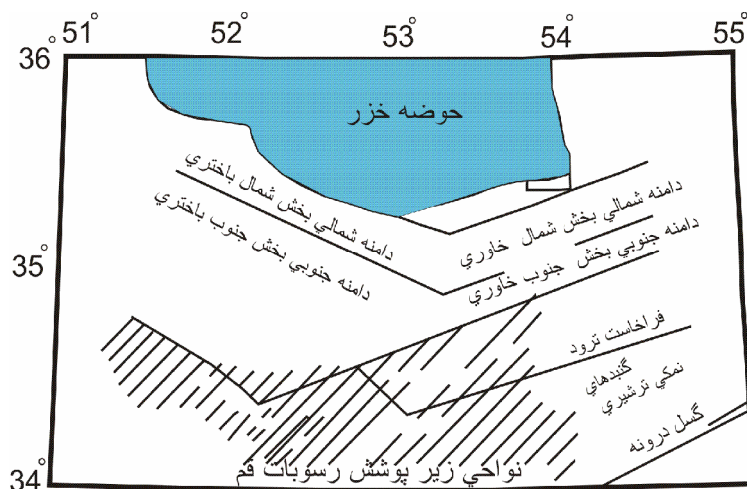
1 - Alavi

2 - Riviere

3 - Berberian

4 - Nabavi

5 - Alavi- Naini

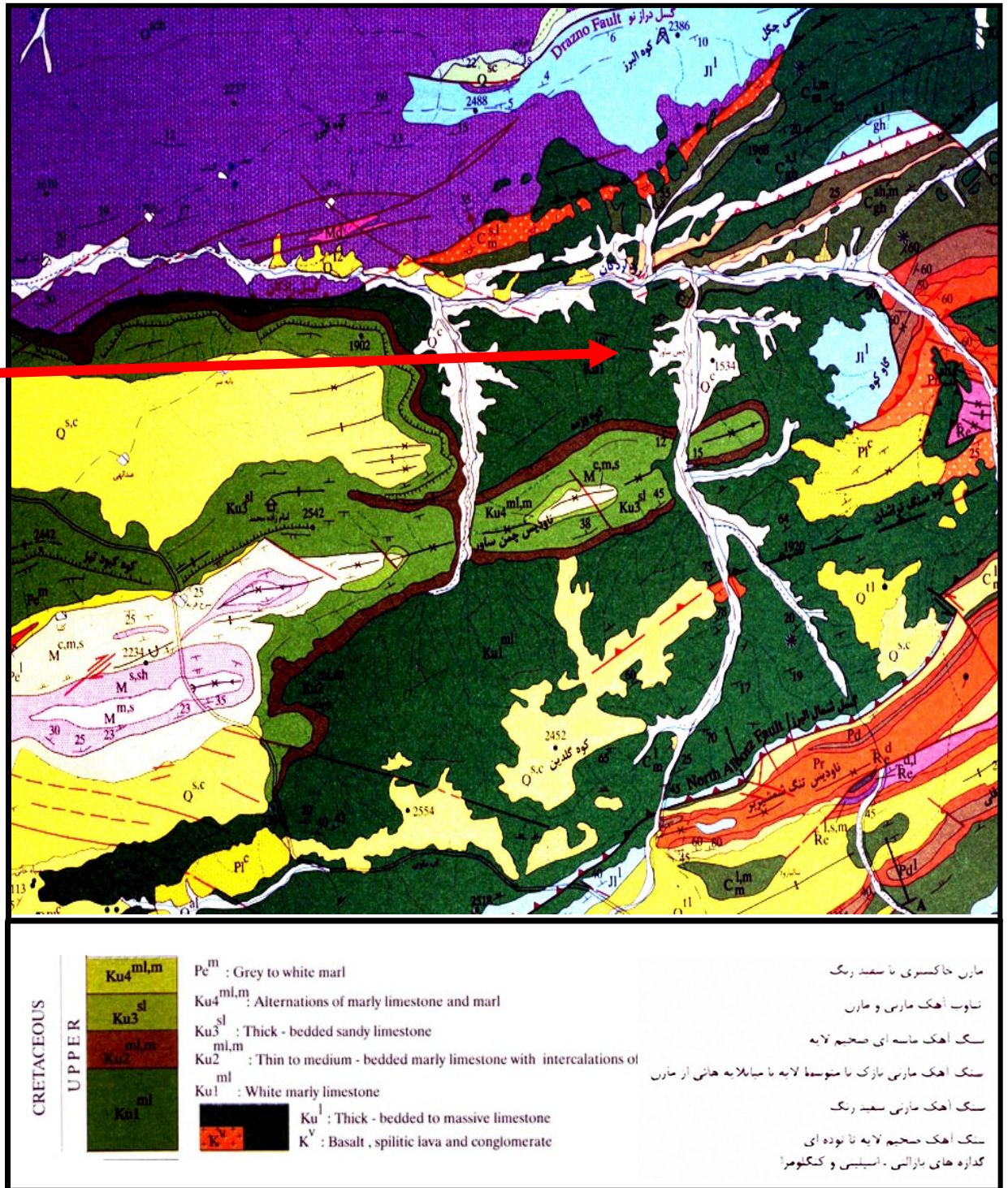


شکل ۱-۱: تقسیم بندی پهنه رسوبی - ساختاری البرز

1-2: تاریخچه مطالعات قبلی

منطقه البرز شرقی به دلیل ساختار تکتونیکی و زمین شناسی پیچیده خود سوابق پژوهشی کمی داشته و کمتر مورد توجه زمین شناسان بوده است. بررسیهایی که تا به حال روی این منطقه صورت گرفته بیشتر مربوط به تکتونیک منطقه بوده است. علوی نائینی و صالحی راد (1975) تصویری از زمین شناسی منطقه مورد مطالعه را در قالب نقشه زمین شناسی دامغان با مقیاس 1/100000 و گرگان با مقیاس 1/250000 ارائه نموده اند. اخیراً توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور نقشه 1/100000 گرگان نیز تهیه شده که مناطق چمن ساور و سفید چاه را نیز دربر می گیرد شکل (1-2). مطالعات فسیل شناسی دقیقی در این منطقه، به خصوص بر روی رسوبات کرتاسه پسین صورت نگرفته و این مطالعات غالباً براساس فرامینیفر و رودیست بوده است. سن داده شده به واحدهای مذکور نیز بر مبنای گزارش پشت نقشه 1/250000 گرگان است ولی در سالهای اخیر یکسری مطالعات دقیق نانوفسیلی بر روی مناطق سفید چاه و چمن ساور در شمال دامغان (هادوی و همکاران، 1387) صورت گرفته و این پایان نامه در ادامه مطالعات نانوفسیلی قبلی و تکمیل آنها انجام شده است.

