

## ماگماتیسیم و دگرگونی کرتاسه

فعالیت‌های رسوبی، ماگمایی و دگرگونی هر چند در نگاه اول سه مقوله مجزا به نظر می‌رسند ولی در بسیاری موارد همانند دانه‌های زنجیر مکمل یکدیگر هستند و ارتباط تنگاتنگی بین آنها وجود دارد. در بسیاری موارد، محیط‌های رسوبی و سنگ‌های آذرین همراه‌شان، در تعیین محل انجام فعالیت‌های ماگمایی و در مقیاسی بزرگتر جایگاه تکتونیکی آنها، بسیار مفید و حائز اهمیت هستند.

Cretaceous	Paleocene	Thanetian	56.0	
		Selandian	59.2	
		Danian	61.6	
	Upper			66.0
		Maastrichtian	72.1 ±0.2	
		Campanian		
		Santonian	83.6 ±0.2	
		Coniacian	86.3 ±0.5	
		Turonian	89.8 ±0.3	
		Cenomanian	93.9	
			100.5	
		Lower	Albian	~ 113.0
			Aptian	~ 125.0
	Barremian		~ 129.4	
Hauterivian	~ 132.6			
Valanginian	~ 139.8			
	Berriasian	~ 145.0		



### INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2020/01



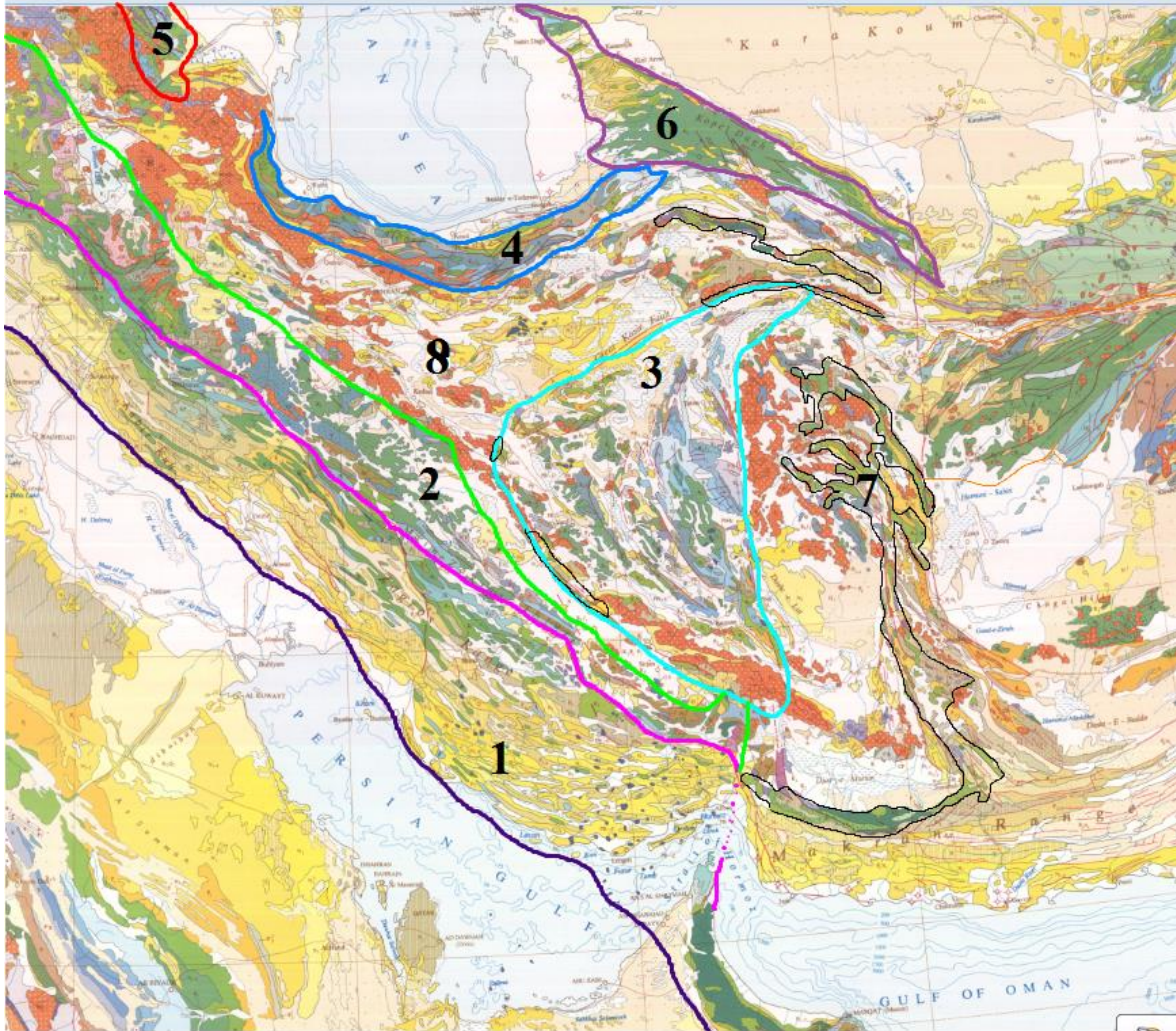
جدول زمانی زمین‌شناسی دوره کرتاسه

تقریباً در بیشتر نقاط ایران و یا به عبارت دیگر در بیشتر پهنه‌های ساختاری ایران سنگ‌های دارای سن کرتاسه رخنمون دارند (به ویژه سنگ‌های رسوبی) (به شکل زیر نگاه کنید). با توجه به شکل زیر تقسیم بندی انجام شده به شرح زیر می‌باشد: ۱- پهنه ساختاری زاگرس، ۲- پهنه ساختاری سنندج - سیرجان، ۳- خرده قاره ایران مرکزی، ۴- پهنه ساختاری البرز، ۵- پهنه ساختاری آذربایجان، ۶- پهنه ساختاری کپه داغ، ۷- شرق ایران، ۸- به صورت پراکنده درون پهنه ساختاری ایران مرکزی. در دامنه زمانی دوره کرتاسه در پهنه‌های ساختاری زاگرس و کپه داغ فعالیت ماگمایی گزارش نشده است.

فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه در ایران، در درجه اول با حضور مجموعه‌ها یا نوارهای افیولیتی شناخته می‌شود (شکل زیر) که با اسامی افیولیت‌های سبزواری، تربت حیدریه، نهبندان - خاش، فنوج، دهشیر - بافت، نائین، انارک، نیریز، و صحنه و هرسین شناخته می‌شوند و از گذشته‌های دور تا کنون، توجه بسیاری از زمین‌شناسان ایران و جهان را به خود معطوف کرده‌اند. زیرا، این مجموعه‌های افیولیتی در واقع معرف بقایای حوضه‌های اقیانوسی نئوتتیس هستند و از سوی یکی از دربرگیرندگان مهم کانسنگ‌ها کرومیتی به حساب می‌آیند.

در درجه دوم فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه در ایران به صورت ماگماتیسیم غالباً بازیک تا حدواسط به صورت بازالت، گابرو، مونزوگابرو، دیوریت و دایک‌های دیابازی ظاهر شده‌اند و در پهنه‌های ساختاری البرز (جنوب دریای خزر)، ایران مرکزی (خارتوران - زمان آباد)، جنوب خور و بیابانک (حدفاصل روستاهای بیاضه و حاجی آباد) و سنندج - سیرجان (از حاجی آباد در جنوب شرق تا مریوان و بانه در شمال غرب رخنمون) دارند.

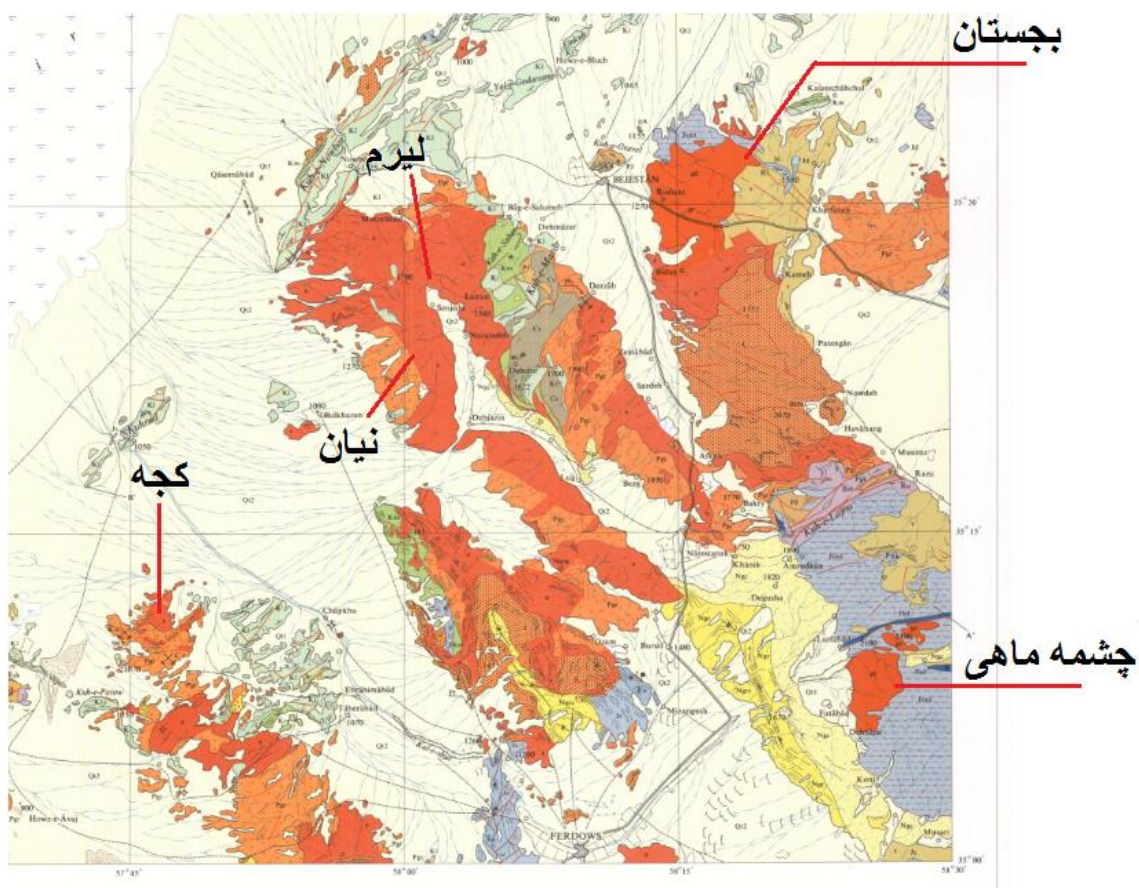
در پهنه ساختاری شرق ایران یا به عبارت دقیق‌تر فلیش شرق ایران فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه به صورت میان‌لایه‌های آتشفشانی و سنگ‌های آتشفشانی رسوبی ظاهر شده‌اند که از شمال زاهدان تا جنوب بیرجند به طور پراکنده رخنمون دارند و بارزترین رخنمون‌های آنها به منطقه نهبندان معطوف می‌شود. این مجموعه با چین-خوردگی‌های زیاد و تغییرات ساختاری زیاد یکی از ویژگی‌های بارز زمین‌شناسی شرق ایران به حساب می‌آیند.



بخش از نقشه زمین‌شناسی خاورمیانه که رخنمون‌های سنگی کرتاسه را در آن به چند دسته تقسیم کرده‌ایم. ۱- در پهنه ساختاری زاگرس، ۲- سنندج - سیرجان، ۳- خرده قاره ایران مرکزی، ۴- البرز، ۵- آذربایجان، ۶- کپه داغ، ۷- شرق ایران، ۸ - پراکنده درون ایران مرکزی.

بخش اندکی از فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه در بلوک لوت و به عبارت کلی‌تر در شرق ایران به صورت توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی ظاهر شده‌اند که از آن جمله می‌توان به توده‌های گرانیتوئیدی بجستان (احمدی روحانی، ۱۳۹۵)، کجه (نجفی، ۱۳۹۵)، لیرم (انصاری و همکاران، ۱۳۹۳)، نیان، چشمه مروارید، در حد فاصل بجستان تا فردوس، ششتمد در جنوب سبزواری ( ) و همچنین توده‌های گرانیتوئیدی بزمان (قدسی و همکاران، ۲۰۱۶؛ واحدی و همکاران، ۱۳۹۵) و گزو (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۵)، هلاک آباد (فورچی و همکاران، ۱۳۹۳)، گابرودیوریت‌های

جنوب‌غرب سبزوار (۱۳۹۷) اشاره کرد. این توده‌های نفوذی دارای دامنه سنی ۱۰۰ تا ۶۰ میلیون سال پیش می‌باشند و ترکیب سنگ‌شناسی آنها از گابرو، دیوریت، گرانودیوریت تا آلکالی فلدسپار گرانیت متغیر است. کانی‌های سازنده آنها اغلب پیروکسن (اوزیت)، آمفیبول (هورنبلند سبز)، بیوتیت، پلاژیوکلاز، ارتوکلاز، کوارتز می‌باشد. مگنتیت، اسفن، آپاتیت، زیرکن و تورمالین کانی‌های فرعی این سنگ‌ها هستند. در حقیقت جایگاه سنی این گروه از توده‌های نفوذی به تازگی و در پی دستیابی به سن‌های ایزوتوپی مشخص شده است و قبلاً غالباً به سنوزوئیک (ائوسن یا الیگومیوسن) نسبت داده شده‌اند.



بخش از نقشه زمین‌شناسی ۱ : ۲۵۰۰۰۰ فردوس که نشان‌دهنده موقعیت جغرافیایی و واحدهای سنگی دربرگیرنده توده‌های گرانیتوئیدی بجستان، چشمه ماهی، نیرم، نیان و کجه می‌باشد (تلفیق شده توسط افتخار نژاد و روتنر، ۱۹۷۷).

سنگ‌شناسی، سن‌سنجی، ژئوشیمی و تعیین منشأ توده‌های گرانیتوئیدی منطقه بجنستان،  
شمال فردوس، استان خراسان رضوی

ریحانه احمدی روحانی<sup>۱</sup>، محمدحسن کریم‌پور<sup>۲</sup>، بهنام رحیمی<sup>۱</sup>، آزاده ملکزاده شفاوردی<sup>۳</sup>، اورس کلوتزلی<sup>۴</sup> و  
ژوزه فرانسیسکو سانتوس<sup>۴</sup>

(۱) گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
(۲) گروه پژوهشی اکتشاف ذخایر معدنی شرق ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
(۳) گروه تحقیقات لیئوسفر، دانشکده علوم زمین، جغرافی و نجوم، دانشگاه وین، وین، اتریش  
(۴) گروه زمین‌شناسی، دانشگاه اوپرو، اوپرو، پرتغال

دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۰۹، پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۱

توده گرانیتوئیدی بجنستان ---- سن کرتاسه پسین (معادل کامپانین) (۷۶-۷۹ میلیون سال) (ریحانه احمدی روحانی و همکاران، ۱۳۹۵)  
توده گرانیتوئیدی کجه ---- سن کرتاسه پسین (معادل سانتونین - کامپانین - ماستریشتین) (۷۰-۸۵ میلیون سال) (نجفی و همکاران، ۱۳۹۳)  
توده گرانیتوئیدی بزمان ---- سن کرتاسه پسین (معادل سانتونین - کامپانین - ماستریشتین) (۷۲/۵-۸۳ میلیون سال) (قدسی و همکاران، ۲۰۱۶)  
گابرویدوریت‌های جنوب‌غرب سبزوآر - سن کرتاسه پسین (معادل سنومانین تا کامپانین) (۷۵-۱۰۱ میلیون سال) (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۷)  
توده گرانیتوئیدی هلاک آباد ---- سن کرتاسه پسین (معادل سنومانین) (۹۹/۷ میلیون سال) (قورچی روکی و همکاران، ۱۳۹۳)  
توده گرانیتوئیدی ششتمد ---- سن کرتاسه پسین (معادل سنومانین) (۷۹۷ تا ۱۰۰ میلیون سال) (قورچی روکی و همکاران، ۱۳۹۲)  
توده گرانیتوئیدی گزو ---- سن کرتاسه پسین (معادل کامپانین) (۶۸ تا ۶۰ میلیون سال) (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۵)

ریحانه احمدی روحانی و همکاران (۱۳۹۵) معتقدند توده‌های گرانیتوئیدی بجنستان در شرق شهر بجنستان، جنوب غرب استان خراسان رضوی واقع شده‌اند. توده‌های عمیق و نیمه عمیق اسیدی برون زد یافته در این منطقه دارای ترکیب سینوگرانیتی، مونزوگرانیتی و گرانیتی هستند. نتایج سن‌سنجی نشانگر حضور دو فاز ماگماتیسم در منطقه است. توده‌های بیوتیت مونزوگرانیت، گرانیت پورفیری و سینوگرانیت، دارای سن کرتاسه بالایی، کامپانین (۷۶-۷۹ میلیون سال) است و تنها توده پیروکسن هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت در جنوب غرب محدوده مورد بررسی، دارای سن الیگوسن ( $30/7 \pm 1/5$  میلیون سال) است. در توده‌های با سن کرتاسه بالایی، میزان  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  اولیه بین  $0/710898$  تا  $0/717908$  و  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  اولیه بین  $0/512058$  تا  $0/512211$  و  $\epsilon\text{Ndi}$  در دامنه  $7/38$  تا  $10/65$  - متغیر است. نسبت‌های  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  و  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  اولیه و  $\epsilon\text{Ndi}$  برای توده پیروکسن هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت به ترتیب  $0/713292$ ،  $0/512186$  و  $8/06$  - است. از نظر ویژگی‌های ژئوشیمیایی، توده‌های بالا، عمدتاً ماهیت پرآلومین دارد و به گرانیتوئیدهای تیپ S دسته‌آحیایی (ایلمینیت) تعلق دارند. با توجه به نتایج

بررسی‌های انجام شده، منشاء توده‌های نفوذی منطقه، پوسته‌ای و حاصل ذوب رسوبات دگرگون شده با ترکیب پسامیت و مرتبط با زون برخورد است. توده‌های گرانیتوئیدی با سن کرتاسه بالایی منطقه بجزستان در مقایسه با سایر توده‌های متعلق به کرتاسه بالایی، مانند بزمان، گزو و کجه، دارای نسبت بالاتر  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  هستند. توده پیروکسن هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت با سن الیگوسن با دارا بودن ویژگیهای مشابه با توده‌های کرتاسه بالایی، نشان دهنده ادامه محیط زون برخوردی در این بخش از بلوک لوت است (لازم به ذکر است با توجه به مشاهدات صحرایی صورت گرفته در راستای کارهای صحرایی پایان نامه کارشناسی ارشد خانم عاطفه علیپور (دفاع شده در سال ۱۳۹۸)، بخشی از نتیجه‌گیری‌های ارائه شده در مورد خاستگاه این توده نفوذی چندان منطقی به نظر نمی‌رسد و نیازمند بررسی‌های محدود می‌باشد).

نجفی و همکاران (۱۳۹۳) بر این باورند که توده‌های گرانیتوئیدی منطقه کجه در شمال غرب فردوس، با ترکیب دیوریت، مونزودیوریت، مونزونیت، مونزوگرانیت، سینوگرانیت و گرانیت، با ماهیت کالک آلکالن و پتاسیم بالا، ویژگی‌های ژئوشیمیایی عناصر کمیاب و نادر خاکی مشابه زون‌های فرورانش متعلق به تیپ I دارند. این توده‌ها اغلب مربوط به سری اکسیدان بوده و تنها یک توده مربوط به سری احیایی در منطقه برون زد داشته و ویژگی‌هایی از تیپ S را نشان می‌دهد. سه نمونه از واحدهای گرانیتوئیدی منطقه به روش U-Pb زیرکن سن‌سنجی شده‌اند. از نظر سنی، توده‌های نفوذی منطقه متعلق به کرتاسه پسین هستند. گرانیت پورفیری با سن  $84.2 \pm 1.3$  میلیون سال (آشکوب سانتونین) قدیمی‌ترین توده و بعد از آن توده بیوتیت هورنبلند مونزوگرانیت با سن  $70.8 \pm 1.4$  میلیون سال (آشکوب کامپانین) و جوانترین آنها، توده هورنبلند کوارتز دیوریت با سن  $67.9 \pm 1$  میلیون سال (آشکوب ماستریشتین) است. نسبت‌های  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  و  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  اولیه و  $\epsilon\text{NdI}$  برای توده گرانیت پورفیری به ترتیب برابر 0.512129، 0.708080 و -7.81 است. همین نسبت‌ها برای توده بیوتیت هورنبلند مونزوگرانیت 0.512416، 0.706125 و -2.55 و برای توده هورنبلند کوارتز دیوریت 0.707491، 0.512221 و -6.43 است. با توجه به مجموعه اطلاعات ژئوشیمیایی و ایزوتوپی، سه گروه سنگی با ویژگی‌های متفاوت و منشاء متفاوت در منطقه قابل تمایز است. دسته اول، گرانیت پورفیری (قدیمی‌ترین توده) که احتمالاً منشاء پوسته‌ای داشته و دسته دوم مونزونیت‌ها و مونزودیوریت‌ها و دسته سوم

دیوریت ها که احتمالاً منشا گوشته‌ای داشته و با توجه به متفاوت بودن منشا و عمق تشکیل و جای‌گزینی این توده‌ها، نسبت‌های متفاوتی از آرایش را تحمل نموده‌اند. توده‌های نفوذی منطقه در مقایسه با دیگر توده‌های کرتاسه پسین بلوک لوت در منطقه بزمان و گزو از میزان بالاتری  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$  برخوردار بوده و نسبت به منطقه بجستان، این میزان در سنگهای منطقه کمتر است. توده گرانیت پورفیری منطقه از نظر پتروشیمی، شباهت فراوانی به سنگهای منطقه بجستان داشته، ولی از نظر سنی حدود ۱۰ میلیون سال قدیمی‌تر است. دو گروه دیگر توده‌های منطقه نیز از نظر ژئوشیمی و منشا به منطقه بزمان و گزو شباهت دارند، با این تفاوت که به نظر می‌رسد میزان آرایش بیشتری را متحمل شده‌اند.

#### مشخصات مقاله

عنوان نشریه:

زمین‌شناسی اقتصادی، دوره ۶، شماره ۱، از ۱۰۷ تا ۱۳۵ صفحه

عنوان مقاله:

سن سنجی U-Pb زیرکن، ژئوشیمی ایزوتوپ‌های Rb-Sr و Sm-Nd و پتروژنز توده‌های گرانیتوئیدی منطقه اکتشافی کجه، شمال باختر فردوس: شاهدهی بر ماگماتیسیم کرتاسه پسین در بلوک لوت

نویسندگان: نجفی‌علی\*، کریم‌پور محمدحسین، قادری‌مجید، استرن‌چارلز، فارمر جی.لینگ



Turkish Journal of Earth Sciences

<http://journals.tubitak.gov.tr/earth/>

Research Article

Turkish J Earth Sci

(2016) 25: 311-340

© TÜBİTAK

doi:10.3906/yer-1509-3

## Geochemistry, zircon U-Pb age, and tectonic constraints on the Bazman granitoid complex, southeast Iran

Mohammad Reza GHODSI<sup>1</sup>, Mohammad BOOMERI<sup>1,\*</sup>, Sasan BAGHERI<sup>1</sup>, Daizo ISHIYAMA<sup>2</sup>, Fernando CORFU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Geology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

<sup>2</sup>Department of Earth Science and Technology, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University, Akita, Japan

<sup>3</sup>Department of Geosciences, University of Oslo, Norway

Received: 06.09.2015 • Accepted/Published Online: 15.03.2016 • Final Version: 09.06.2016

۱۳۱

جلد ۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۵

علوم زمین خوارزمی  
نشریه علم‌دانشگاه خوارزمی

پتروژنز و جایگاه تکتونیکی باتولیت بزمان، جنوب شرق ایران

لیلا واحدی\*، مرتضی دلاوری، اصغر دولتی؛

دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زمین، گروه زمین‌شناسی،

علی محمدی؛ دانشگاه صنعتی زوریخ (ETH-Zurich) سوییس

پدیرش ۹۵/۳۱۱

دریافت ۹۲/۵۱۲۶

## تعیین سن، منشأ و جایگاه تکتونیکی توده‌های نفوذی جنوب سبزوار

ملیحه قورچی روکی، محمد حسن کریم‌پور و خسرو ابراهیمی نصرآبادی \*  
گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### توده گرانیتوئیدی چشمه ماهی

اکابری و همام (۱۳۹۳) معتقدند توده گرانیتوئیدی چشمه ماهی در زون زمین ساختی بلوک لوت و بخشی از ارتفاعات ایران مرکزی رخنمون دارد که سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری با سن ائوسن (به احتمال زیاد کرتاسه؟) را قطع کرده است. این توده گرانیتی دارای طیف ترکیبی گرانیت، مونزوگرانیت، گرانودیوریت و مونزو دیوریت می‌باشد شواهد صحرایی همراه با مطالعات ژئوشیمی عناصر نادر بیانگر این مطلب است که توده گرانیتوئیدی در کمان قاره ای (CAG) در اثر ذوب پوسته‌تحتانی ایجاد گردیده است. این سنگ‌ها خاصیت کالک آلکالن با پتاسیم بالا تا کالک - آلکالن را از خود نشان می‌دهند. این توده نفوذی دارای خصوصیات تیپ I بوده و از لحاظ شاخص اشباع از آلومین در محدوده پراآلمین قرار می‌گیرد. فراوانی عناصر LILE مانند K, Rb, La, Ce, Th و U و تهی‌شدگی عناصر HFSE مانند Nb و Ti نشان‌دهنده مشخصات گرانیتوئیدهای قوس آتشفشانی (VAG) مناطق فرورانش است.