برش چمن ساور



شکل 1-2: نقشه زمین شناسی 1/100000 گرگان (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

1-3: تقسیمات زون البرز

زون البرز یکی از زونهای پنج گانه در تقسیم بندی زمین شناسی ساختمانی ایران است و تقسیم بندی های متفاوتی بر پایه فعالیتهای کوهزایی تکتونیکی روند حوضه های رسوبی و ماگماتیسم در این زون انجام شده است. کوههای البرز در شمال ایران با روند شرقی - غربی بخشی از قسمت شمالی کوهزایی هیمالیا در آسیای غربی می باشد.

اشتوکلین و نبوی (1973)⁶ گستره غربی - شرقی وسیع البرز را به سه زون عمده تقسیم نموده اند:

1- زون البرز غربی و آذربایجان.

2- زون البرز مرکزی که شامل البرز مرکزی جنوبی، البرز مرکزی شمالی و آنتی البرز می باشد.

3- زون کپه داغ.

در تقسیم بندی دیگری اشتوکلین (1974) کوههای البرز را به شش زون ساختمانی از شمال به جنوب تقسیم نموده است.

1. **زون برآمده گرگان** : (Gorgan Spur) ناحیه به نسبت مقاومی از سنگهای دگرگونی است که با

رسوبات کم ضخامت (300متر) مزوزوییک پوشیده شده است. برآمدگی و به عبارتی پیشامدگی گرگان دارای روند شرقی - غربی است و محور آن به سوی شرق نشست دارد و به نظر می رسد بخشی از منشورهای فزاینده تئیس کهن باشد.

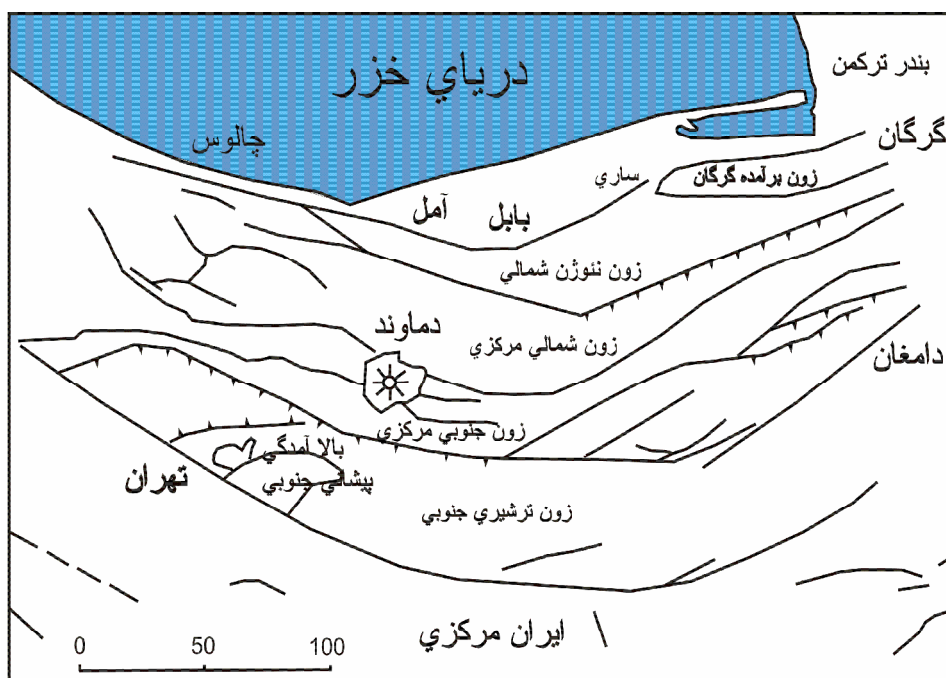
۲. **زون نئوژن شمالی**: شامل کمر بندی چین خورده از سنگهای مزوزوییک و مولاسهای نئوژن است. مرز

جنوبی آن منطبق بر یک گسل راندگی است. سنگهای نئوژن این زون، رخساره خزر جنوبی، یعنی -

پاراتئیس، دارند.

⁶ - Stocklin & Nabavi

3. زون شمالی - مرکزی : مشخصه این زون رسوبات پایابی است که از پرکامبرین پسین تا کرتاسه بالایی در آن انباشته شده‌اند که همراه با آن رویدادهای آتشفشانی صورت گرفته است. دگر شکلی ساختاری عمده این زون در دوره ترشیری انجام گرفته است.
4. زون جنوبی - مرکزی : در این زون، رسوبات کم عمق پیش از ترشیری، به وسیله حجم زیادی از آتشفشانی‌های ائوسن پوشیده شده‌اند. از ویژگی آن، راندگی‌های پس از ائوسن است.
5. زون ترشیری جنوبی : دارای آتشفشانی‌های بسیار ضخیم ائوسن و رسوبات خشکی نئوژن است. این زون با راندگی‌های ملایم به سمت جنوب مشخص است.
6. بالا آمدگی پیشانی جنوبی : دارای رسوبات کم ژرفا و سنگ‌های آتشفشانی است. مراحل چین خوردگی از کرتاسه آغازین به بعد و گسل خوردگی‌های عادی و معکوس در آن مشهود است.



شکل 1-3: زیرپهنه‌های ساختاری البرز با توجه به عملکرد گسلها و راندگی‌های عمده (Stocklin, 1974)

و در تقسیم بندی آقانباتی (1383) البرز به سه زون تقسیم شده است:

1- زون البرز غربی و آذربایجان

2- زون البرز مرکزی

3- زون کپه داغ و البرز شرقی

1-4: تکتونیک البرز

مطالعه تکتونیک و رسوبگذاری نهشته های ادوار مختلف در منطقه مورد مطالعه و سایر نقاط البرز بیانگر آن است که توالی چینه نگاری پالئوزوئیک – تریاس در البرز قابل تقسیم به چرخه های رسوبی است که با چرخه های رسوبی در مقیاس جهانی انطباق کامل دارند. نوع و تغییرات رخساره ها در چرخه های رسوبی این توالی به خوبی بازگوکننده تاریخچه تحولات تکتونیکی – رسوبی حاشیه شمالی ایران در این مقطع زمانی است. تاریخ تحولات تکتونیکی – رسوبی حاشیه شمالی ایران در این مقطع زمانی را می توان بر اساس مطالعه ویژگیهای رسوبات در چرخه های رسوبی به چهار بخش تقسیم نمود:

1- مرحله قبل از جدایش قاره ای (پروتروزوئیک پسین تا اردویسین پیشین) که با رسوبگذاری نهشته های قاره ای و پلاتفرم کم عمق کربناته مشخص می باشد.