### توده گرانیتوئیدی بزمان

توده گرانیتوئیدی بزمان در جنوب بلوک لوت، انتهای جنوب شرق کمربند سهند- بزمان و شمال زون مکران واقع شده است. ترکیب سنگ‌شناسی این توده نفوذی شامل کوارتز مونزودیوریت، مونزودیوریت، دیوریت و گرانودیوریت می‌باشد. توده گرانیتوئیدی بزمان از نظر اندیس اشباع از آلومینیم در محدوده متاآلمین و جز گرانیت‌های حاشیه فعال قاره‌ای است. الگوی عناصر کمیاب و نادر خاکی نشان‌دهنده غنی‌شدگی از عناصر ناسازگار (LILE) Rb, La, Th, K و آنومالی منفی عناصر با شدت میدان بالا (P, Zr, Nb, Ti) است که نشان دهنده وجود محیط فرورانش و



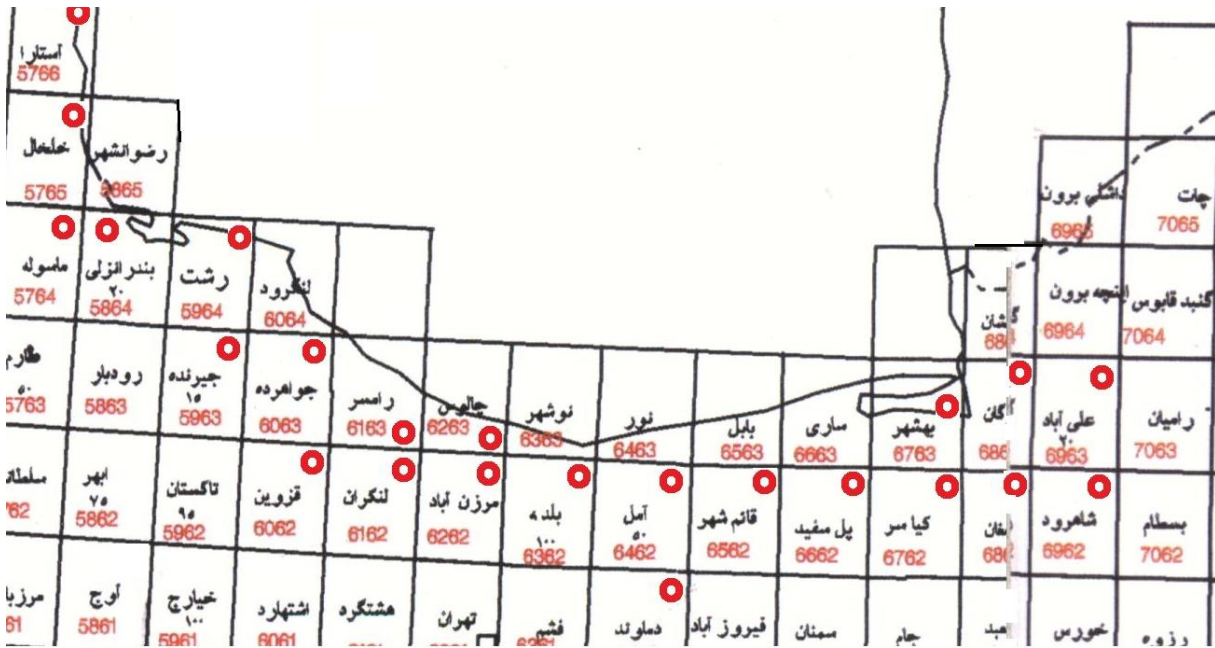
نقش بالای مواد حاصل از فرورانش و آرایش پوسته‌ای در تشکیل ماگمای گرانیتوئیدی بزمان می‌باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۴). قدسی و همکاران (۲۰۱۶) با توجه به سن‌سنجی انجام شده به روش U-Pb سن این توده نفوذی همکاران، ۱۳۹۴). قدسی و همکاران (۲۰۱۶) با توجه به سن‌سنجی انجام شده به روش U-Pb سن این توده نفوذی زا ۷۵/۲ تا ۸۳/۱ میلیون سال گزارش کرده‌اند. این توده نفوذی با اسامی دیگری نظیر باتولیت بزمان، و توده گرانیتوئیدی مکسان نیز مورد بررسی قرار گرفته است (نظیر قدسی و همکاران، ۱۳۹۴).



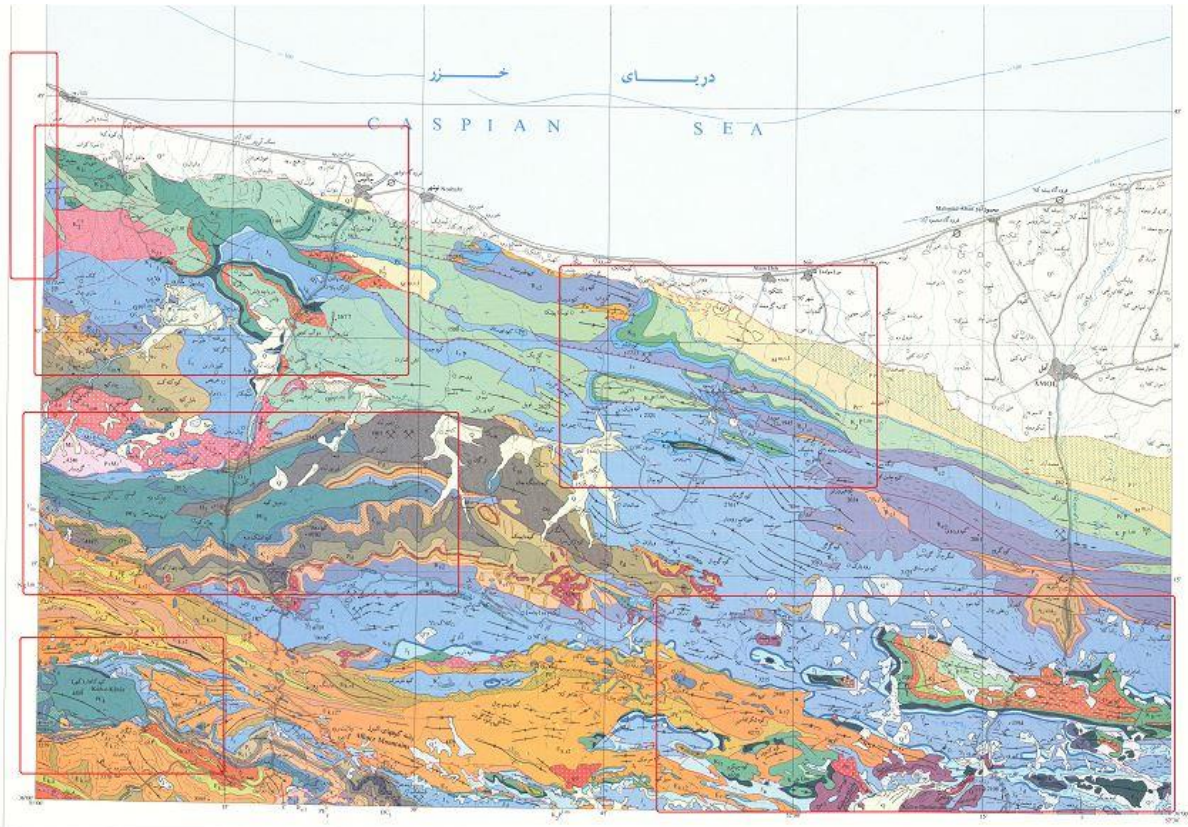
تصویر ماهواره‌ای توده گرانیتوئیدی بزمان در جنوب کوه بزمان  
(۷۵/۲ تا ۸۳/۱ میلیون سال، به روش U-Pb بر روی زیرکن)

## پهنه ساختاری البرز

در پهنه ساختاری البرز، فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه غالباً به صورت میان‌لایه‌های بازالتی، توفیت‌ها و پیریت‌ها می‌باشند این سنگ‌ها در حدفاصل جنوب آمل تا جنوب شهسوار رخنمون دارند و در برخی مناطق نظیر جنوب لاهیجان ساختار بالشی زیبایی به نمایش می‌گذارند.



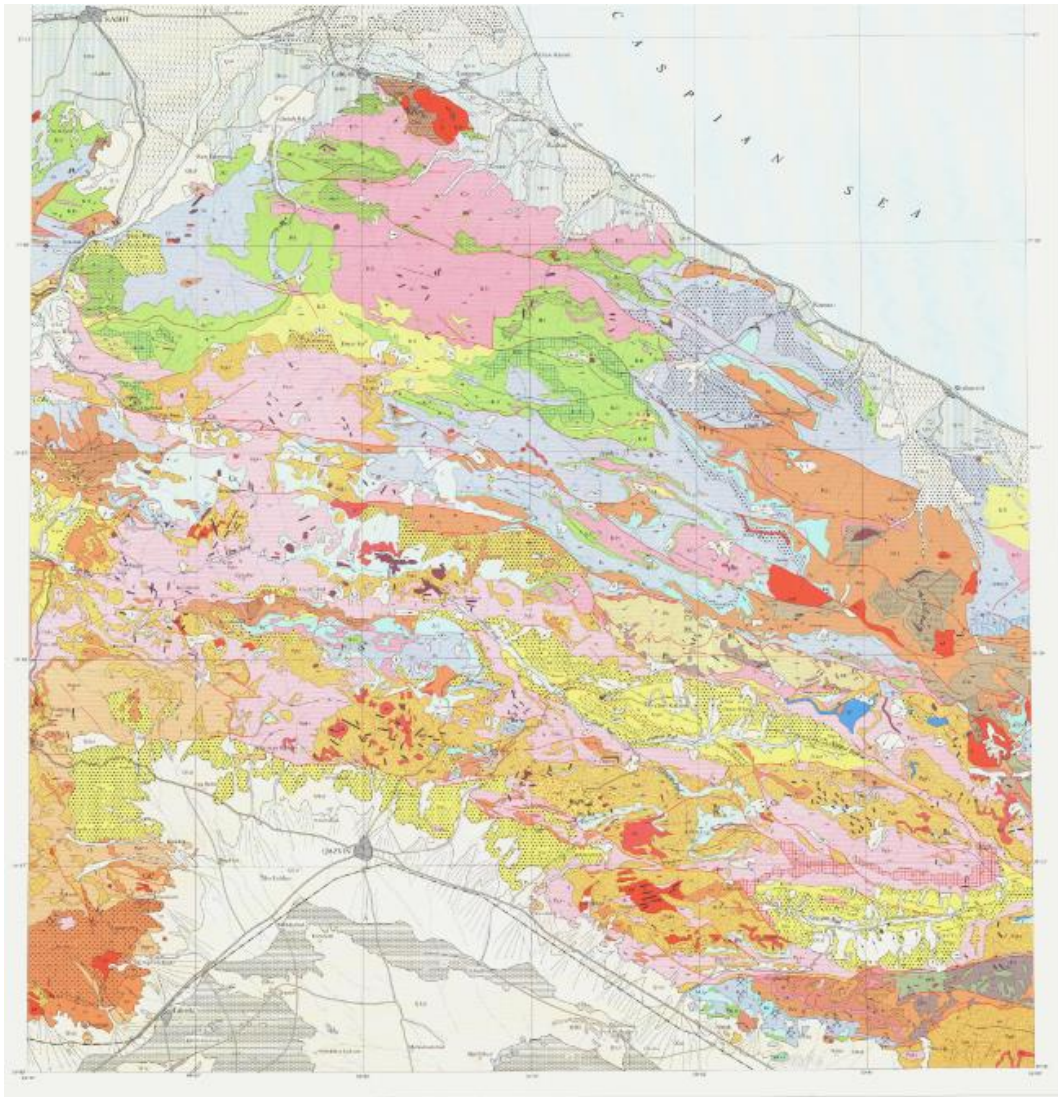
بخشی از راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ایران که در آن نقشه‌های دارای رخنمون‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی و یا به عبارت کلی‌تر فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه در پهنه ساختاری البرز، با علامت دایره کوچک قرمز رنگ مشخص شده‌اند.



عضو شیل تهنائی: شیل های اهلی و سیلیسی، آذرین آواری ها، دنداره دمیسی

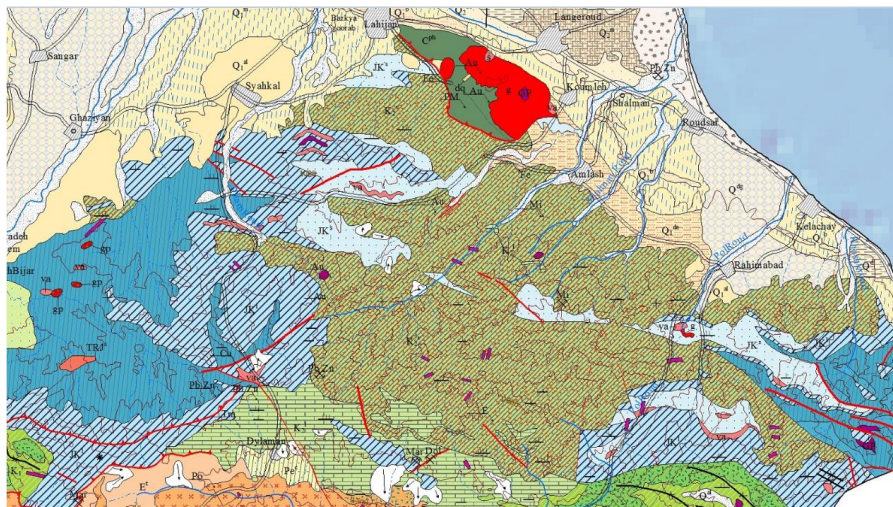
PALEO	PE <sub>z</sub>	Nummulitic limestone (ZIĀRĀT FORMATION) (سنگ آهک نمولیت دار (سازند زیارت))	PE <sub>f</sub>	Conglomerate (کنگلومرا)
	PE <sub>v,m,c</sub>	Marl, sandstone, gypsum, minor limestone; locally may include undifferentiated younger deposits (Eocene?) (مارن، ماسه سنگ، گچ، کمی سنگ آهک؛ بطور محلی ممکنست مشتمل بر نهشته های نئوژنیک نشده)	PE <sub>f</sub>	Volcanic, marl, conglomerate (سنگهای آتشفشانی، مارن، کنگلومرا)
CRETACEOUS	PE <sub>1</sub>	Intermediate volcanic rocks (سنگهای آتشفشانی متوسط)	K <sub>2</sub>	Basalt, andesitic lithic tuff, pyroclastics (بازالت، توف سنگی آندزیتی، آذرین آواری ها)
	K <sub>2</sub>	Tuffaceous sandstone, marl, calcareous sandstone, andesite, quartz andesite (ماسه سنگ توفی، مارن، ماسه سنگ آهکی، آندزیت، کوارتز آندزیت)	K <sub>1</sub>	Limestone (Coniacian-Santonian) (سنگ آهک (کونیاسین - سانتونین))
	K <sub>1</sub>	Limestone, marl, marly limestone, silty marl; locally at base may include undiff. J-K deposits (سنگ آهک، مارن، سنگ آهک مارنی، مارن سیلیتی؛ بطور محلی در قاعده ممکنست مشتمل بر نهشته های نئوژنیک نشده)	K <sub>1</sub>	Diabase, basalt, pyroclastics (سنگ آهک، مارن، سنگ آهک مارنی، مارن سیلیتی؛ بطور محلی در قاعده ممکنست مشتمل بر نهشته های نئوژنیک نشده)
	K <sub>1</sub>	Undifferentiated K <sub>1</sub> & K <sub>2</sub> volcanics and pyroclastics (سنگهای آتشفشانی و آذرین آواری های نئوژنیک نشده کرتاسه)	K <sub>1</sub>	Limestone (Neocomian) (سنگ آهک (نئوکومین))
JURASSIC	J <sub>1</sub>	Orbitolina limestone (TIZ KŪH FORMATION: Aptian-Cenomanian) (سنگ آهک اربیتولینا دار (سازند تیزکوه: آپتین - سنومانین))	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
	J <sub>1</sub>	Gypsum, locally dolomitic limestone and shale intercalations (گچ، بطور محلی دارای درون لایه های سنگ آهک دولومیتی و شیل)	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
	J <sub>1</sub>	Limestone; locally dolomitic in the upper part (LĀR LIMESTONE) (سنگ آهک؛ بطور محلی دولومیتی در بخش بالایی (سنگ آهک لار))	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
	J <sub>1</sub>	Thin bedded limestone, massive dolomite, thick bedded limestone (Ābnāk FORMATION) (سنگ آهک نازک لایه، دولومیت توده ای شکل، سنگ آهک ضخیم لایه (سازند آبناک))	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
TRIASSIC	J <sub>1</sub>	Ammonite bearing marl and limestone, calcareous sandstone (DALICHĀI FORMATION) (سنگ آهک و مارن آمونیت دار، ماسه سنگ آهکی (سازند دلچای))	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
	J <sub>1</sub>	Undifferentiated (تفکیک نشده)	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
	J <sub>1</sub>	Shale, sandstone, siltstone, claystone, quartzite, conglomerate; c: Coal seams and lenses (SHEMŠĀK FORMATION) (نهشته های اکثر آهکی تفکیک نشده ژوراسیک - کرتاسه)	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
	J <sub>1</sub>	Breccia; polygenetic (عناصر از منشاء متعدد) (سنگ آهک، ماسه سنگ، مارن)	J <sub>1</sub>	Limestone (Santonian) (سنگ آهک (سانتونین))
TRIASSIC	R <sub>3</sub>	Basic volcanics (سنگهای آتشفشانی بازی)	R <sub>3</sub>	Limestone, sandy shale (سنگ آهک، شیل ماسه ای)
	R <sub>3</sub>	Basic volcanics (سنگهای آتشفشانی بازی)	R <sub>3</sub>	Limestone, sandy shale (سنگ آهک، شیل ماسه ای)
	R <sub>e2</sub>	Thick bedded to massive dolomite, dolomitic limestone, limestone (دولومیت ضخیم لایه تا توده ای شکل، سنگ آهک دولومیتی، سنگ آهک)	R <sub>e2</sub>	Limestone, sandy shale (سنگ آهک، شیل ماسه ای)
	R <sub>e1</sub>	Thin bedded limestone with worm traces, calcareous shale (سنگ آهک نازک لایه با اثرات کرم، شیل آهکی)	R <sub>e1</sub>	Limestone, sandy shale (سنگ آهک، شیل ماسه ای)
TRIASSIC	R <sub>e1,2</sub>	Undivided Elikā Formation (سازند الیکا تفکیک نشده)	R <sub>e1,2</sub>	Limestone, sandy shale (سنگ آهک، شیل ماسه ای)
	R <sub>e1,2</sub>	Undivided Elikā Formation (سازند الیکا تفکیک نشده)	R <sub>e1,2</sub>	Limestone, sandy shale (سنگ آهک، شیل ماسه ای)

بخشی از نقشه زمین شناسی ۲۵۰۰۰۰: ۱ ممل که نشان دهنده پراکندگی رخنمون های سنگی مربوط به فعالیت های آتشفشانی زبردریایی ژوراسیک و کرتاسه در بخش مرکزی پهنه ساختاری البرز می باشد.



JURASSIC CRETACEO		K2c	Grey conglomerate, mostly
		K2i, K2v	Well-bedded grey limestone and muddy limestone (k2i); basic volcanics (K2v)
		K1i, K1v	<b>Tiz Kuh Formation</b> (in part) Well-bedded grey or pale grey orbitolinid limestone (commonly shelly (K1i)); massive grey biohermal limestone (K1ir); basic Volcanics (K1v)
		Jk1, Jks, v	Well-bedded grey or pale grey limestone-in part with chert (Jk1) and sandstone and shale, in part calcareous (Jks); intercalated Volcanics (v)
		Jd1	Grey biohermal limestone (Lar Limestone) with well-bedded muddy limestone (Dalichai Formation) at base
		v	<b>Shemshak Formation</b>
		Js, v	Mostly grey or grey-brown mudstone and siltstone with layers of sandstone and, locally, coal (Js); conglomerate (c), limestone (l), and volcanics (v)
		Jd1	Grey biohermal limestone (Lar Limestone) with well-bedded muddy limestone (Dalichai Formation) at base
		Jk1, Jks, v	Well-bedded grey or pale grey limestone-in part with chert (Jk1) and sandstone and shale, in part calcareous (Jks); intercalated Volcanics (v)
		K2i, K2v	Well-bedded grey limestone and muddy limestone (k2i); basic volcanics (K2v)

بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قزوین - رشت که نشان‌دهنده پراکندگی رخنمون‌های سنگی مربوط به فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی ژوراسیک (واحد V) و کرتاسه (واحدهای V, K1v و K2v) در پهنه ساختاری البرز (بخش غربی) می‌باشد.



منطقه جنوب رودسر تا دیلمان



غرب استان گیلان

CRETACEOUS	UPPER		K <sub>2</sub> <sup>b</sup> :Basic volcanics
			K <sub>2</sub> <sup>c</sup> :Well-bedded gray limestone and muddy limestone
			K <sub>2</sub> <sup>d</sup> :Marl and sandstone
			E:Plant-bearing clastics, thin limestones
			K <sub>2</sub> <sup>f</sup> :Gray sandy limestone
			K <sub>2</sub> <sup>g</sup> :Basic volcanics
			K <sub>2</sub> <sup>h</sup> :Conglomerates
	LOWER		K <sub>1</sub> <sup>i</sup> :Shaly, silty and sandy bands
			K <sub>1</sub> <sup>j</sup> :Basic volcanics
			K <sub>1</sub> <sup>k</sup> :Well-bedded pale gray orbitalinid limestone, commonly shelly
			K <sub>1</sub> <sup>l</sup> :Massive biohermal limestone
			K <sub>1</sub> <sup>m</sup> :Basic volcanics
			K <sub>1</sub> <sup>n</sup> :Well-bedded pale gray orbitalinid limestone, commonly shelly
			K <sub>1</sub> <sup>o</sup> :Massive biohermal limestone

بخش‌های از نقشه زمین‌شناسی استان گیلان که در آن گسترش واحدهای سنگی ماگمایی کرتاسه دیده می‌شود. به بخشی از راهنمای نقشه در سمت راست توجه کنید (نوگل سادات، ۱۳۷۰ و بازنگری شده توسط حداد ایرانی، ۱۳۹۴). به گسترش زیاد این واحدهای سنگی در استان گیلان توجه نمایید.