2- مرحله همزمان با جدایش قاره ای (اردویسین تا دونین زیرین) که با تشکیل گسلهای نرمال و نیمه گراین ها، توسعه نهشته های توربیدایتی و میان لایه هایی از گدازه ها و نفوذی های بازیک همراه بوده است.

3- مرحله بعد از جدایش قاره ای (دونین – تریاس پسین) که در آن حاشیه ریفتی به یک حاشیه غیر فعال اقیانوسی مشابه اقیانوس اطلس تبدیل شده است. این مرحله در ستون چینه نگاری با نهشته های کربناته فلات و سرازیری قاره ای مشخص می شود.

4- مرحله تصادم (تریاس پسین) : تبدیل حاشیه غیر فعال به یک حوضه فورلند دریایی که با تشکیل یک ناپیوستگی در قاعده نهشته های فورلندی رتین - لياس (سازند شمشک) همراه بوده است. مجموعه تحولات تکتونیکی - رسوبی حاشیه شمالی ایران به ویژه از اردوئیسین پیشین تا تریاس پسین در قالب چرخه تکتونیکی تشکیل و بسته شدن اقیانوس پالتوتیس روی داده است.

بررسی تحولات چینه ای - تکتونیکی تریاس تا عهد حاضر در این بخش از البرز با بهره گیری از الگوهای موجود برای رسوبگذاری در حوضه های فورلند امکان تعیین سن نسبی مراحل تکامل ساختاری البرز را فراهم آورده است. این بررسی ها نشان داده اند که تکامل ساختاری البرز در این بخش در سه مرحله انجام شده است:

1- تریاس پسین - ژوراسیک زیرین (کوهزایی سیمیرین)

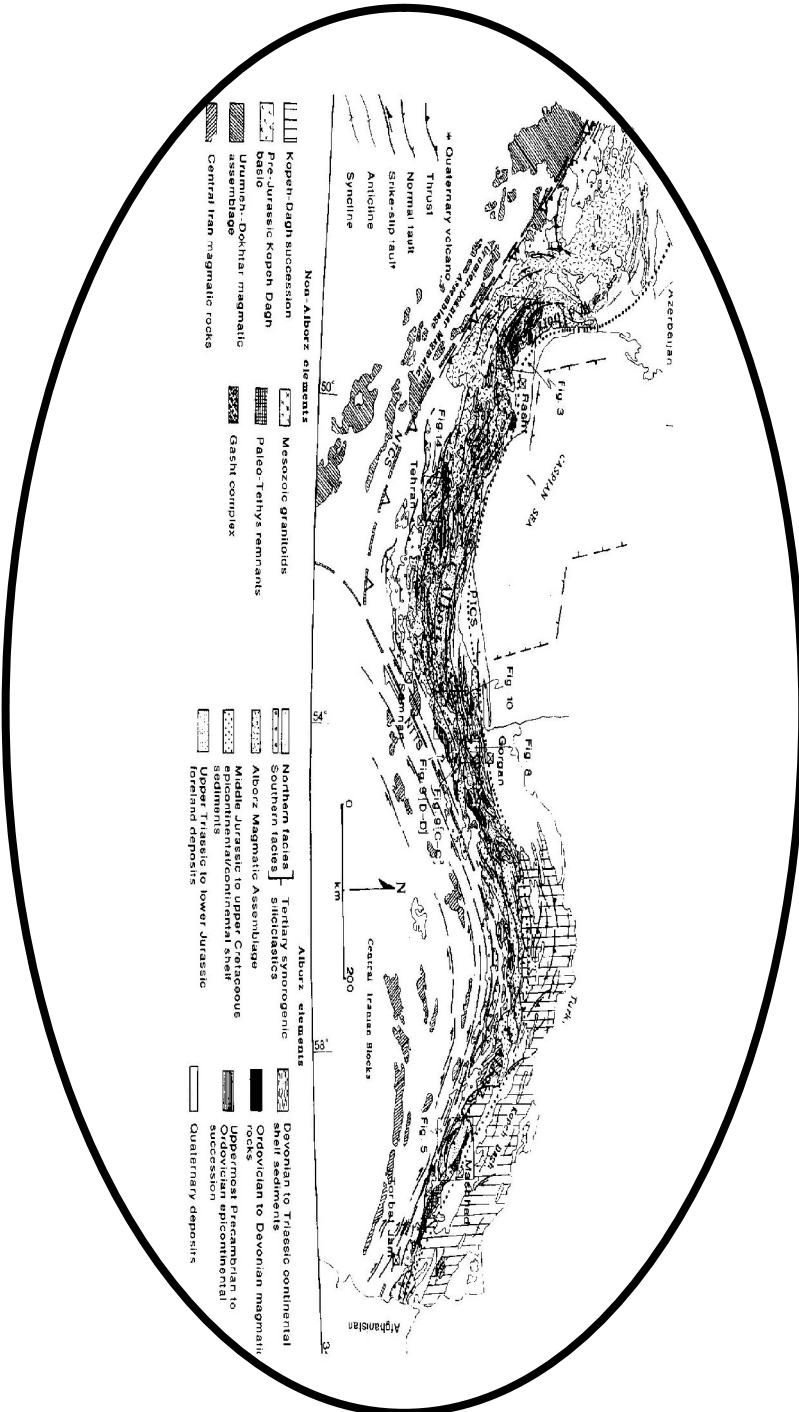
2- کرتاسه پسین - پالتوسن پیشین (کوهزایی آلپ میانی)

3- نئوژن (کوهزایی آلپ پسین)

گسلش راندگی و تشکیل ورقه های رورانده از بارزترین شکل تغییرات ساختاری در این بخش است. راندگیها ، ورقه های رورانده را از سمت شمال به سمت جنوب بر روی یکدیگر رانده اند. راندگی ها در این بخش از البرز به دو دسته :

1- راندگیهای سیمیرین که نتیجه کوتاه شدگی در اثناء کوهزایی تصادمی سیمیرین بوده و زون های برشی شکل پذیر را به نمایش می گذارند.

2- راندگیهای آلپی که نتیجه تاثیر کوهزایی آلپ بر این بوده و زون های برشی شکل پذیر - شکننده و شکننده را به نمایش می گذارند، قابل تقسیم هستند (رحیمی ، 1381).



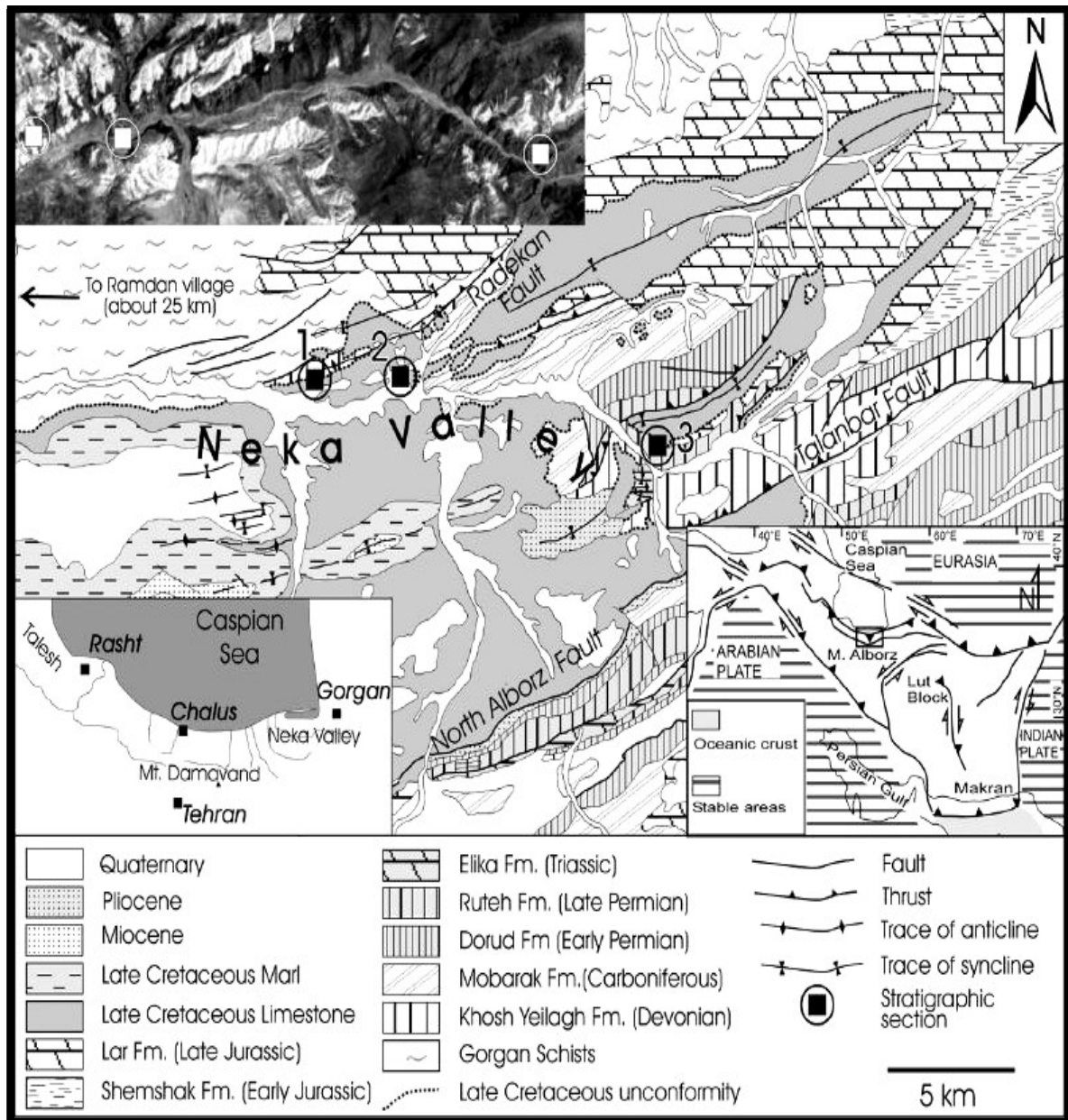
شکل 4-1 : نقشه تکتونیک البرز (اقتباس از Alavi, 1996)