مرادی و همکاران (۱۳۹۶) معتقدند سنگ‌های آتشفشانی منطقه کجید (جنوب لاهیجان) جزئی از واحدهای البرز مرکزی بوده و با توجه به روابط چینه‌شناختی، سن کرتاسه‌پسین دارند. این سنگ‌ها با رخنمونی گسترده (حدود ۵۰۰ کیلومتر مربع) شامل روانه‌های بالشی و توده‌ای، واحدهای ولکانوکلاستی همراه و دسته دایک‌های دیابازی قطع کننده می‌باشند. این سنگ‌ها به طور عمده دارای ترکیب آلكالی بازالتی و فنوکریست‌های پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن و الیوین هستند. ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن‌های آنها در محدوده اوژیت تا دیوپسید قرار می‌گیرد. شیمی کلینوپیروکسن‌ها با مقادیر بالای  $TiO_2$  (۰/۹۶ تا ۵/۱۳ درصد وزنی) و  $Na_2O$  (۰/۲۴ تا ۰/۶۸ درصد وزنی) مشخص می‌شود. این ویژگی‌های ژئوشیمیایی با اختصاصات بازالت‌های آلكالن و همچنین یک محیط تکتونوماگمایی درون ورقه‌ای سازگاری دارد. چنین موقعیتی با تکتونیک کششی و رخداد ریفتی درون قاره‌ای قابل توضیح است. از طرفی، محیط دریایی نسبتاً عمیق فوران‌های بازالتی کرتاسه‌پسین در البرز نشان از یک ریفت توسعه یافته دارد. به علاوه، حجم زیاد فوران‌های بازالتی کرتاسه‌پسین در البرز احتمالاً نشان‌دهنده یک آنومالی دمایی با منشأ گوشته‌ای و یا صعود آستنوسفری است که می‌تواند به عنوان شاهد کلیدی مهمی در بحث تحولات البرز در زمان کرتاسه مطرح گردد.

حق نظر و همکاران (۱۳۹۳) معتقدند بازالت‌های بالشی به سن کرتاسه در دامنه شمالی البرز در شرق گیلان (شمال ایران) برونزد دارند. این گدازه‌ها دارای ترکیب عمده اولیوین بازالتی هستند. از نظر ژئوشیمیایی این بازالت‌ها جزو سری انتقالی یا کمی آلكالن بوده و بی‌هنجاریهای منفی Ta-Nb, Zr, Ba و بی‌هنجاریهای مثبت K, Pb و نسبت‌های پایین Pb/Ce و U/Nb و نسبت‌های بالای Nb/Th و Zr/Ba از شاخصه‌های آلائش این سنگ‌ها با پوسته قاره‌ای می‌باشند. در نمودارهای تشخیص جایگاه‌های زمین‌ساختی، گدازه‌های بالشی در محدوده بازالت‌های ریفت‌های درون قاره‌ای قرار می‌گیرند و قابل قیاس با بازالت‌های تحولی ریفت اتیوپی هستند. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که این بازالت‌ها از گوشته اسپینل لرزولیتی در اعماق کمتر از ۶۰ کیلومتری و نرخ ذوب بخشی کمتر از ۱۵٪ منشأ گرفته‌اند.



نمایی از گدازه های بالشی کرتاسه دامنه شمالی البرز در شرق گیلان (حق نظر و همکاران، ۱۳۹۳).

زمستان ۹۳، سال بیست و چهارم، شماره ۹۴، صفحه ۱۷۱ تا ۱۸۲ (سنگ و کانی)



## جایگاه زمین ساختی – ماگمایی بازالت های بالشی کرتاسه در دامنه شمالی البرز در خاور گیلان (شمال ایران): بخشی از مجموعه افیولیتی یا کافت درون قاره ای؟

شهرزاد حق نظر<sup>۱</sup>، سارا ملکوتیان<sup>۲</sup> و خلیل الهیاری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند، دماوند، ایران

<sup>۳</sup> دکتر، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۰۶

*Geological Quarterly*

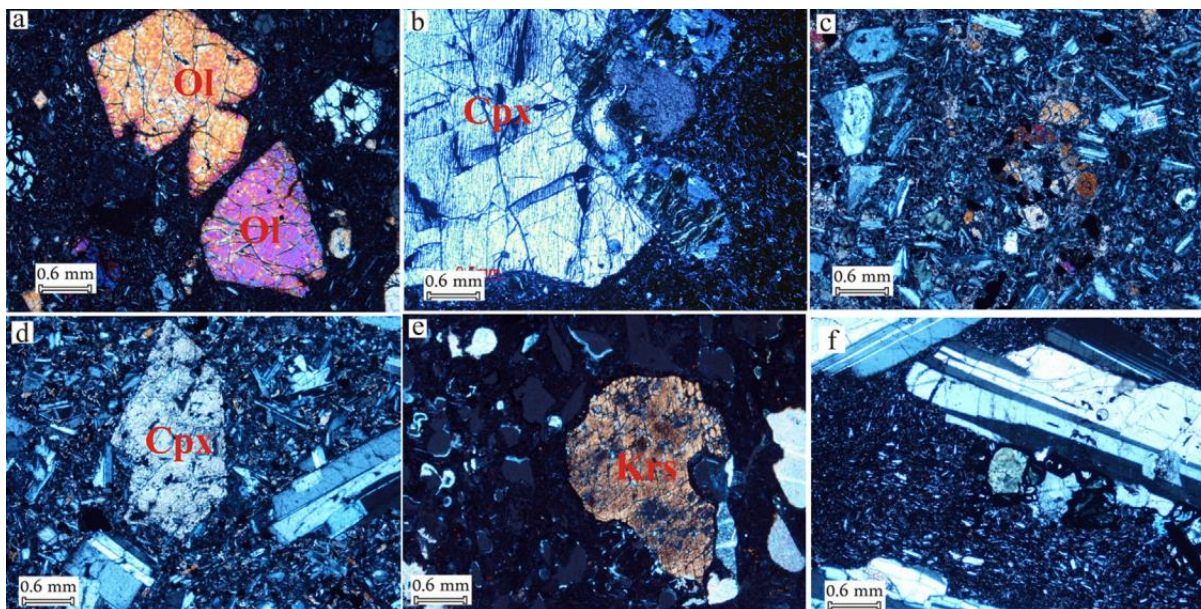
2019 | Vol. 63, No. 4 | 757–770

**Cretaceous magmatic evolution in the Deylaman igneous complex, Alborz zone, Iran : change from extensional to compressional regime**

Akmali, Sheida, Asiabanha, Abbas, Haghazhar, Shahrooz

Wybrane pełne teksty z tego czasopisma: <http://gg.pgi.gov.pl/gg>

Języki publikacji: EN



- فنوکریست الیوین در آلکالی بازالت‌ها، b- مگاکریست پیروکسن در آلکالی الیوین بازالت‌ها، c- بافت گلومروپورفیری در آلکالی بازالت‌ها، d- فنوکریست کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز آندزیت‌های تراکی بازالتی، e- آمفیبول از نوع کرسوتیت در آندزیت‌های تراکی بازالتی، f- مگاکریست پلاژیوکلاز در آندزیت‌های تراکی بازالتی (اقتباس از دوروزی و همکاران، ۲۰۱۵).

## Cretaceous alkaline volcanism in south Marzanabad, northern central Alborz, Iran: Geochemistry and petrogenesis

Roghieh Doroozi <sup>a,\*</sup>, Carmela Vaccaro <sup>b</sup>, Fariborz Masoudi <sup>a</sup>, Riccardo Petrini <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Earth Science, Shahid Beheshti University, Velenjak, Tehran, Iran

<sup>b</sup> Department of Mineralogy, University of Ferrara, Corso Ercole I d'Este 32, 44100 Ferrara, Italy

<sup>c</sup> Department of Mathematics and Geosciences, University of Trieste, Via Weiss, 8-34100 Trieste, Italy

*Geological Quarterly*

2019 | Vol. 63, No. 4 | 757--770

Cretaceous magmatic evolution in the Deylaman igneous complex, Alborz zone, Iran: change from extensional to compressional regime

Akmali, Sheida , Asiabanha, Abbas , Haghazar, Shahrooz



## پتروولوژی، ژئوشیمی و محیط زمین‌ساختی گابروی کرتاسه جواهردشت واقع در دامنه شمالی البرز، شرق گیلان، شمال ایران بخشی از مجموعه افیولیتی یا کافت درون قاره‌ای؟

شهرز حق نظر \*

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران



سال هجدهم، شماره ۴، زمستان ۸۹، از صفحه ۵۴۵ تا ۵۶۲

مجله  
پتروشناسی  
و کانی‌شناسی  
ایران

### بررسی ویژگی‌های سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی و ژئوشیمی گابروهای جواهردشت (شرق گیلان)

شهرز حق نظر<sup>۱</sup>، سارا ملکوتیان<sup>۲</sup>، خلیل الهیاری<sup>۳</sup>

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۲- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند

۳- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

(دریافت مقاله: ۸۸/۳/۱۸، نسخه نهایی: ۸۹/۳/۱۸)

آقازاده، مهراج، امامی م. ه.، سعیدی ع.، سبزه ای م.، ۱۳۸۴، پتروولوژی سنگهای ولکانیکی منطقه مرزن آباد - چالوس، بیست و یکمین  
گردهمایی علوم زمین شناسی سازمان زمین شناسی کشور.  
آقازاده، مهراج، امامی م. ه.، سعیدی ع.، سبزه ای م.، ۱۳۸۴، ایجاد بافت پیریتی در گدازه‌های کرتاسه زیرین ناحیه چالوس - مرزن آباد (البرز  
مرکزی) نشانه‌ای از مخلوط شدن گدازه‌های گرم با رسوبات مرطوب و سرد و تکه‌تکه شدن (Fragmentation) گدازه‌ها، بیست و یکمین  
گردهمایی علوم زمین شناسی سازمان زمین شناسی کشور،

## کرتاسه در جنوب غرب سبزوار

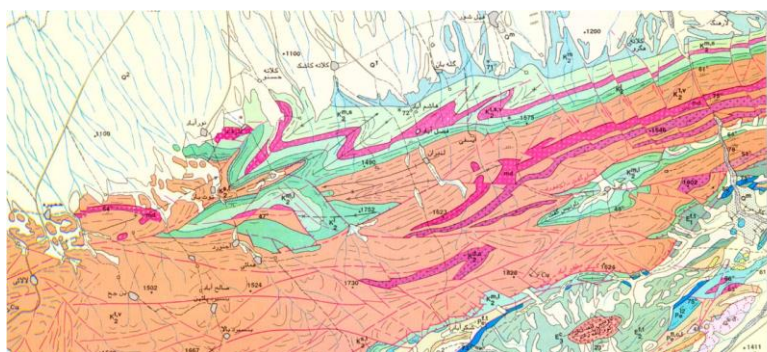
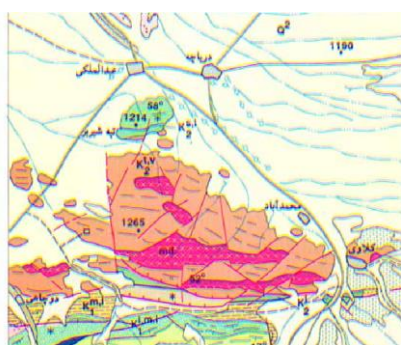
کاظمی (۱۳۹۷) معتقد است توالی آتشفشانی- رسوبی جنوب غرب سبزوار با روند شمال شرق- جنوب غرب در لبه شمالی زون ایران مرکزی قرار دارد. این توالی شامل سنگ‌های آذرین خروجی (نظیر تراکی آندزیت، داسیت و ریولیت)، آذرآوای‌های زیرآبی (انواع توفیت‌ها) و سنگ‌های آذرین نفوذی نیمه عمیق با ترکیب گابرو، گابرو دیوریت، دیوریت و گرانیت و می باشد. سنگ‌های آتشفشانی عمدتاً دارای بافت‌های پورفیری، گلوپورفیری و غربالی هستند. کوارتز، پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن از کانی‌های اصلی تشکیل دهنده سنگ‌های آتشفشانی می باشند که در زمینه‌ای ریزبلور از این کانی‌ها قرار دارند. پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن از کانی‌های اصلی تشکیل دهنده گابرو دیوریت‌ها و گابروها هستند و از کانی‌های فرعی و ثانویه آن‌ها می توان به آمفیبول، آپاتیت‌های سوزنی شکل، کانی‌های کدر، کلریت و سریسیت اشاره نمود. بافت این سنگ‌ها از نوع دانه‌ای و در حاشیه پورفیری می باشد. دیوریت‌ها از نظر کانی‌شناختی دارای پلاژیوکلاز و آمفیبول به عنوان کانی‌های اصلی می باشند. گرانیت‌ها اغلب دارای بافت دانه‌ای متوسط تا درشت دانه بوده و به طور گسترده، بافت گرافیکی نشان می دهند. پلاژیوکلاز، کوارتز و آلکالی فلدسپار، کانی‌های اصلی سنگ‌های گرانیتی هستند. کوارتز و پلاژیوکلاز کانی‌های اصلی تشکیل دهنده توف‌ها در منطقه می باشند. آمفیبول نیز در این سنگ‌ها مشاهده می شود.



محدوده گسترش مجموعه آتشفشانی - رسوبی جنوب و جنوب غرب سبزوار که تا نزدیک بردسکن و کاشمر ادامه دارند.

مطالعات شیمی کانی و سنگ کل سنگ‌های آذرین جنوب غرب سبزوار بیانگر سرشت کالک‌آلکالن تا تولییتی جزایر کمانی است. روند نمونه‌ها در نمودارهای تغییرات عناصر اصلی، فرعی و کمیاب، بیانگر ارتباط این سنگ‌ها از طریق فرآیند تبلور تفریقی می‌باشد. نمونه‌های مورد بررسی در نمودارهای بهنجار شده به کندریت دارای الگوی تقریباً مسطحی از REE با ناهنجاری منفی Eu در نمونه‌های گرانیتی می‌باشند. در نمودارهای بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه، نمونه‌ها از عناصری همچون U, K, Pb و Ba غنی‌شدگی و از عناصر Zr و Nb, Ti, Ta, Th تهی‌شدگی نشان می‌دهند. نمودارهای بهنجار شده و عنکبوتی نشان می‌دهند که سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی جنوب غرب سبزوار، دارای همخوانی ژئوشیمیایی قابل توجهی هستند و ماگمای سازنده آنها از یک منبع گوشته‌ای یکسان در یک محیط فرورانش نشأت گرفته است. علاوه بر وجود فسیل‌های شاخص کرتاسه بالایی (گلوبوترونکانا) در آهک‌های پلاژیک منطقه که بیانگر سن کرتاسه بالایی برای آنها می‌باشد، مطالعات سن‌سنجی به روش U-Pb بر روی کانی زیرکن سنگ‌های آذرین جنوب غرب سبزوار نشان دهنده سن ۷۵ تا ۱۰۱ میلیون سال (کرتاسه بالایی) برای این سنگ‌ها است. از نظر ایزوتوپی، نسبت اولیه  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  سنگ‌های آذرین بیرونی (داسیت، ریولیت و تراکی‌آندزیت) و درونی (گابرو دیوریت، دیوریت و گرانیت) منطقه به ترتیب بین ۰/۶۹۵ - ۰/۷۰۶۱ و ۰/۷۰۴۲ - ۰/۷۰۵۹ متغیر است. نسبت اولیه  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  در سنگ‌های آذرین بیرونی منطقه مطالعاتی بین ۰/۵۱۲۹۳ - ۰/۵۱۳۰۱ و در سنگ‌های آذرین درونی بین ۰/۵۱۲۹۲ - ۰/۵۱۲۹۷ می‌باشد. به‌طور کلی، سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی دارای مقادیر ایزوتوپی Sr و Nd مشابهی هستند که بیانگر ارتباط ژنتیکی آنهاست. میزان  $\epsilon\text{Nd}$  برای سنگ‌های درونی و بیرونی به ترتیب از ۵/۸۱ تا ۷/۲۲ و ۵/۹۱ تا ۷/۳۸ متغیر است که از نظر ترکیبی نشان دهنده گوشته تهی‌شده به عنوان محل منشأ برای ماگمای مادر این سنگ‌ها می‌باشد. شواهد ژئوشیمیایی همگی حاکی از تولید ماگمای سازنده سنگ‌های آذرین جنوب غرب از یک گوه گوشته‌ای تهی‌شده سبزوار supra-subduction در یک محیط فرورانش جزیره کمانی در خلال فرورانش حوضه اقیانوسی نئوتتیس سبزوار طی کرتاسه پسین می‌باشد.

لازم به ذکر است این توده‌های نفوذی منطقه جنوب و جنوب غرب سبزوار قبلاً به ائوسن نسبت داده شده‌اند و در نقشه دارین سن ائوسن یا به‌طور کلی ترشیری به آنها نسبت داده شده است.



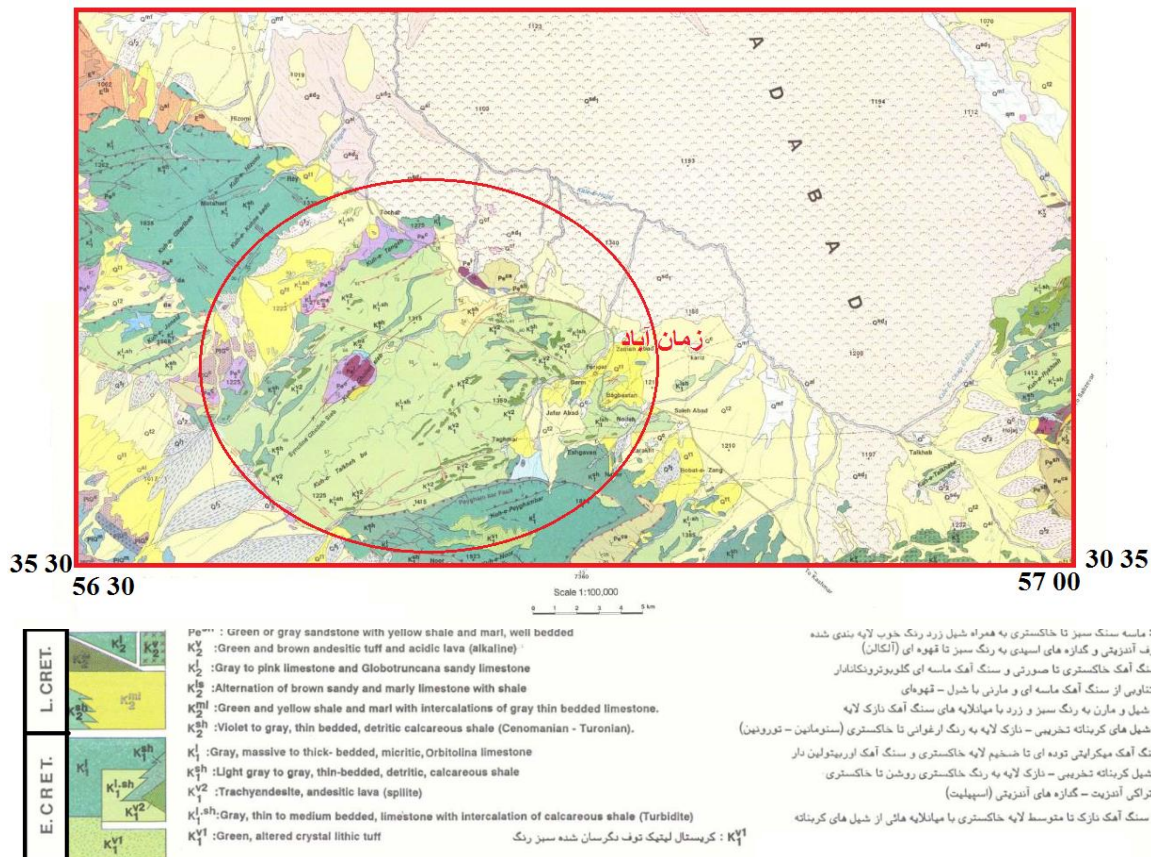


بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دارین که در آن سیل‌ها و دایک‌های گابرویدی پیتی به رنگ صورتی نشان داده شده‌اند.

## پهنه ساختمانی ایران مرکزی

در پهنه ساختمانی ایران مرکزی، فعالیت‌های ماگمایی کوتاه غالباً به صورت میان‌لایه‌های بازالتی، توفیت‌ها و پیریت‌ها می‌باشند رخنمون بارزی از این سنگ‌ها در غرب و جنوب‌غرب زمان آباد (جنوب شرق شاهرود، لبه شمالی پهنه ساختمانی ایران مرکزی) مشاهده می‌شود اگر میان (۱۳۸۹) معتقدداست، در منطقه زمان آباد خارتوران (جنوب شرق شاهرود و لبه شمالی ایران مرکزی) سنگ‌های آتشفشانی کوتاه زیرین با ترکیب بازالتی تا تراکی بازالتی، به صورت گدازه‌های بالشی ضخیم لایه همراه با میان‌لایه‌های آذرآواری و آهک‌های اوربیتولین دار یافت می‌شوند. لازم به ذکر است که رخنمون‌های بازالتی به صورت پراکنده همراه با آهک‌های پلاژیک کوتاه یافت می‌شوند. بازالت‌ها در برخی نقاط ساختار بالشی زیبایی به نشان می‌دهند. مطالعات صحرایی و فسیل‌شناسی بر روی سنگ‌های آهکی اوربیتولین‌دار همراه‌گدازه‌ها نشان می‌دهد که آن‌ها در داخل یک محیط دریایی کم عمق و گرم فوران کرده‌اند. سنگ‌های بازالتی، دارای بافت‌های اینترگرانولار، اینترسرتال و بادامکی هستند. شواهد ژئوشیمیایی نشان می‌دهند که این سنگ‌های بازالتی دارای ماهیت آکالن هستند و فرآیند تبلور تفریقی در تحول ماگمای سازنده آنها نقشی اساسی ایفاء نموده است. با توجه به الگوهای عناصر کمیاب و کمیاب خاکی آن‌ها، بازالت‌های مورد مطالعه به بازالت‌های جزایر اقیانوسی تعلق دارند. در نمودارهای تمایز محیط تکتونیکی نیز، آن‌ها

در قلمرو بازالت‌های جزایر اقیانوسی (OIB) قرار می‌گیرند. ماگماهای سازنده این سنگ‌ها از اعماق ۱۰۰ تا ۱۱۰ کیلومتری و ذوب بخشی ۸ تا ۱۲ درصدی گوشته گارنت لرزولیتی نشأت گرفته و سپس در داخل حوضه دریایی کم عمق کرتاسه زیرین ایران مرکزی فوران کرده‌اند.

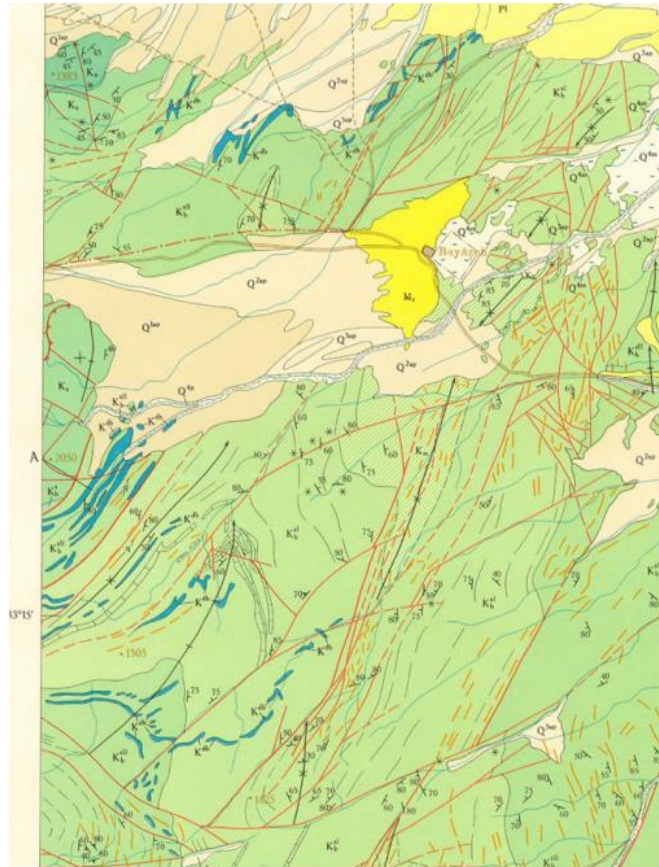


بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ احمد آباد (سلامتی، ۱۹۹۹) که نشان‌دهنده حضور گدازه‌های بازالتی در بین آهک‌های پلاژیک کرتاسه پسین می‌باشد. زخمون‌های آتشفشانی به صورت لکه‌های ریز سبز رنگ با علامت اختصاری  $K_1^{V2}$  نشان داده شده‌اند.

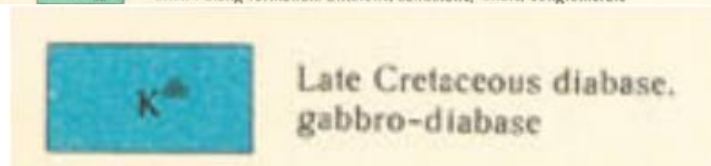
### جنوب خور و بیانک (ایران مرکزی)

در جنوب خور و بیانک در حد فاصل روستاهای بیاضه و حاجی آباد توالی رسوبی کرتاسه به سن نئوکومین تا سنومانین زیرین (و با ترکیب سنگی غالب آهکی، شیلی و ماسه‌سنگی) توسط دایک‌های دیابازی زیادی قطع شده‌اند که بر اساس راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بیاضه و اردیب، سن کرتاسه پسین برای آنها در نظر

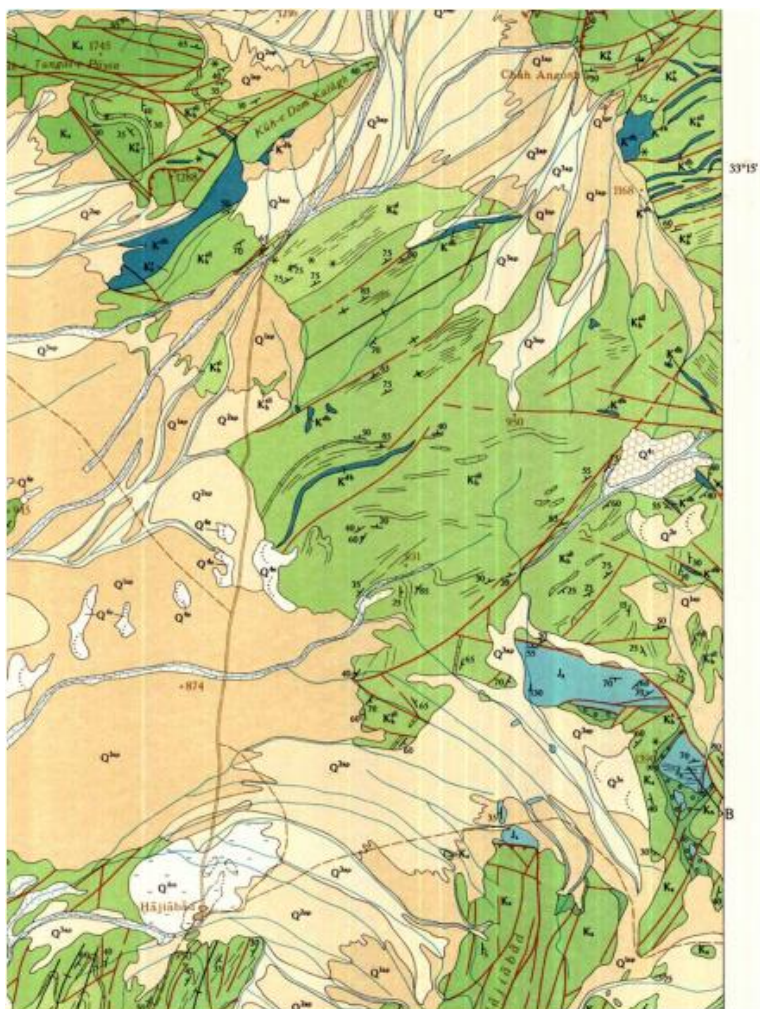
گرفته شده است. اگرچه به وجود میان لایه‌های آتشفشانی در این منطقه اشاره‌های نشده است ولی به نظر می‌رسد وجود آنها امری دور از انتظار نیست. لازم به ذکر است هر دو نقشه ذکر شده توسط زمین‌شناسان روسی شرکت تکنواکسپورت و به سرپرستی اوگنی رومانکو (از زمین‌شناسان برجسته روسی) انجام شده است.



LOWER CRETACEOUS	ALBIAN	K <sub>m</sub>	Mirzā formation. Slaty calcareous shale with lenticules and rare interbeds of limestone: calcirudite and calcarenite at the base	} Biābānak formation
		K <sub>b</sub> <sup>I</sup>	Clay slate, occasionally marly slate, limestone, calcareous shale	
	APTIAN	K <sub>b</sub> <sup>II</sup>	Clay slate and limestone, occasionally marly slate, sandy limestone and sandstone	
		K <sub>b</sub> <sup>I</sup>	Sandstone, sandy limestone, calcarenite, occasionally slate	
	NEOCOMIAN	K <sub>s</sub>	Shah Kūh formation. Orbitolina limestone, sandy limestone	
		K <sub>n</sub>	Noqreh formation. Grey, black limestone, sandstone, conglomerate	
		JK <sub>ch</sub>	Chāh Palang formation. Siltstone, sandstone, shale, conglomerate	



بخشی از نقشه ۱ : ۱۰۰۰۰۰۰ بیاضه که نشان می‌دهد در غرب و جنوب غرب بیاضه توالی رسوبی کرتاسه توسط دایک‌های دیابازی متعددی قطع شده‌اند. سن این دایک‌های دیابازی کرتاسه پایانی یا پسین گزارش شده است. این دایک‌های به سمت غرب در گستره نقشه زمین‌شناسی ۱ : ۱۰۰۰۰۰۰ اردیب نیز ادامه پیدا می‌کنند. به سمت شرق نیز در جنوب غرب پشت بادام این دایک‌ها رخنمون دارند و در مجموع از ویژگی‌های مشابهی برخوردار هستند.



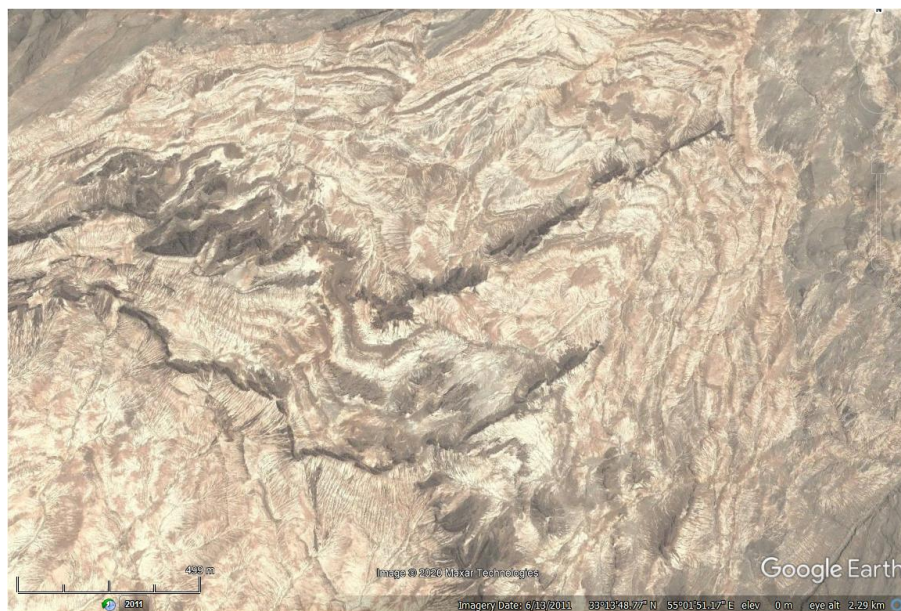
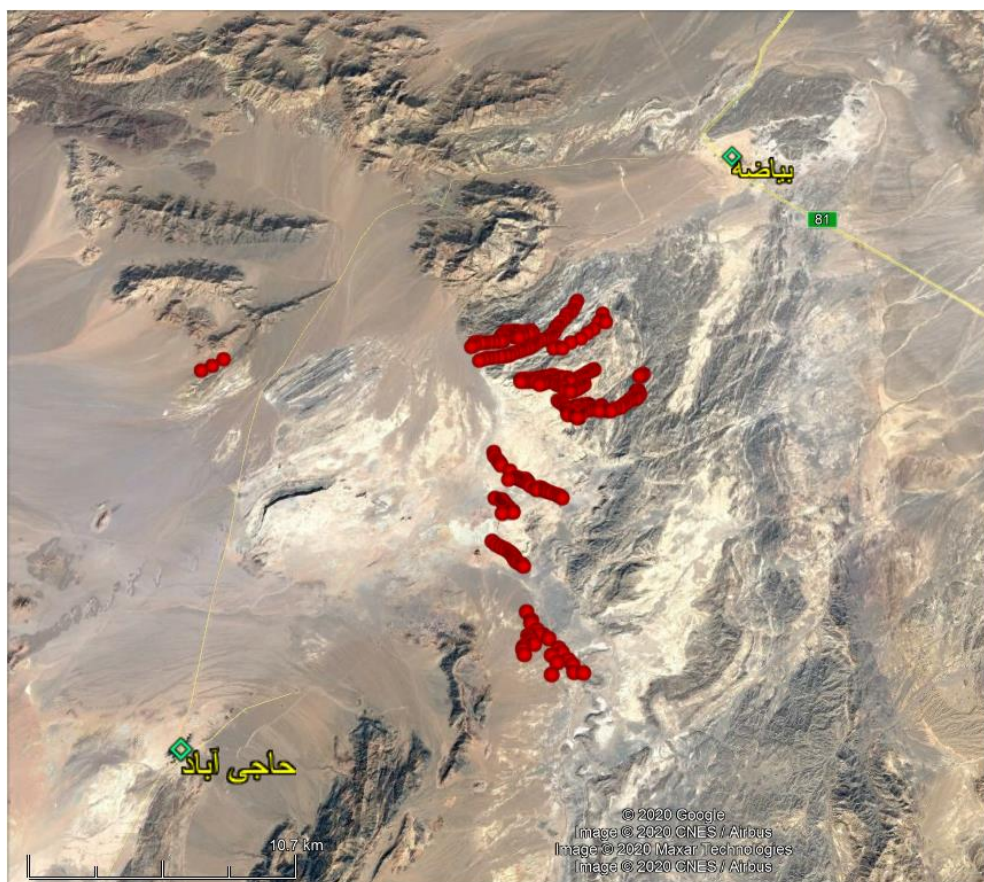
C R E T A C E O U S	U P P E R	LOWER S E N O N I A N	K <sub>1</sub>	Halfoman formation. Limestone with rudists, sandy limestone, marl, conglomerate	
		C E N O M A N I A N	K <sub>2</sub>	Organic-detrital limestone, argillaceous limestone	} Debarsü formation
	T U R O N I A N	K <sub>3</sub>	Conglomerate, marl, limestone, sandstone		
	L O W E R	A L B I A N	K <sub>4</sub>	Marl, limestone, sandy limestone	} Bâzyâb formation
			K <sub>5</sub>	Mudstone, siltstone, marl, limestone, sandy limestone, sandstone	
		A P T I A N	K <sub>6</sub>	Marly slate, clay slate, siltstone, algal flagstone, limestone	} Biâbânak formation
			K <sub>7</sub>	Clay slate, limestone, sandstone, marly slate	
	N E O C O M I A N	K <sub>8</sub>	Sandstone, sandy limestone, marly slate	} Châh Palang formation	
		K <sub>9</sub>	Shah Kûh formation. Orbitolina limestone, argillaceous and sandy limestone, shale		
	J U R A S S I C	K <sub>10</sub>	Noqreh formation. Sandstone, conglomerate, sandy limestone, siltstone, marl, gypsum	} Châh Palang formation	
K <sub>11</sub>		Sandstone, shale, siltstone, gravelstone, conglomerate			
		K <sub>12</sub>	Conglomerate, sandstone		



Late Cretaceous diabase, gabbro-diabase

بخشی از نقشه ۱ : ۱۰۰۰۰۰۰ اردیب که نشان می‌دهد در شمال شرق حاجی آباد توالی رسوبی کرتاسه توسط دایک‌های دیابازی متعددی قطع شده‌اند. سن این دایک‌های دیابازی کرتاسه پایانی یا پسین گزارش شده است. این دایک‌های به سمت شرق در گستره نقشه زمین‌شناسی ۱ : ۱۰۰۰۰۰۰ بیاضه نیز ادامه پیدا می‌کنند.





تصاویر ماهواره‌ای نشان دهنده قطع شدن توالی رسوبی کرتاسه توسط دایک‌های دیابازی متعدد در حدفاصل بیاضه و حاجی آباد - جنوب خور و بیابانک - استان اصفهان).



تصویر ماهواره‌ای دیگری که نشان دهنده قطع شدن توالی رسوبی کرتاسه توسط دایک‌های دیابازی متعدد در حدفاصل بیاضه و حاجی آباد می‌باشد (جنوب خور و بیابانک – استان اصفهان).

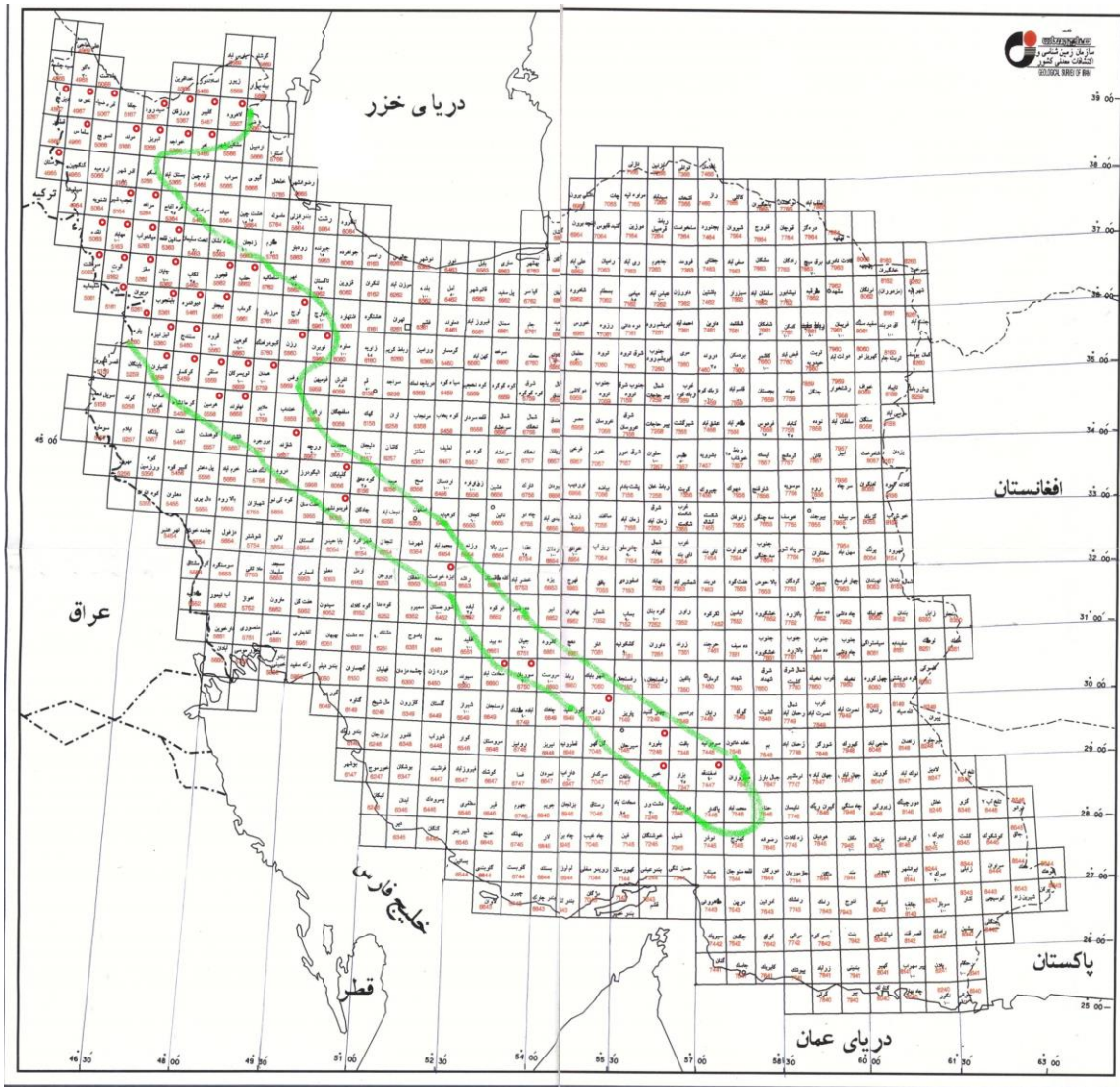


تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده قطع شدن توالی رسوبی کرتاسه توسط دایک‌های دیابازی متعدد در جنوب غرب پشت بادام و به عبارت دیگر غرب مجموعه پی‌سنگی پشت بادام.

## پهنه ساختاری سنندج - سیرجان

توالی‌های ماگمایی ژوراسیک و کرتاسه پهنه ساختاری سنندج - سیرجان در محدوده نقشه‌های زمین‌شناسی ۲۵۰۰۰۰:

۱ حاجی آباد، اقلید، شهرکرد، اصفهان، خرم آباد، سنندج، مهاباد، تکاب و مریوان - بانه گزارش شده‌اند. این توالی‌ها غالباً به صورت میان‌لایه‌های آندزیتی و بازالتی یا سنگ‌های توفیتی با ترکیب‌های ذکر شده معرفی شده‌اند.



بخشی از راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ایران که در آن نقشه‌های دارای رخنمون‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی و یا به عبارت کلی تر فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه در پهنه ساختاری سنندج - سیرجان، با علامت دایره کوچک قرمز رنگ مشخص شده‌اند. این نقشه‌ها همچنین توسط نوار سبز رنگی محاط شده‌اند.



تصویر دیگری از راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ایران که در آن نقشه‌های دارای رخنمون‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی و یا به عبارت کلی‌تر فعالیت‌های ماگمایی کرتاسه در پهنه ساختاری سنندج - سیرجان، با علامت دایره کوچک قرمز رنگ مشخص شده‌اند. این نقشه‌ها همچنین توسط نوار سبز رنگی محاط شده‌اند. دقت نمایند که بیستر این مناطق در استان‌های کرمانشاه، کردستان، آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی متمرکز هستند. این نقشه تک تک مورد بررسی قیق قرار گرفته است تا از دقت کافی برخوردار باشد.

در ادامه بخش‌های از این نقشه‌های زمین‌شناسی به همراه راهنمای آنها نشان داده شده‌اند تا درک بهتری از وجود توالی‌های ماگمایی ژوراسیک و کرتاسه در پهنه ساختاری سنندج - سیرجان حاصل شود. البته نفوذی‌های غالباً گرانیتوئیدی ژوراسیک میانی سنندج - سیرجان در فایل جداگانه‌ای به تفصیل شرح داده شده‌اند. با این وجود از این نقشه‌ها می‌توان دریافت در غرب و شمال‌غرب پهنه ساختاری سنندج - سیرجان پیرامون تکاب، سقز، سنندج، قروه، دیواندره، مریوان، مهاباد رخنمون‌های بارزتری از این سنگ‌ها یافت می‌شود. همچنین در جنوب شرق پهنه ساختاری سنندج - سیرجان پیرامون حاجی آباد تا ارزویه رخنمون‌های بارزی از توالی‌های ماگمایی ژوراسیک و کرتاسه یافت می‌شوند. منصف و

همکاران (۱۳۸۹) بر این باورند که توالی‌های ماگمایی ژوراسیک در جنوبی‌ترین بخش کمربند سنندج - سیرجان، تحولات پتروژنتیکی منحصر به فردی را در طی تکامل ترکیبی خود نشان می‌دهند. این توالی‌های ماگمایی در منطقه حسین‌آباد به سن ژوراسیک زیرین تا میانی و در منطقه حاجی‌آباد به سن ژوراسیک بالایی تا کرتاسه زیرین رخمون پیدا کرده‌اند. ماگمای مادر توالی اول در منطقه حسین‌آباد، با سرشت تولیت جزایر قوسی (IAT) از یک منشأ گوشته‌ای اسپینل لرزولیتی با ترکیب گوشته اولیه (PM) حاصل شده‌اند. این منشأ گوشته‌ای تحت تأثیر سیالات و رسوبات حاصل از ورقه فروانش قرار گرفته است. ماگمای مادر توالی دوم در منطقه حاجی‌آباد، با سرشت تولیتی جزایر قوسی تا تحولی، از یک منشأ گوشته‌ای گارنت - اسپینل لرزولیت با ترکیب مورب غنی شده (E-MORB) حاصل شده است. این تغییرات ترکیبی می‌تواند با اهمیت تأثیر رسوبات و سیالات، در اعماق بیشتر ورقه فروانش، به درون گوه گوشته‌ای مرتبط باشد. این توالی‌های ماگمایی می‌توانند در نتیجه فروانش لیتوسفر اقیانوسی نئوتتیس به زیر پهنه سنندج - سیرجان، از زمان ژوراسیک زیرین تا کرتاسه زیرین، در محیط جزایر کمانی تشکیل شده باشند.

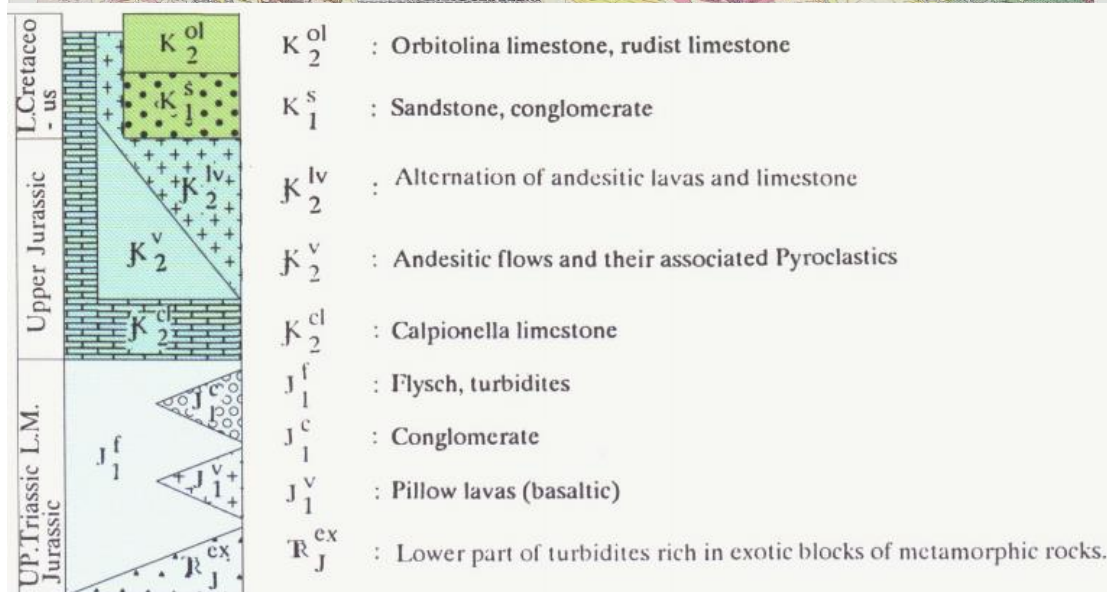
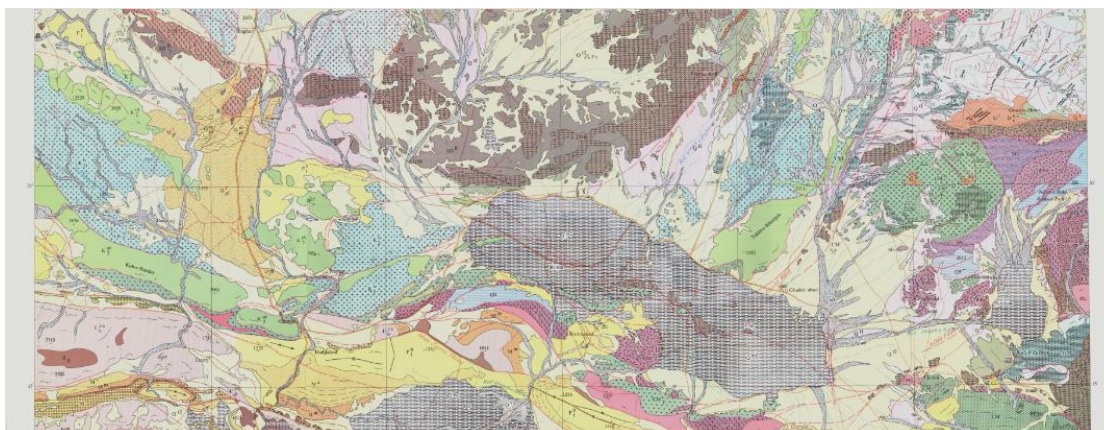
پتروژنولوژی، سال اول، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۹، صفحه ۸۹-۱۱۲  
تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۷/۱۳