1-5: زمین شناسی البرز

تحت تاثیر فاز کوهزایی سیمیرین و آلپ، این منطقه از البرز همانند سایر نقاط البرز از ساختار وزمین شناسی پیچیده ای برخوردار شده است. سنگ های موجود در منطقه مورد مطالعه را می توان به دو گروه سنگ های دگرگونی و سنگ های غیر دگرگونی تقسیم کرد. سنگ های دگرگونی از گسترش کمتری برخوردار بوده و منحصر در بخش شمالی منطقه (کرانه شمالی نکارود) رخنمون دارند. این سنگ ها بخشی از مجموعه دگرگونی گرگان را شامل می شوند (رحیمی، 1381). سنگ های غیر دگرگونی در منطقه مورد مطالعه، قابل تفکیک به سازند هایی هستند که با هم ارزش های زمانی خود در سایر نقاط البرز بسیار شبیه هستند.

ورقه گرگان در طول رخنمون خود توسط یک راندگی بر روی طبقات کربناته و سیلیسی کلاستیک دونین - کربونیفر (سازندهای خوش بیلاق، مبارک و قزل قلعه) را نده شده است (شاه پسند زاده؛ 1371، رحیمی، 1381) سنگهای رسوبی در منطقه مورد مطالعه توالی های چینه نگاری از سنگ های پالئوزوئیک پسین - مزوزوئیک را شامل می شوند. به جز نهشته های کرتاسه پسین مابقی قابل تفکیک به سازند های هم ارز خود در سایر نقاط البرز شرقی و مرکزی می باشند. پالئوزوئیک در منطقه مورد مطالعه نهشته های پلتفرمی کم عمق و خشکی کامبرین زیرین (سازند باروت، زاگون، لالون)، رسوبات دریایی کم عمق کامبرین میانی و فوقانی و نهشته های توریدایتی اردویسین پیشین (سازند میلا)، رسوبات پادگانه و سرازیری قاره ای دونین تا پرمین (سازندهای جیرود، مبارک، قزل قلعه، درود، روته) را شامل می شود. نهشته های توریدایتی کربناته و سیلیسی کلاستیک کربونیفر با ویژگی های رسوبات سرازیری قاره ای (سازند مبارک و قزل قلعه) در این توالی آن را از سایر توالی ها در البرز متمایز می سازد.

مزوزوئیک در منطقه مورد مطالعه شامل نهشته های کربناته سازند لار (ژوراسیک فوقانی) و نهشته های کربناته کرتاسه پسین است. آنچه توالی چینه نگاری مزوزوئیک این پهنه را متمایز می سازد، حضور توالی از سنگ های کرتاسه پسین است که با تماس شارپ و نا هم شیب بر روی سنگ های قدیمی تر (رسوبات پالئوزوئیک مانند سازند مبارک) قرار گرفته است (شکل 1-5) که در فصل چینه نگاری به آن اشاره خواهد شد.



شکل 1-5: نحوه قرارگیری رسوبات کرتاسه پسین بر روی سازند مبارک در دره نکا (اقتباس از Berra, F, 2007)