## تحولات پتروژنتیک در توالی‌های ماگماتیک ژوراسیک نواحی حسین‌آباد - حاجی‌آباد در کمربند سنندج - سیرجان (جنوب ایران)

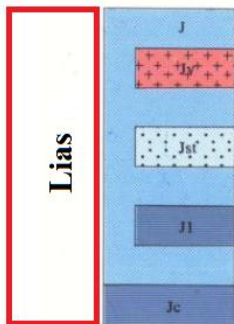
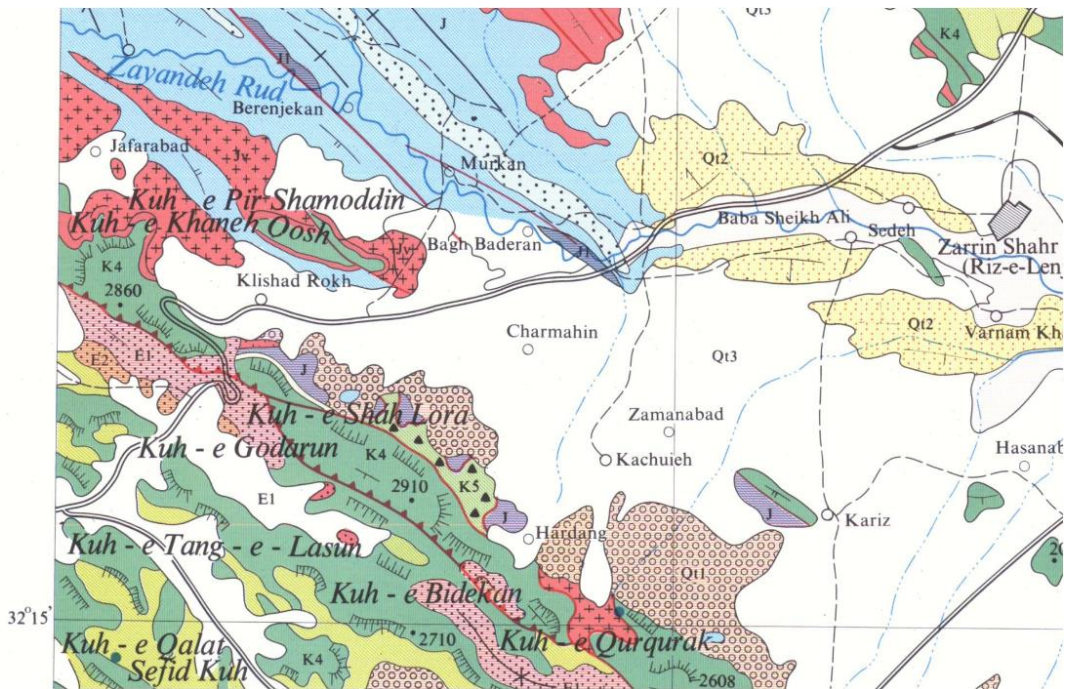
ایمان منصف<sup>۱</sup>، محمد رهگشای<sup>۱</sup> و هوبرت وایت چرچ<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> انستیتو زمین‌شناسی، دانشگاه لویی پاستور، استراسبورگ، فرانسه

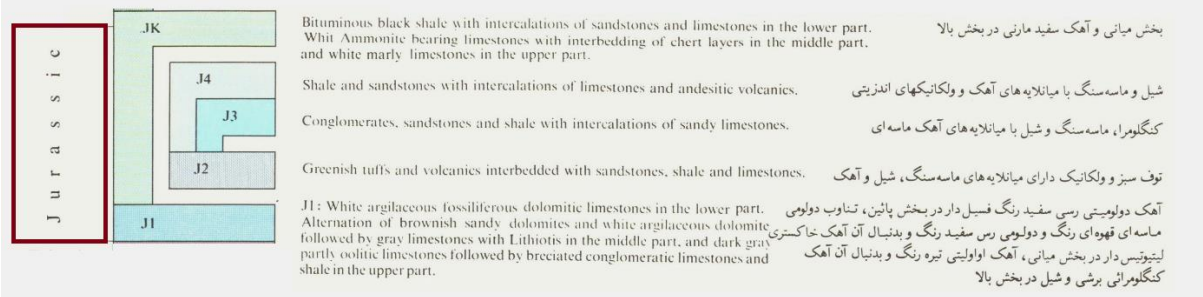
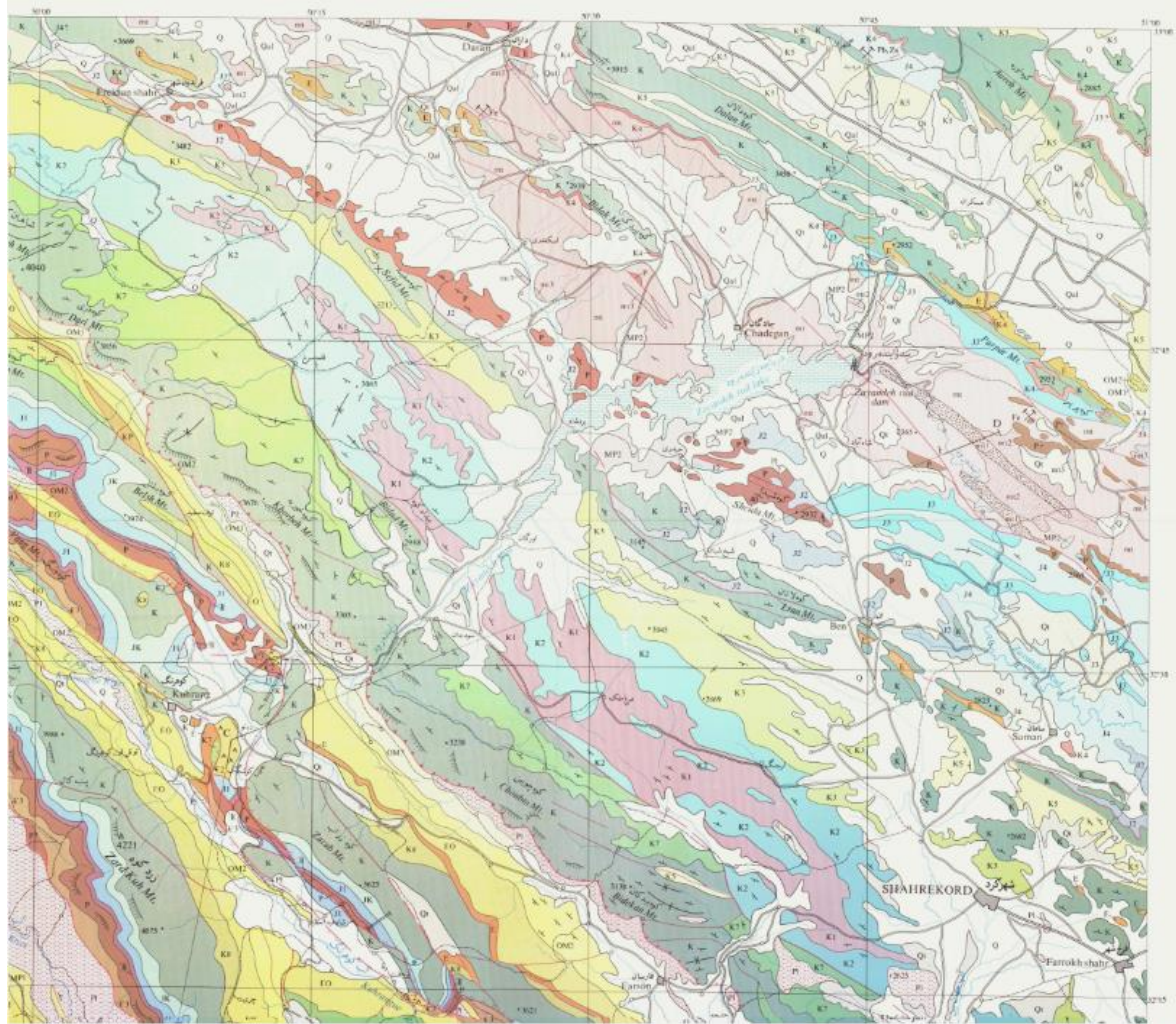


بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ حاجی آباد که معرف گسترش زیاد سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی ژوراسیک و کرتاسه می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش جنوب شرقی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



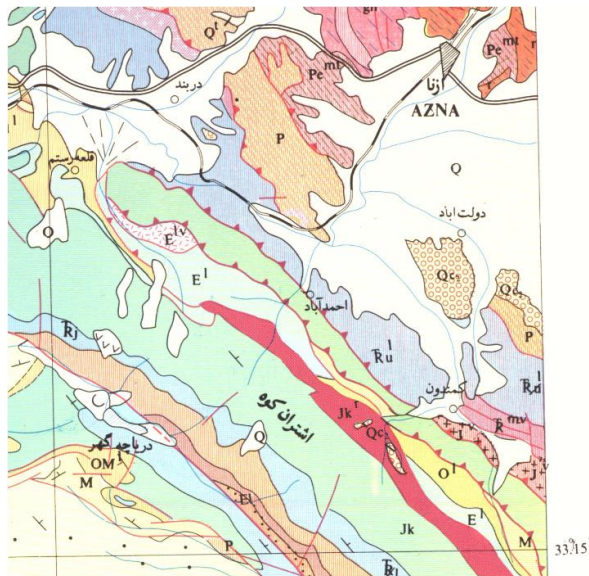
- J Shale containing ammonites, with intercalations of conglomerate, sandstone, radiolarite limestone and volcanics.
- Jv Andesitic volcanics.
- Jsf Shale containing ammonites with intercalations of conglomerate, sandstone, radiolarite limestone and volcanics.
- J1 Sandstone containing intercalations of shale.
- Jc Limestone containing corals, with intercalations of shale.

بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱ : ۲۵۰۰۰۰ اصفهان که معرف گسترش سنگ‌های آتشفشانی (Jv) در بین توالی های سنگی ژوراسیک در غرب زرین شهر می باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش میانی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می دهد.

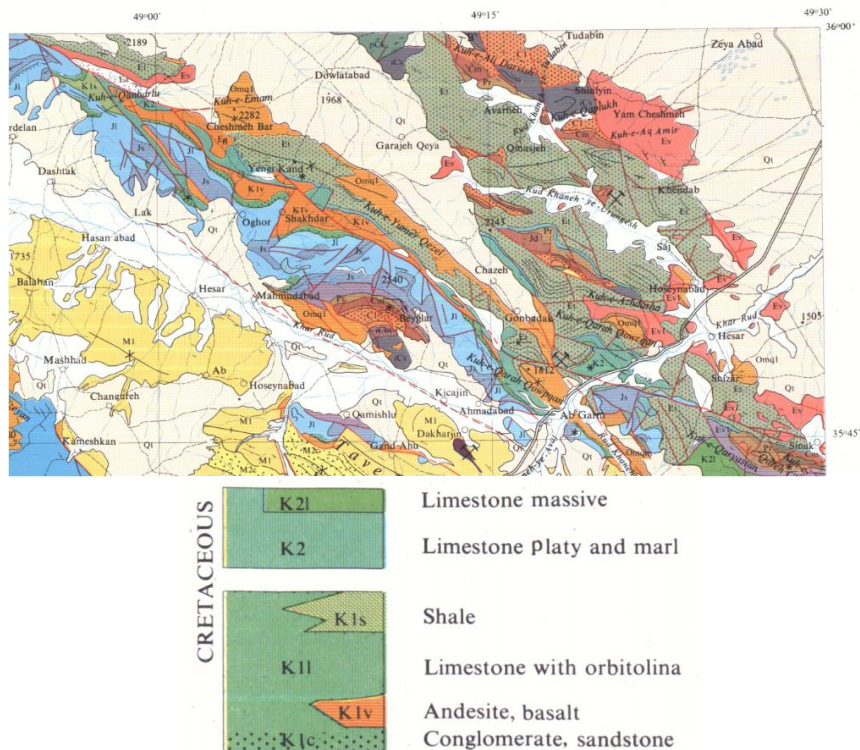


بخشی از نقشه زمین شناسی ۱ : ۲۵۰۰۰۰ شهرکرد که معرف گسترش سنگ های آتشفشانی (J2 7& J4) در بین توالی های سنگی ژوراسیک در غرب شهرکرد می باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین شناسی بخشی از قسمت میانی پهنه ساختاری سندج - سیرجان را پوشش می دهد.

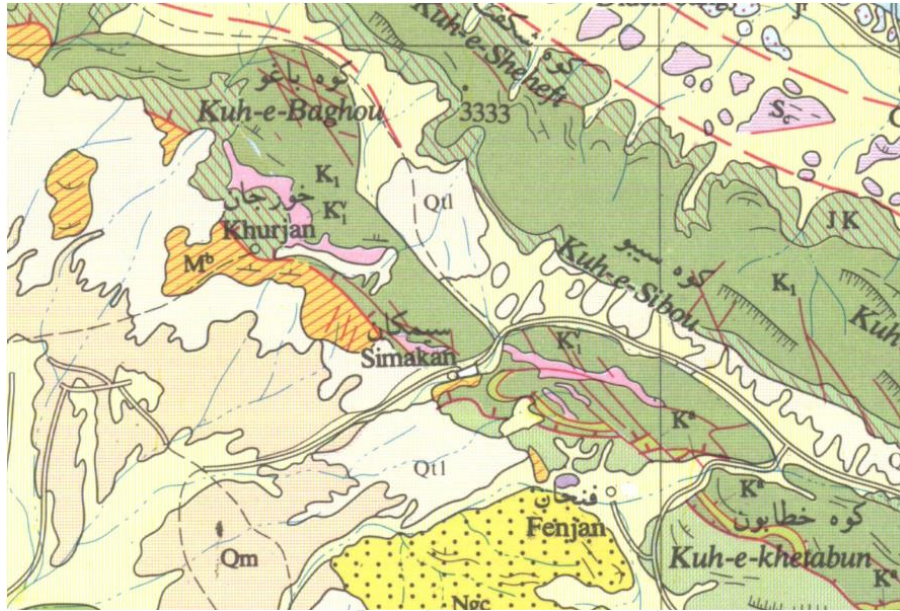




بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۲۵۰۰۰۰ : ۱ خرم آباد که معرف گسترش سنگ‌های آتشفشانی (Jv) در بین توالی های سنگی ژوراسیک در جنوب ازنا می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



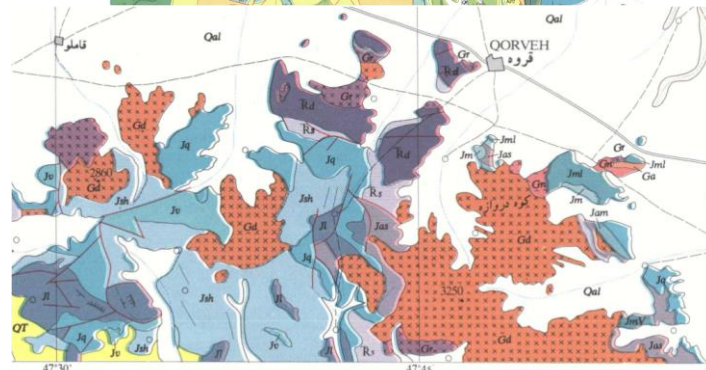
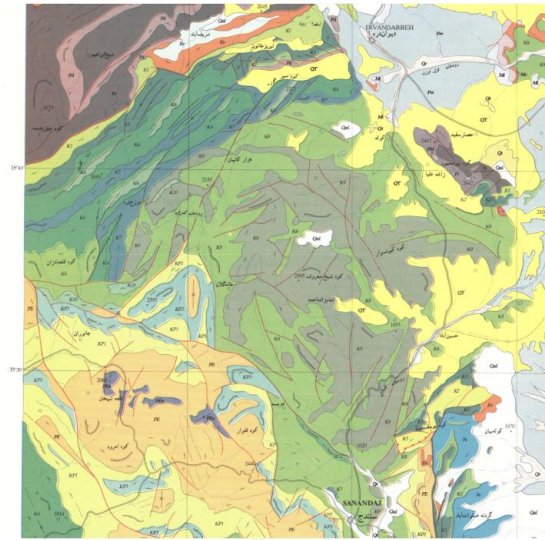
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۲۵۰۰۰۰ : ۱ کبودر آهنگ که معرف گسترش زیاد سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی های سنگی کرتاسه (K1v) در غرب و شمال غرب آوج می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی تقریباً بخش میانی تا غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



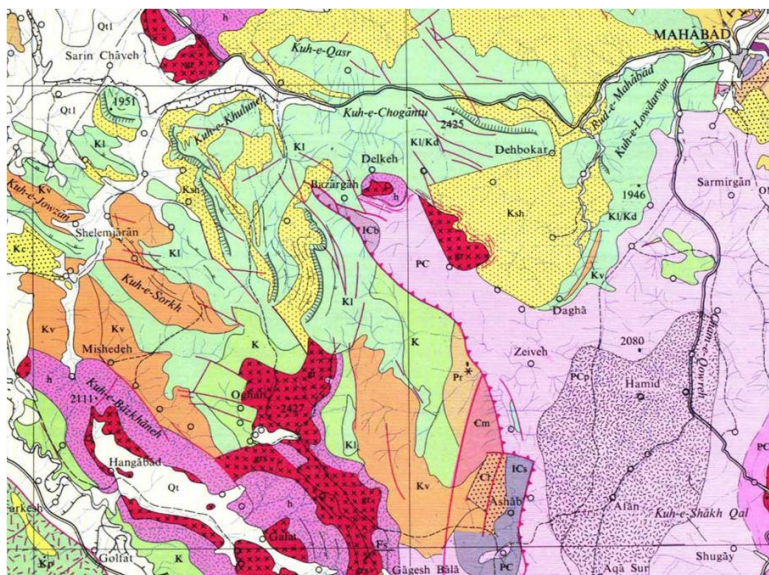
سنگ آهک خاکستری رنگ میانه لایه اوریتولین دار  
 Limestone, medium bedded, grey with orbitolina,  
 (بارمین - سنومانین)  
 (Bareman-Cenomanian).  
 گدازه و توف آندزیتی.

Andesitic lava and tuff ( $K_1^v$ )  
 فورش سنگ، شیل آهکی با سنگ آهک آواری و توف  
 (زوراسیک بالایی - پائین ترین بخش کرتاسه)  
 Siltstone, calcareous shale, with detritic  
 limestone and tuff (Upper Jurassic-  
 Lower most of Cretaceous).

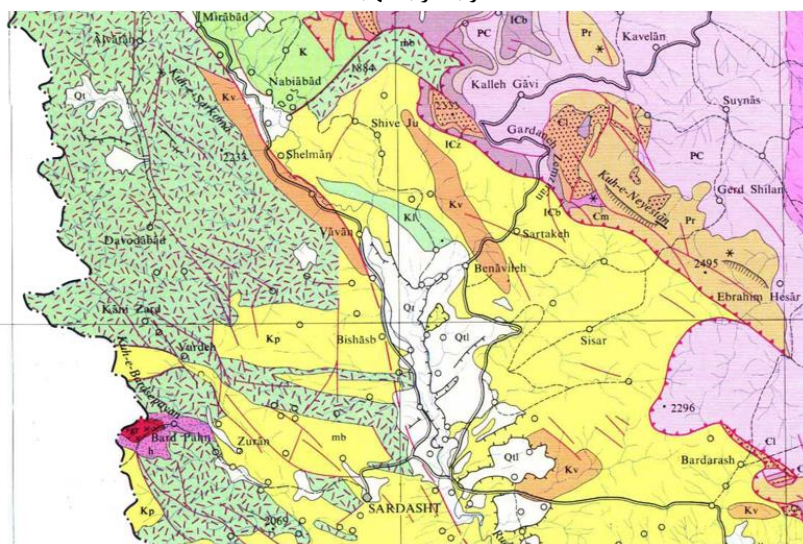
بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اقلید که معرف گسترش سنگ های آتشفشانی در بین توالی های سنگی کرتاسه ( $K_1^v$ ) (با رنگ صورتی روشن) در پیرامون سیمکان و خورجان می باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین شناسی تقریباً بخش میانی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می دهد.



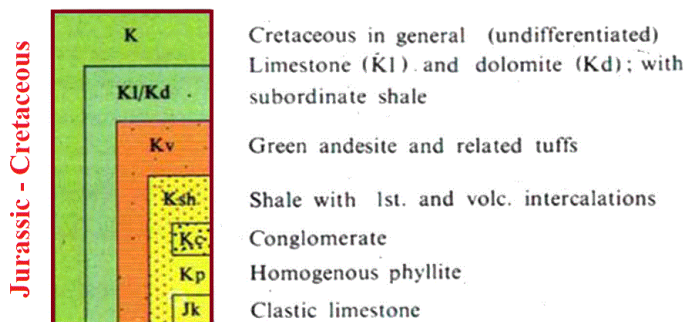
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سنندج که معرف گسترش زیاد سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی ژوراسیک (واحد J<sup>۷</sup>) در جنوب قروه و کرتاسه (واحد K<sup>۹</sup>) در حد فاصل سنندج - دیواندره می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش شمال غربی پهنا ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



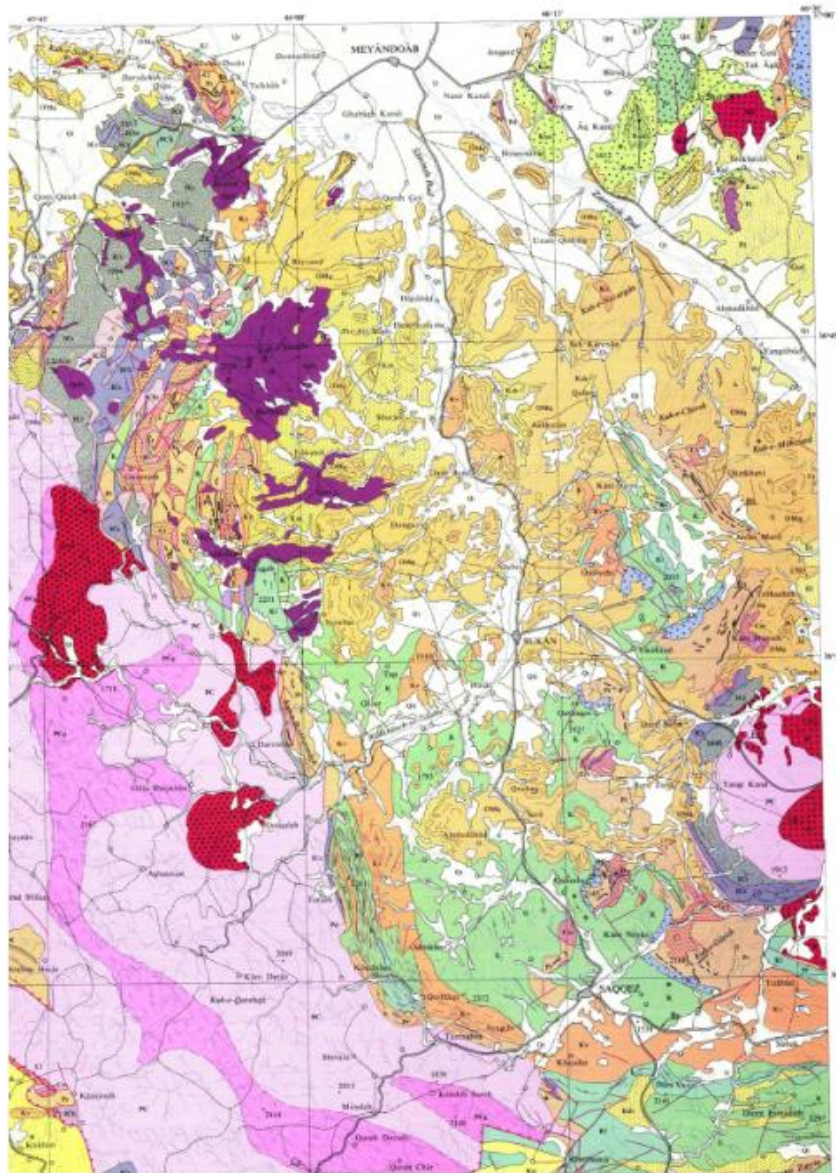
جنوب غرب مهباد (Kv)



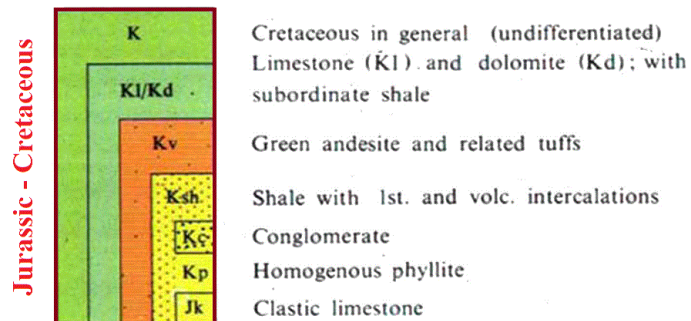
شرق و شمال سردشت (Kv)



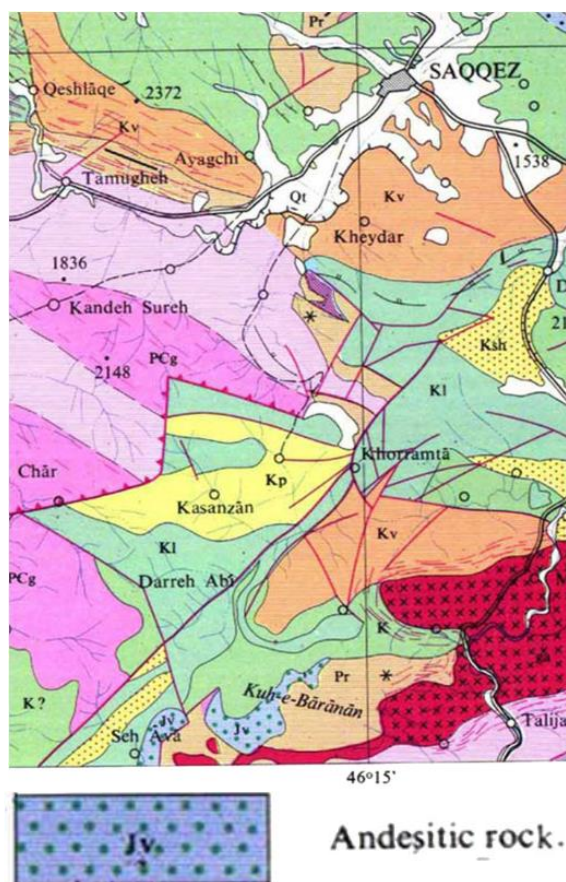
بخش‌هایی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مه‌آباد که معرف گسترش زیاد سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی کرتاسه (واحد Kv) می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش شمال غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



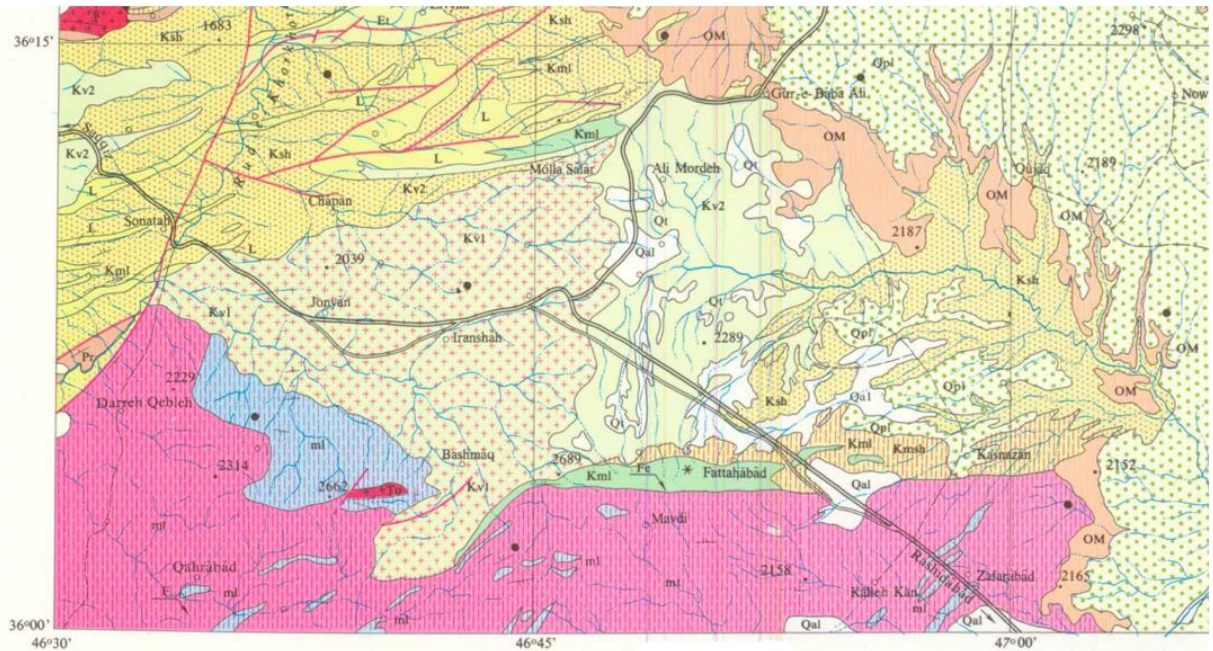
شمال سقز تا جنوب میاندوآب (Kv)



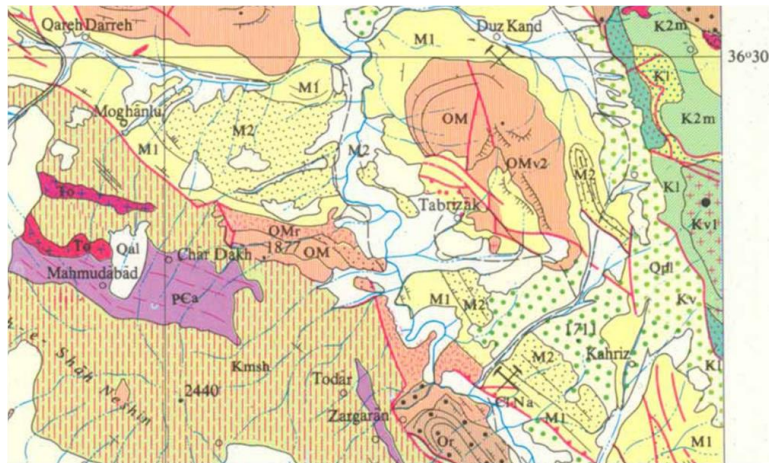
بخش دیگری از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مهاباد که معرف گسترش زیاد سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی کرتاسه (واحد Kv) می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش شمال غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



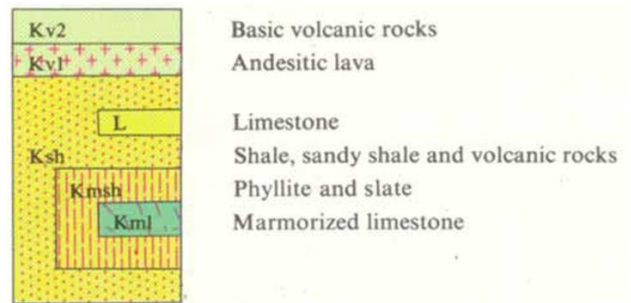
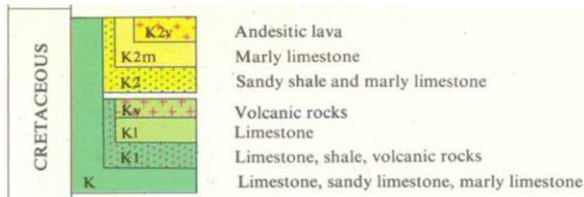
بخش دیگری از نقشه زمین‌شناسی ۱ : ۲۵۰۰۰۰ مهاباد که معرف گسترش سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی های سنگی ژوراسیک زیرین (واحد Jv) و کرتاسه (واحد Kv) در جنوب سقز (استان کردستان) می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش شمال غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.



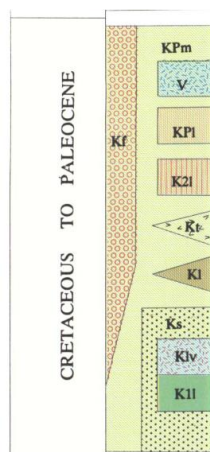
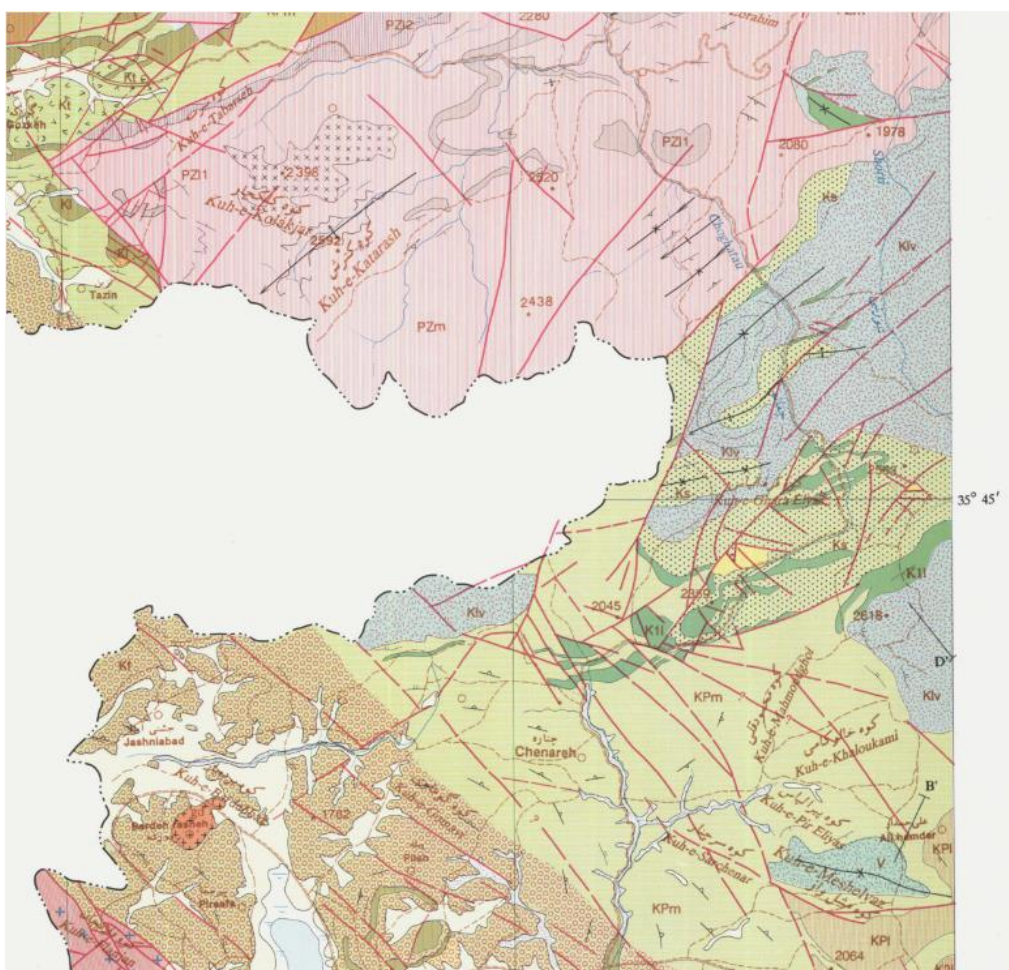
جنوب غرب تکاب - شرق سقز



شرق تکاب (قره دره)



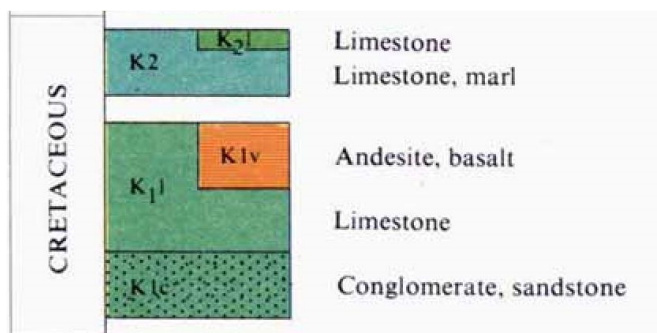
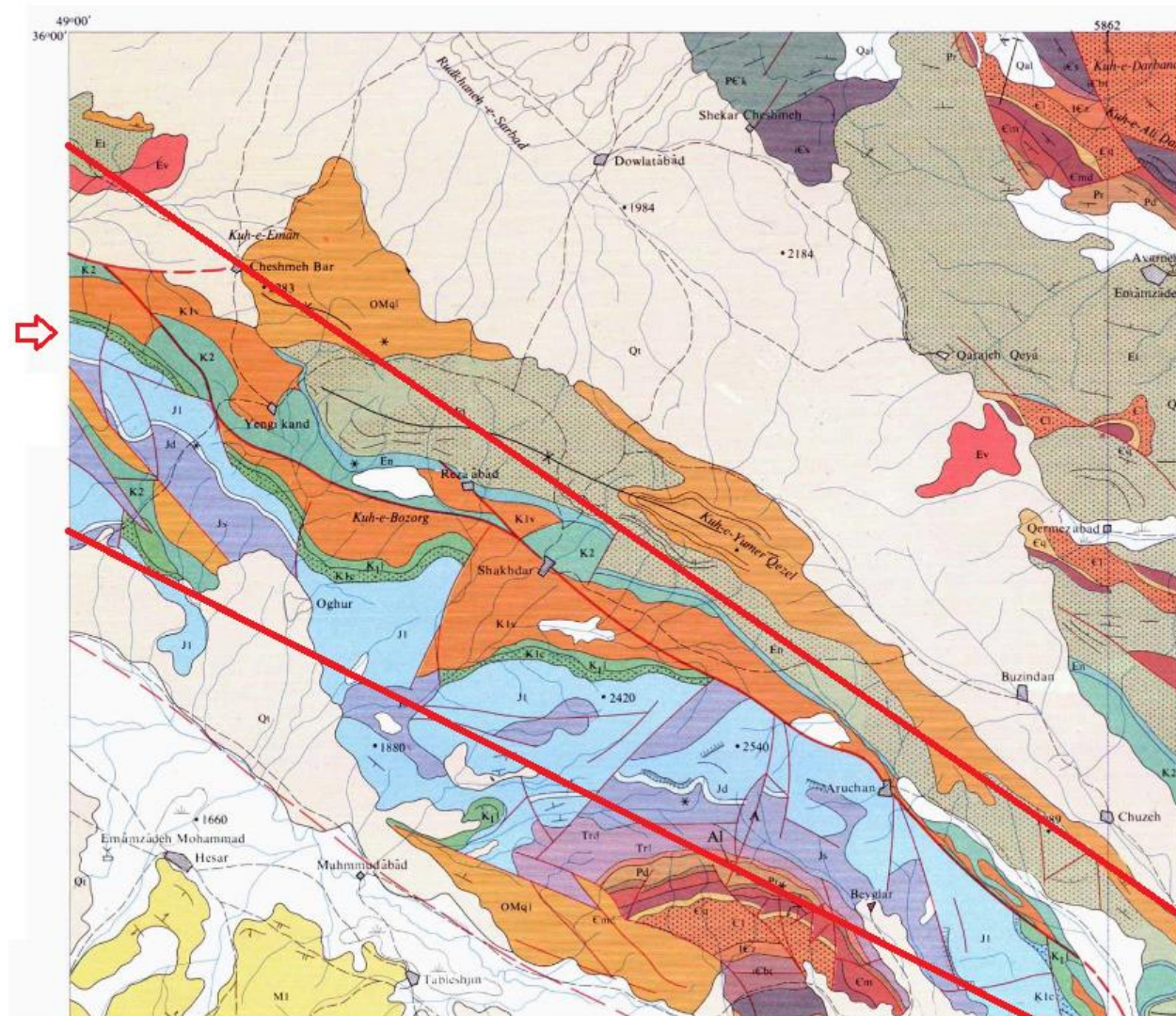
بخش‌هایی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تکاب که معرف گسترش سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی کرتاسه (واحد Kv, Kv1, Kv2) در جنوب غرب و شرق تکاب می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش شمال غربی پهله ساختاری سندنجان - سیرجان را پوشش می‌دهد.



- Low-grade metamorphics in general; mainly phyllites with minor limestone and Volcanics(kpm);Flysh type facies with turbidites(kf); دگرگونه‌های درجه پایین، بیشتر فیلیت با کمی آهک و سنگهای آتشفشانی (Kpm)؛ رخساره‌های فلیش، گونه با توربیدیت (Kf)؛
- Andesitic volcanic and pyroclastic rocks, possibly paleocene in parts; سنگهای آتشفشانی و آذرآواری اندزیتی، احتمالاً بخش‌هایی پالئوسن؛
- Bedded, light colored biomicrite, Upper Cretaceous to ? Paleocene; بیومیکریت لایه‌ای و روشن رنگ، کرتاسه بالا، بخشی ماستریختین؛
- Upper Cretaceous, partly Maestrichtian, biomicrite interfingered with phyllites; بیومیکریت لایه‌ای، متداخل با فیلیت، کرتاسه بالا، بخشی ماستریختین؛
- Submarine, intermediate pyroclastics and lavas, altered, and interbedded with shales; گدازه‌ها و آذرآواری‌های حد واسط زیر دریایی، دگرسان و لابلای شیل‌ها؛
- Crystallized limestone and marble in parts effected by late Eocene thermic events; آهک متبلور و مرمر که در بخش‌هایی با رخسادهای حرارتی الوسن تحت تاثیر قرار گرفته‌اند؛
- Shales, slates, phyllites, more or less sandy, some quartzitic beds or intercalations; شیل، اسلیت و فیلیت‌های کم و بیش ماسه‌ای با مقدری لایه‌های کوآرتزیتی؛
- Andesitic volcanic and associated pyroclastic rocks; mainly lower Cretaceous; سنگهای آتشفشانی اندزیتی و آذرآواری همراه، بیشتر کرتاسه زیرین؛
- Dark grey Orbitolina limestone; in parts, interbedded with slates or shales; آهک اوربیتولین‌دار خاکستری تیره؛ در بخش‌هایی متداخل با اسلیت و شیل؛

بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مریوان - بانه که معرف گسترش سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی کرتاسه (واحدهای V, K1V در غرب و شمال غرب مریوان می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش غربی تا شمال غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد. این منطقه در نزدیک بخش مرزی کشورهای ایران و عراق قرار دارد.

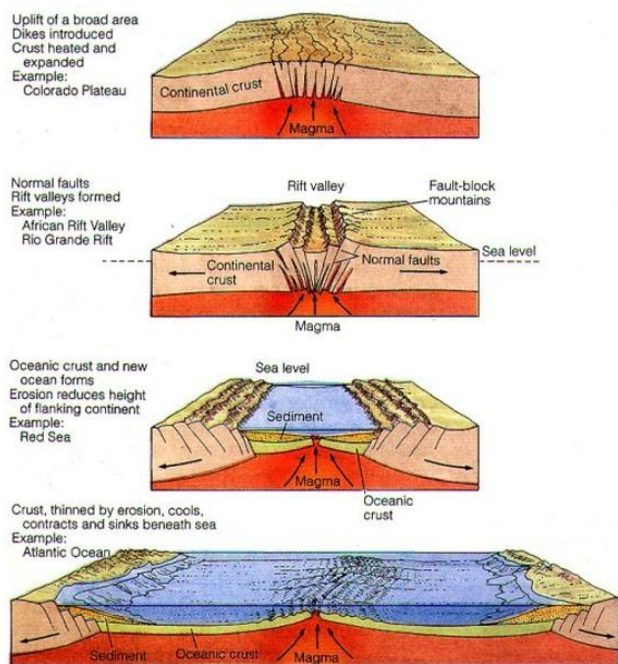




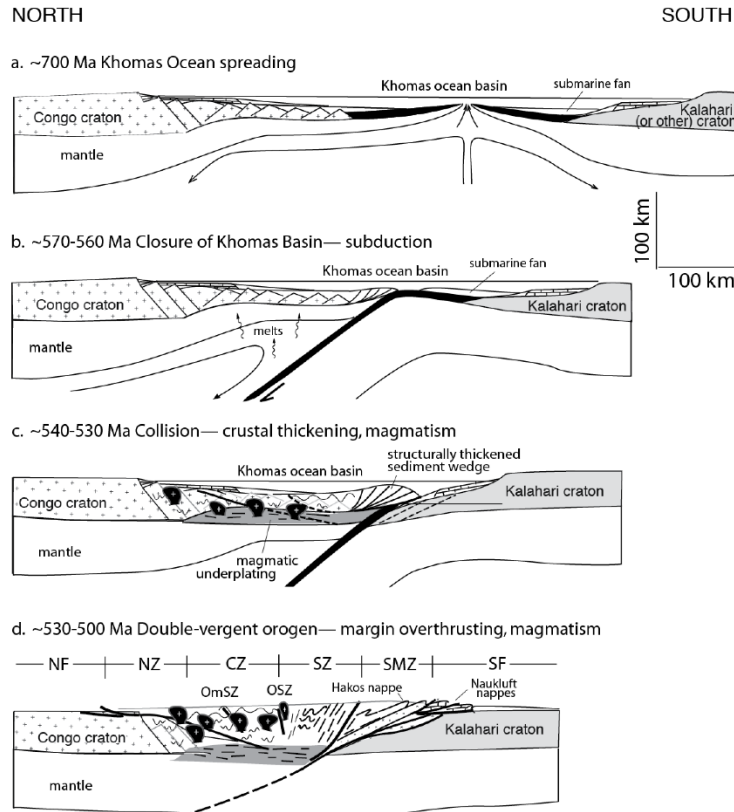
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اوج که معرف گسترش سنگ‌های آتشفشانی در بین توالی‌های سنگی کرتاسه (واحدهای K<sub>1v</sub>), در غرب و شمال غرب اوج می‌باشد. لازم به ذکر است این نقشه زمین‌شناسی بخش غربی تا شمال غربی پهنه ساختاری سنندج - سیرجان را پوشش می‌دهد.

## نوارها و مجموعه‌های افیولیتی

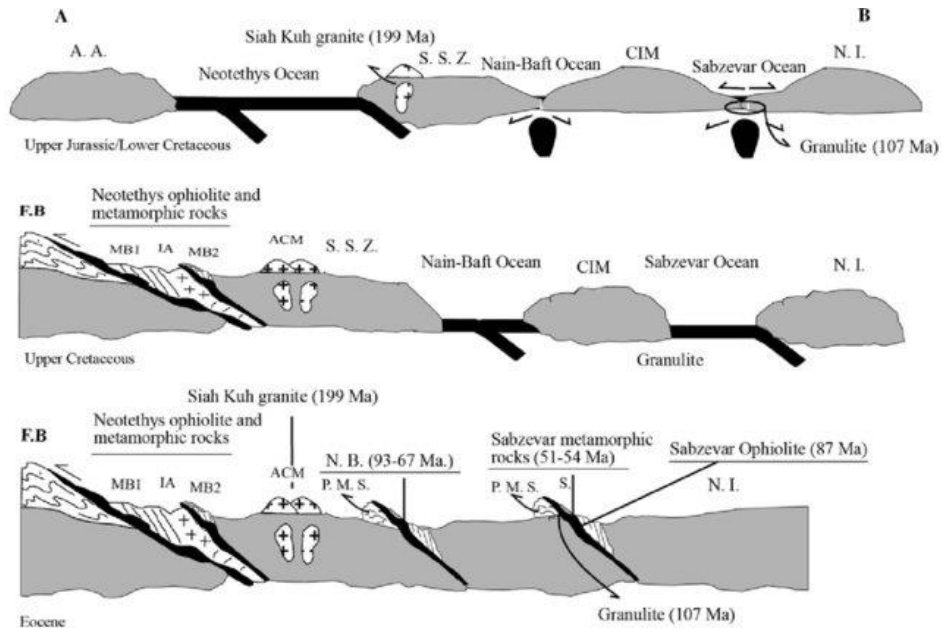
به طور کلی افیولیت‌ها بر محل بسته شدن اقیانوس‌ها منطبق هستند و در فهم تحولات زمین‌شناسی هر منطقه بسیار مهم هستند. ولی همیشه فرایند ریفت‌زایی و اقیانوس‌زایی یک فرایند کامل نیست و ممکن است در هر مرحله از دوره تکوین خود، ناتمام بماند. از این رو ممکن است در همه مناطقی که معرف بسته‌شده حوضه‌های اقیانوسی هستند توالی افیولیتی کامل نباشد. در مجموع افیولیت‌ها با حضور بقایای **لیتوسفر** گوشته‌ای و وجود سنگ‌های اولترامافیک نظیر دونیت لرزولیت، هارزبورژیت، ورلیت، پیروکسنیت شناخته می‌شوند. معمولاً توالی افیولیت را به دو بخش تقسیم می‌کنند که عبارتند از: سکانس پوسته‌ای و سکانس گوشته‌ای. سکانس پوسته‌ای معمولاً از بالا به پایین شامل آهک‌های پلاژیک، مجموعه آتشفشانی - رسوبی با ماهیت توفیتی، گدازه‌های بازالتی (بازالت‌های بالشی)، دایک‌های ورقه‌ای دیابازی، یوریت و گابروهای توده‌ای یا لایه‌ای می‌باشند. ضخامت این بخش حدود ۵ تا ۷ کیلومتر می‌باشد. سکانس گوشته‌ای شامل دونیت لرزولیت، هارزبورژیت، ورلیت، پیروکسنیت و ... می‌باشد. خط مرزی بین این دو سکانس، مرز موهو می‌باشد.



تصویری نمادین از تشکیل یک حوضه اقیانوسی از مرحله جنینی تا توسعه کامل.



فوستر و گاسکامب، ۲۰۱۳



عمرانی وهمکاران، ۲۰۱۳

تصاویری نمادین از بسته شدن یک حوضه اقیانوسی تا مرحله برخورد قاره‌ای و تشکیل افیولیت (نوارهای سیاه‌رنگ در مرحله پایینی در هر دو شکل).

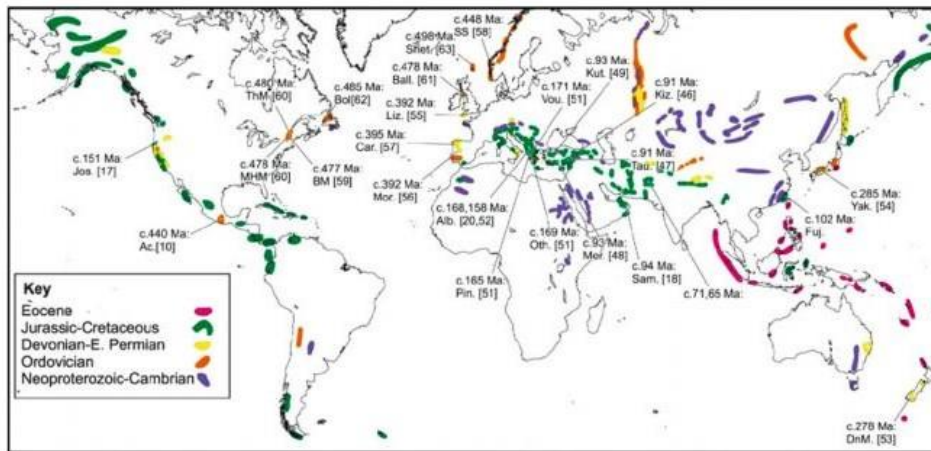


Fig. 1. Distribution of belts of Phanerozoic ophiolites cited in the text, including major Neoproterozoic and Phanerozoic occurrences. Note that ophiolites of several age pulses are represented in most belts. Scandinavian ophiolites [2], Mediterranean and western Asia ophiolite distribution [3], Central Asian ophiolites [4] apart from [5], western Pacific ophiolites [6], Uralian ophiolites [7], Alaskan ophiolites [8], western North American, Central American and Caribbean ophiolites [9] apart from [10,11], southern South American ophiolites [12,13]. Shet.: Shetland; Ball.: Ballantrae; ThM: Thetford Mines; MHM: Mont Ham Massif; Bol: Bay of Islands; BM: Boil Mountain; SS: Solund-Stavfjord; Car.: Careon; Ac.: Acatlan; Mor.: Morais; Liz.: Lizard; Yak.: Yakuno; DnM: Dun Mountain; Vou.: Vourinos; Oth.: Othris; Alb.: Albanian; Pin.: Pindos; Jos.: Josephine; Faj.: Fujian; Sam.: Samail; Kut.: Kutahya; Mer.: Mersin; Tau.: Tauride; MB: Muslim-Bagh.

Fig. 1 Distribution of ophiolite belts worldwide (from Vaughan and Scarrow 2003)

نقشه نشان دهنده پراکندگی نوارها یا مجموعه‌های افیولیتی در کل کره زمین در دوره‌های زمانی مختلف.

رنگ بنفش: نئوپروتروزوئیک - کامبرین، رنگ نارنجی: اردوویسین، رنگ زرد: دونین - پرمین پیشین، رنگ سبز: ژوراسیک - کرتاسه، رنگ قرمز - سرخابی: ائوسن (اقتباس از ووگان و اسکارو، ۲۰۰۳).

لازم به ذکر است اگرچه در این شکل، به افیولیت‌های ایران عمدتاً به دوره زمانی ژوراسیک - کرتاسه نسبت داده شده‌اند ولی در ایران افیولیت‌های مربوط به اواخر نئوپروتروزوئیک و دونین-پرمین نیز رخنمون دارند. البته فراوانی افیولیت‌های کرتاسه پسین در ایران نسبت به سایر دوره‌های زمانی به مراتب بیشتر است (در این ارتباط به شکل‌های بعدی توجه نمایید). افیولیت‌های اواخر نئوپروتروزوئیک ایران در جندق، رباط پشت بادام، ماه نشان، خوی و سرو مشاهده شده‌اند. افیولیت‌های دونین-پرمین ایران بر راستای پالتوتیس منطبق هستند و در مناطقی مانند شمال فریمان، غرب تربت جام، پیرامون مشهد، پیرامون رشت - اسالم - شاندرمن رخنمون دارند. افیولیت‌های کرتاسه پسین در پیرامون فنوج، خاش، نهبندان، بیرجند، تربت حیدریه، سبزووار، نائین، دهشیر، بافت، صحنه، هرسین، نیریز، کرمانشاه و خوی رخنمون دارند.

در ادامه تصاویر بارزی از ویژگی‌های واحدهای سنگی سازنده افیولیت‌ها و چگونگی گسترش آنها در کل کره زمین، ایران و کشورهای همجوار نشان داده شده است.

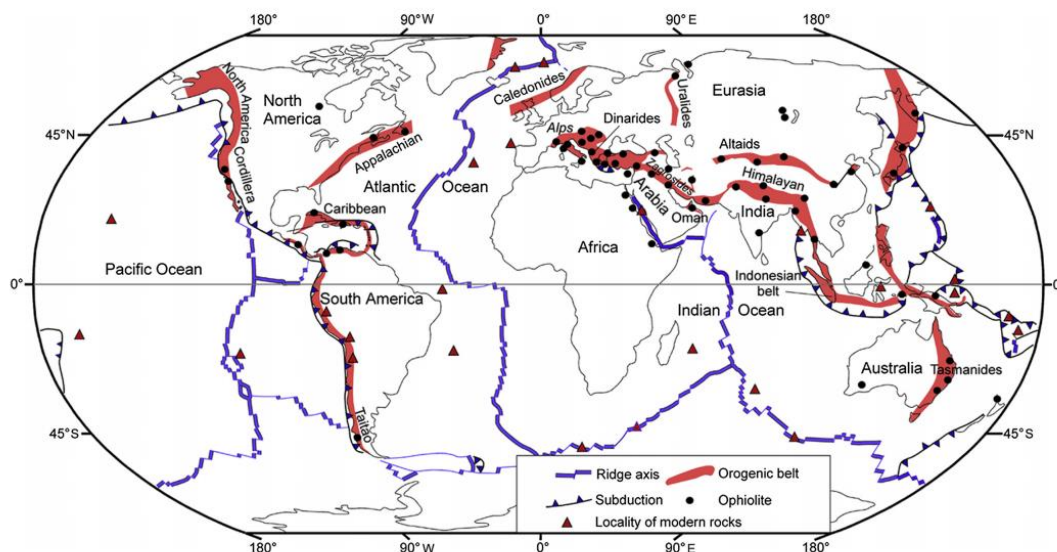
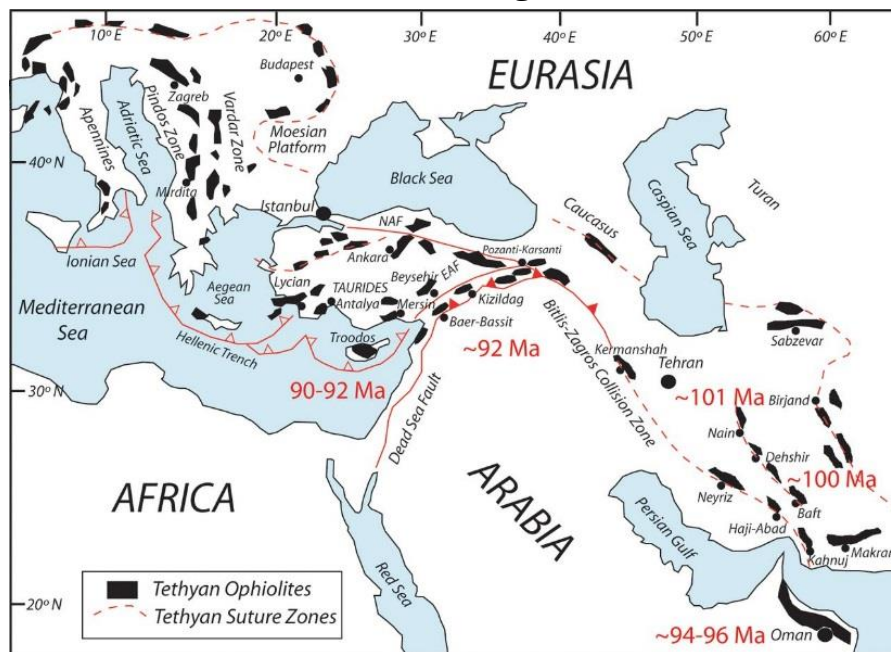
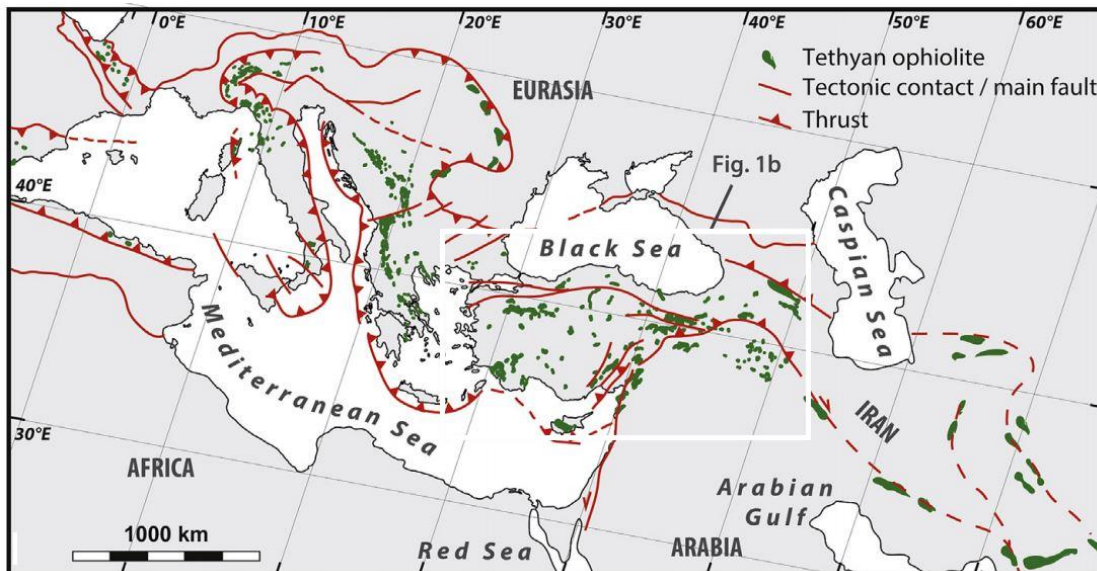


Figure 1. Global distribution of major Proterozoic and Phanerozoic orogenic belts, as well as location of ophiolites and modern rocks used in this paper (for details, see Table 1).

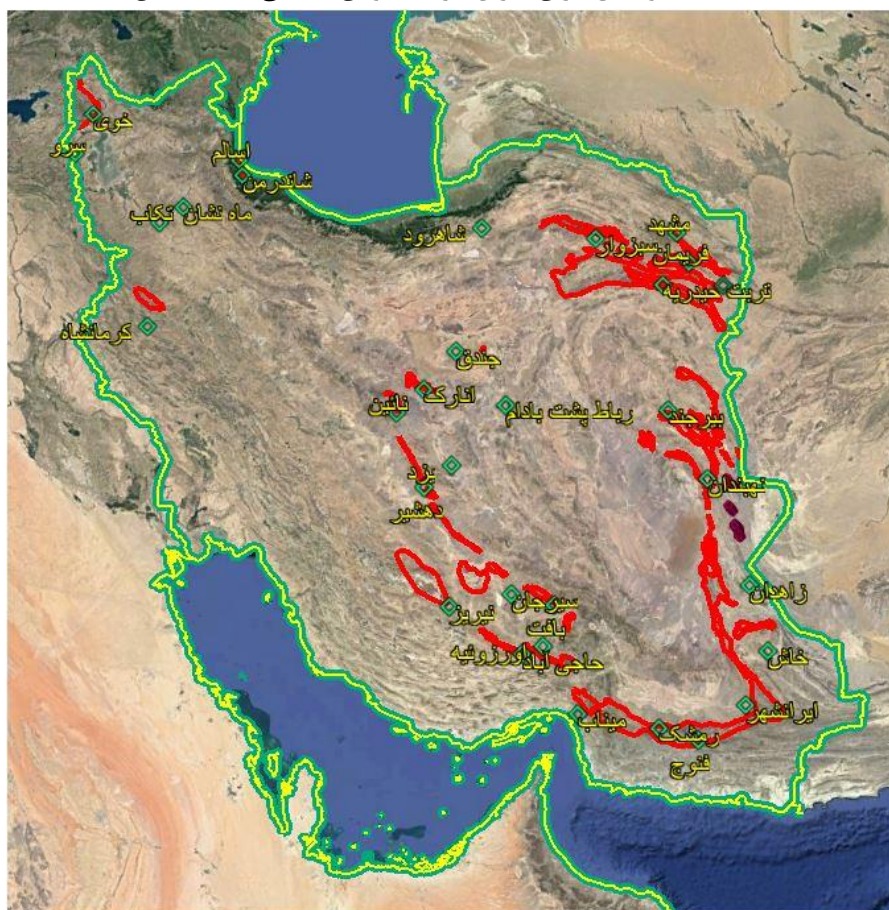
نقشه نشان دهنده پراکندگی نوارها یا مجموعه‌های افیولیتی در کل کره زمین در دوره‌های زمانی مختلف.  
 سکسانی (Sacconi)، ۲۰۱۵.



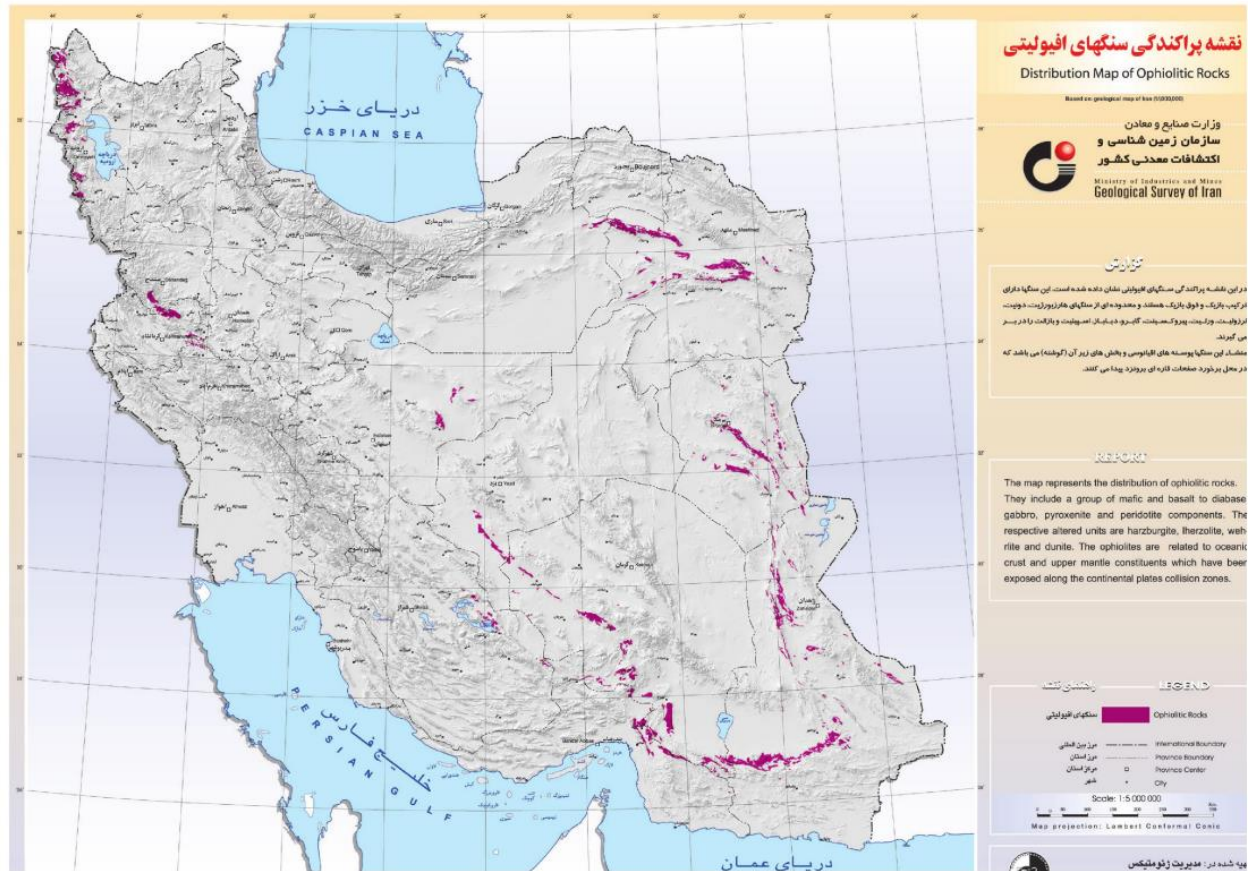
نقشه پراکندگی مجموعه‌های افیولیتی ایران و ادامه آنها در کشورهای عراق، ترکیه، یونان، رومانی و ...  
 (اقتباس از شفایی مقدم، ۲۰۱۳).



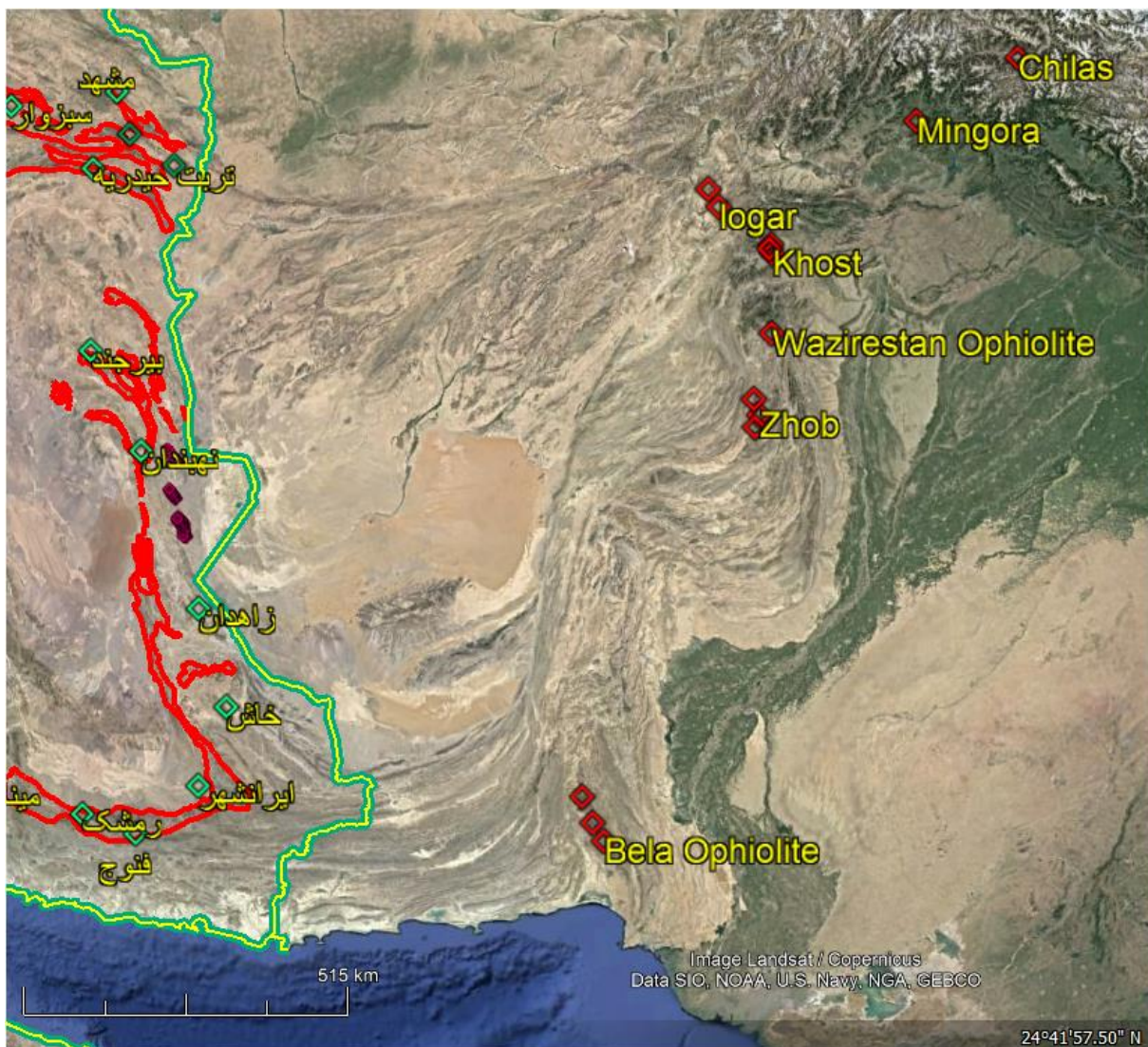
تصویر دیگری از نقشه پراکندگی مجموعه‌های افیولیتی ترکیه و ادامه آنها در کشورهای ایران، عراق، ترکیه، یونان، رومانی و ... (اقتباس از ؟).



تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده مجموعه‌ها یا نوارهای افیولیتی ایران.

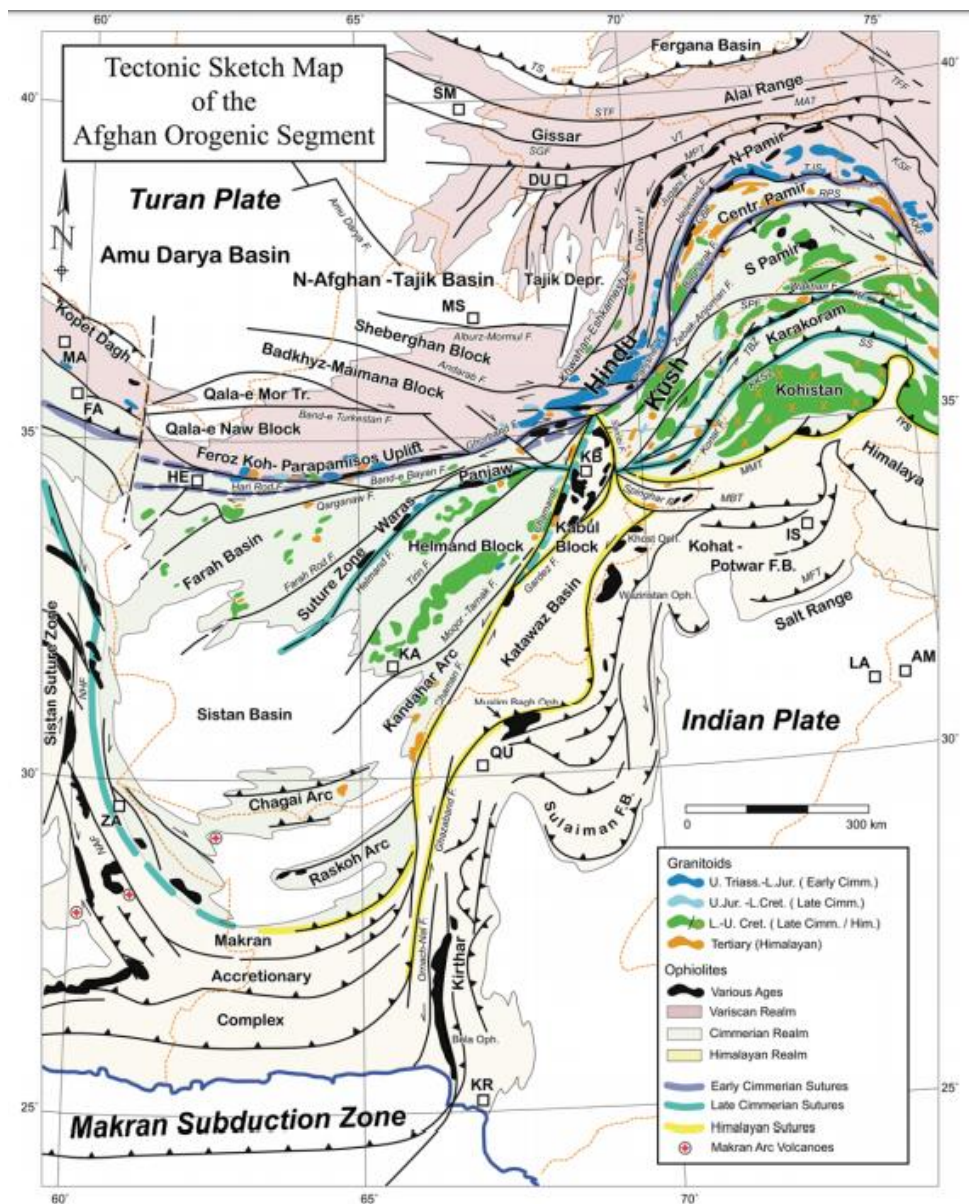


نقشه پراکنندگی مجموعه ها یا نوارهای افیولیتی شرق ایران  
(اقتباس از انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور).



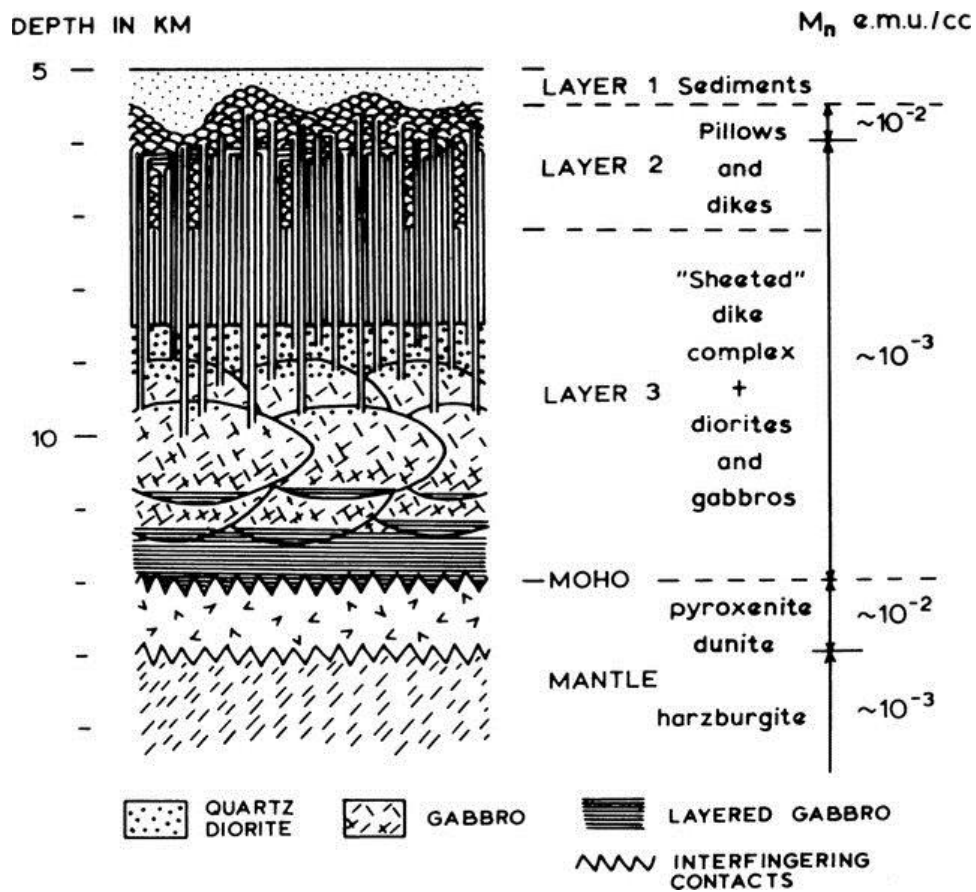
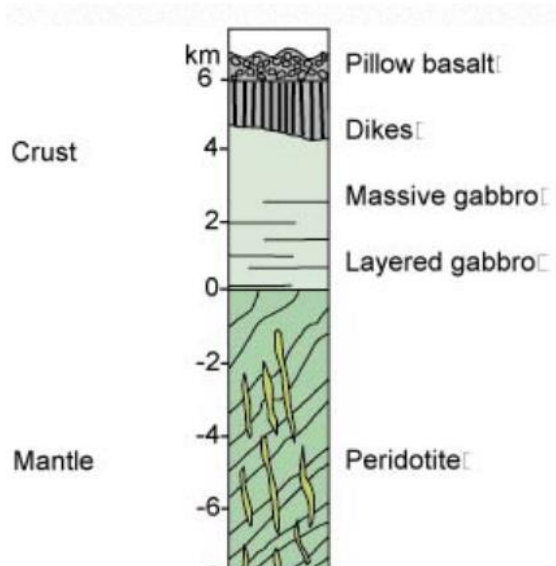
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده مجموعه‌ها یا نوارهای افیولیتی شرق ایران و پاکستان و افغانستان.



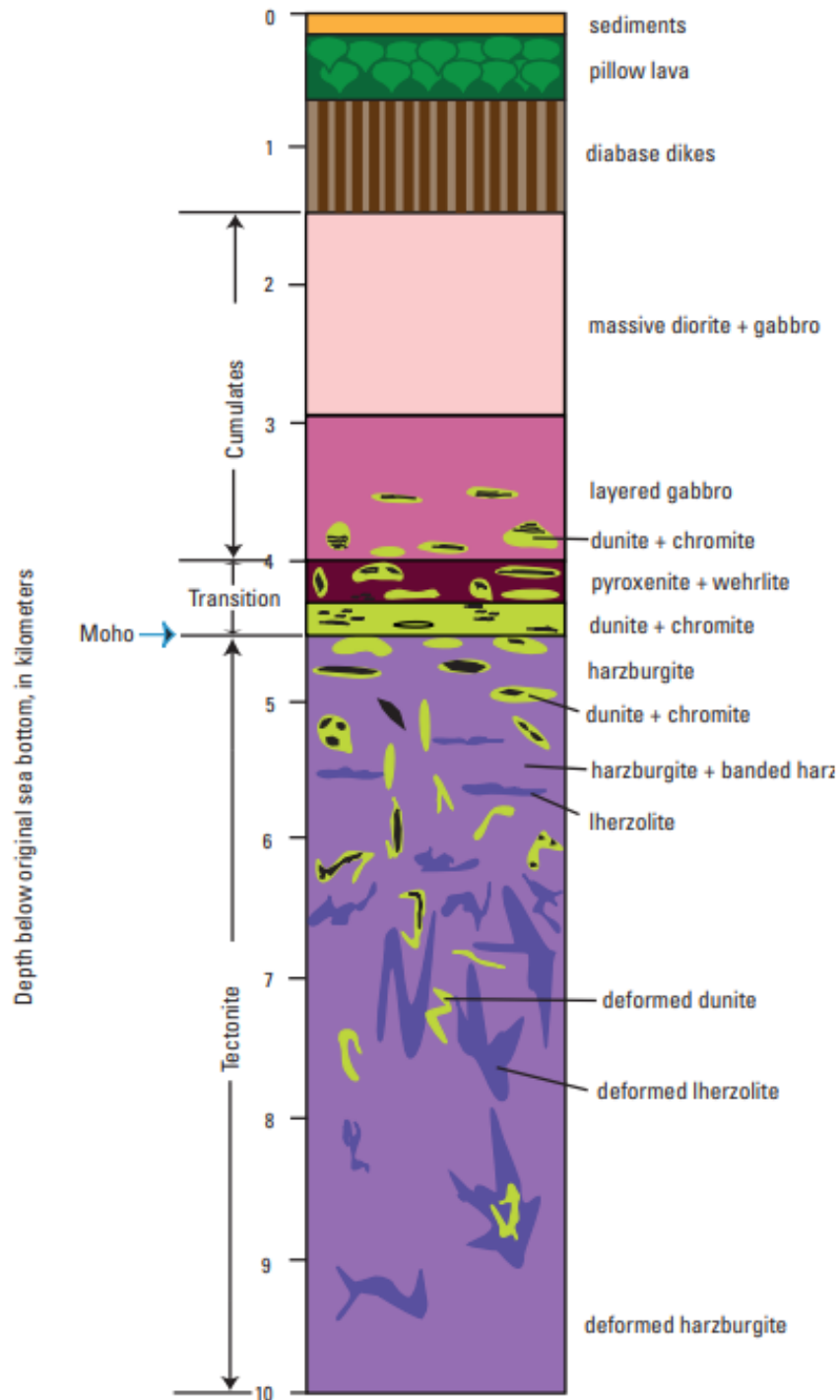


Tectonic sketch map of the Afghan orogenic segment, compiled from: Wolfart & Wittekindt (1980), Timul *et al.* (1983), Boulin (1988, 1990), Baud & Stampfli (1989), Bender & Raza (1995), Badshah *et al.* (2000), Schwab *et al.* (2004), Ulmishek (2004), Doebrich & Wahl (2006), Abdullah & Chmyriov (2008), Haghypour (2009), Cowgill (2010), Aghanabati & Ghorbani (2011), Schmidt *et al.* (2011), Zanchi & Gaetani (2011), Robinson *et al.* (2012), Angiolini *et al.* (2013) and Zanchetta *et al.* (2013). CBF, Central Badakhshan/Vanch Akbaytal Fault; KF, Kilik Fault; KKF, Karakoram Fault; KKSZ, Karakoram–Kohistan Suture Zone; KSF, Kongur Shan Fault; MAT, Main Alai Thrust; MBT, Main Boundary Thrust; MFT, Main Frontal Thrust; MMT/IYS, Main Mantle Thrust/Indus–Yarlung Suture; MPT, Main Pamir Thrust; NAF, Nostratabad Fault; NHF, Nehbandan Fault; RPS, Rushan Pshart Suture; SGF, South Gissar Fault; SPF, South Pamir Fault; SS, Shyok Suture; STF, Scytho–Turanian Fault; TBZ, Tirich Mir Boundary Zone; TFF, Talas–Fergana Fault; TJS, Tanymas–Jinsha Suture; TS, Turkestan Suture; VT, Vakhsh Thrust.

نقشه زمین‌شناسی نشان دهنده ساختارهای تکتونیکی بزرگ مقیاس شرق ایران و کشورهای افغانستان، پاکستان، هند و چین، همراه با مجموعه‌ها یا نوارهای افیولیتی آنها (مناطق تیره رنگ). این افیولیت‌ها بر محل بسته شدن نئوتتیس در کرتاسه پسین منطبق می‌باشند. سن کرتاسه پسین در واقع جوانترین سنی است که از واحدهای رسوبی آنها نظیر رادیولاریت‌ها و آهک‌های پلاژیک به دست آمده است و در مواردی نیز بر تعیین سن پلاژیوگرانیت‌ها استوار می‌باشد.

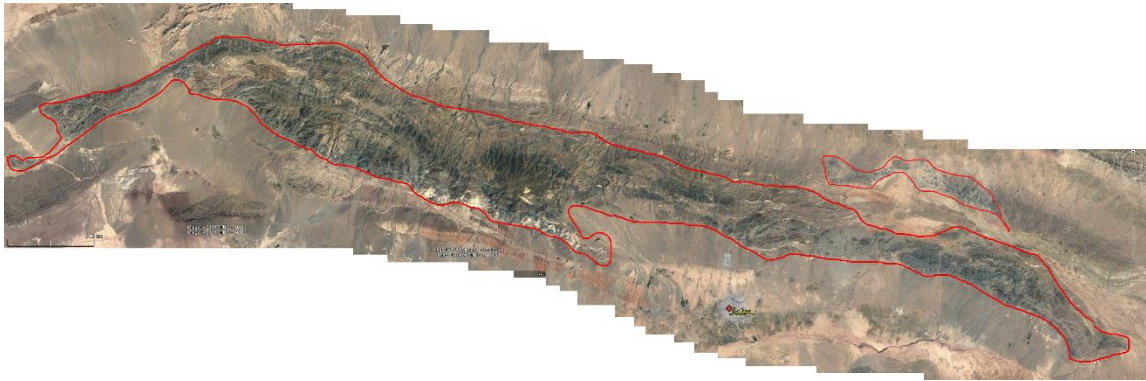


مدل شماتیک نشان دهنده ستون چینه‌شناسی یا سنگ‌شناسی یک مجموعه افیولیتی منظم یا کلاسیک.



**Figure 3.** Generalized stratigraphic column of an ophiolite sequence showing the zones with their lithologies and the distribution of podiform chromite (black blebs) (modified after Dickey, 1975; Laurent and Kacira, 1987; and Leblanc, 1987).

تصویری دیگر از مدل شماتیک نشان دهنده ستون چین‌شناسی یا سنگ‌شناسی  
 یک مجموعه افیولیتی منظم یا کلاسیک.



تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده گسترش نوار افیولیتی سبزوار. طول این نوار حدود ۱۹۰ کیلومتر است و حداکثر پهنای آن نیز به حدود ۲۰ کیلومتر می‌رسد. موقعیت شهر سبزوار در این تصویر نشان داده شده است.



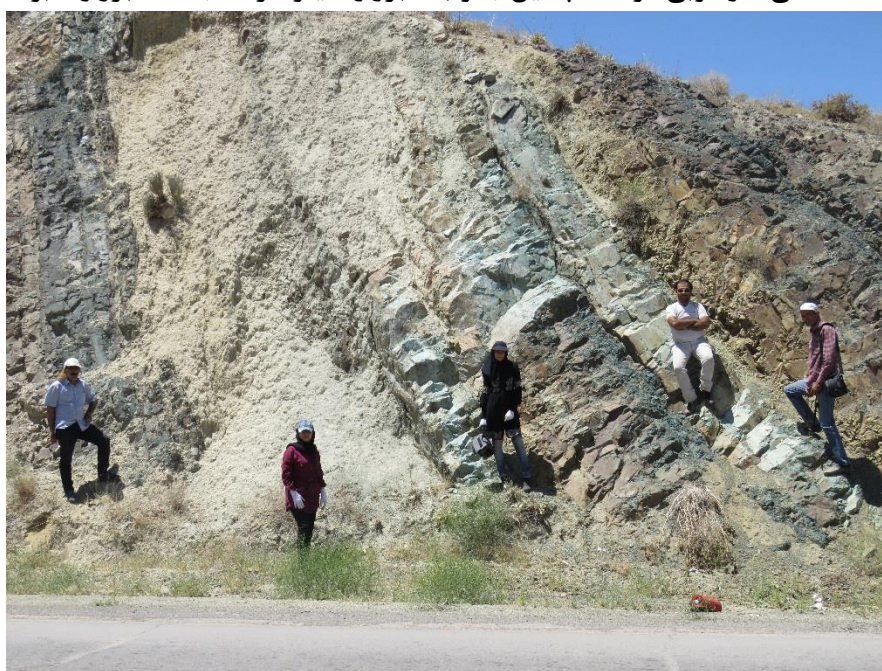
دورنمایی از توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار، پیرامون روستای فضل آباد. بخش روشن بالایی آهک های نازک لایه پلاژیک می باشند. این لایه های آهکی تقریباً جوانترین و بالاترین افق این توالی آتشفشانی رسوبی را به خود اختصاص می دهند.



دورنمایی از توالی آتشفشانی - رسوبی متشکل از لایه های متناوب توفیت و گدازه (افق های با مورفولوژی برجسته تر) متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار، پیرامون روستای لندران.



دورنمایی از توالی آتشفشانی - رسوبی متشکل از لایه‌های متناوب توفیت‌های ارغوانی، سبز و خاکستری متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار، کیلومتر ۹۰ جاده سبزوار - بردسکن.



دورنمایی از توالی آتشفشانی - رسوبی متشکل از لایه‌های متناوب توفیت‌های سبز و خاکستری رنگ متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار، کیلومتر ۹۰ جاده سبزوار - بردسکن.



تصویری از گدازه‌های بالشی بازالتی موجود در توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار،  
کیلومتر ۹۰ جاده سبزوار - بردسکن.



نمای نزدیکی از گدازه‌های بالشی بازالتی موجود در توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار،  
کیلومتر ۹۰ جاده سبزوار - بردسکن.



جنوب روستای آنون - جنوب بافت (منطقه اسفندقه کرمان)



مجموعه افیولیتی بیرجند (جنوب بیرجند - جاده مزار)



تصویری از گدازه‌های بالشی بازالتی در حاشیه جاده سیزوار - سلطان آباد بعد از روستای باغجر (سمت غرب جاده).  
به ساختار بالشی بسیار زیبا در این رخنمون توجه نمایید.

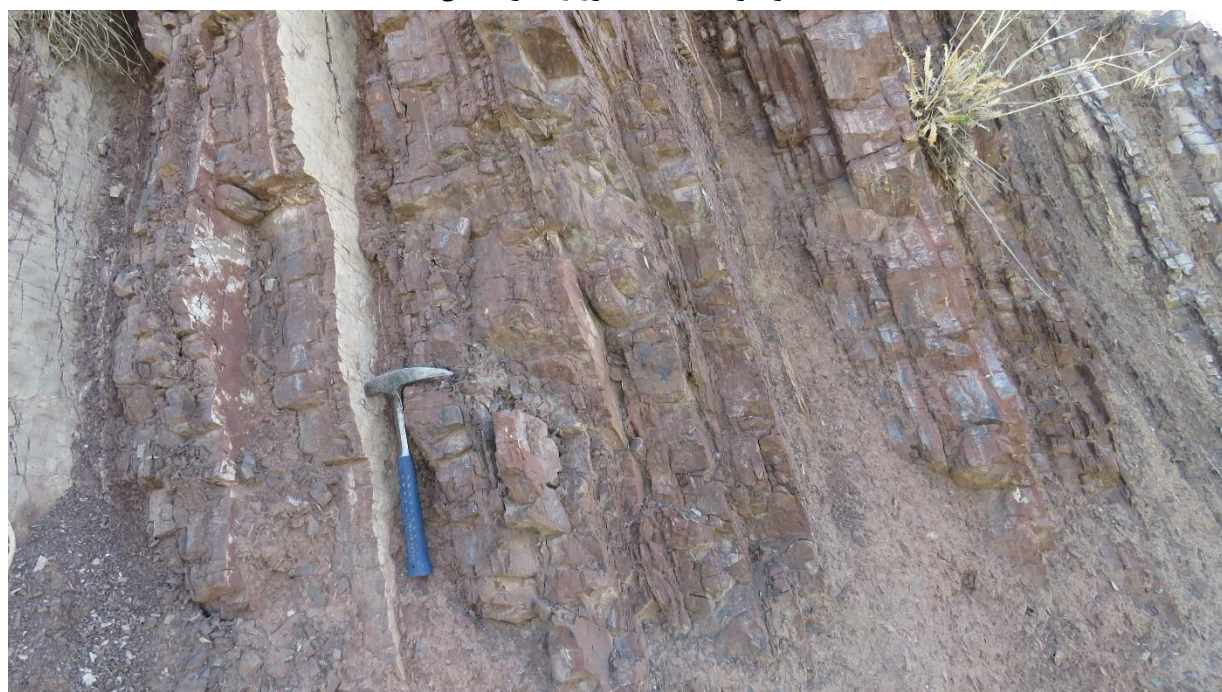




تصویری از گدازه‌های بالشی بازالتی در شمال کوه بی بی مریم وابسته به مجموعه افیولیتی کرتاسه پسین نهبندان که گدازه‌های بازالتی بالشی آن، ساختی شبیه به پسته‌های خندان (دهان باز) نشان می‌دهند. این ساخت بسیار زیبا است و تاکنون کمتر گزارشی از این نوع گدازه‌های بازالتی بالشی منتشر شده است.



تصویری از توربیدایت‌های موجود در توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار،  
 کیلومتر ۹۰ جاده سبزوار - بردسکن.



نمایی از توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار، کیلومتر ۹۰ جاده سبزوار - بردسکن.  
 در این تصویر توقیت‌های شیلی و ماسه‌ای با رنگ ارغوانی و سبز دیده می‌شوند.



نمایی نزدیکی از توفیت‌های سبزرنگ متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار.  
شمال روستای فضل آباد



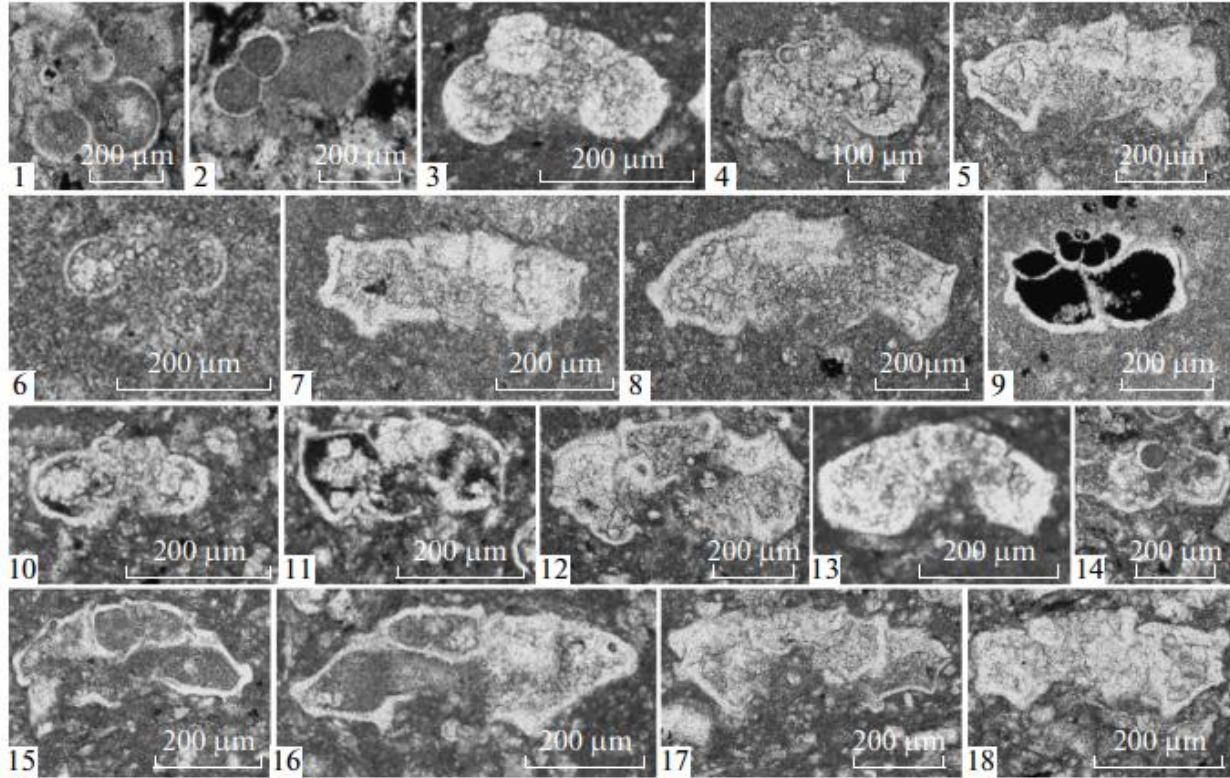
نماهای نزدیکی از آهک‌های پلاژیک قرمز- ارغوانی متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین میلوئیه،  
شمال شرق سیرجان. درزه‌ها و شکستگی‌ها توسط رگه‌های کلسیتی سفید رنگ پر شده‌اند. در تصویر سمت چپ  
لایه‌بندی بسیار نازک یا لامیناسیون این سنگ‌ها به وضوح دیده می‌شود.



دورنمایی از آهک های نازک لایه پلاژیک کرم رنگ در جنوب روستای فضل آباد متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار. به ضخامت نسبتاً زیاد و چین خوردگی شدید این واحد سنگی توجه نمایید.



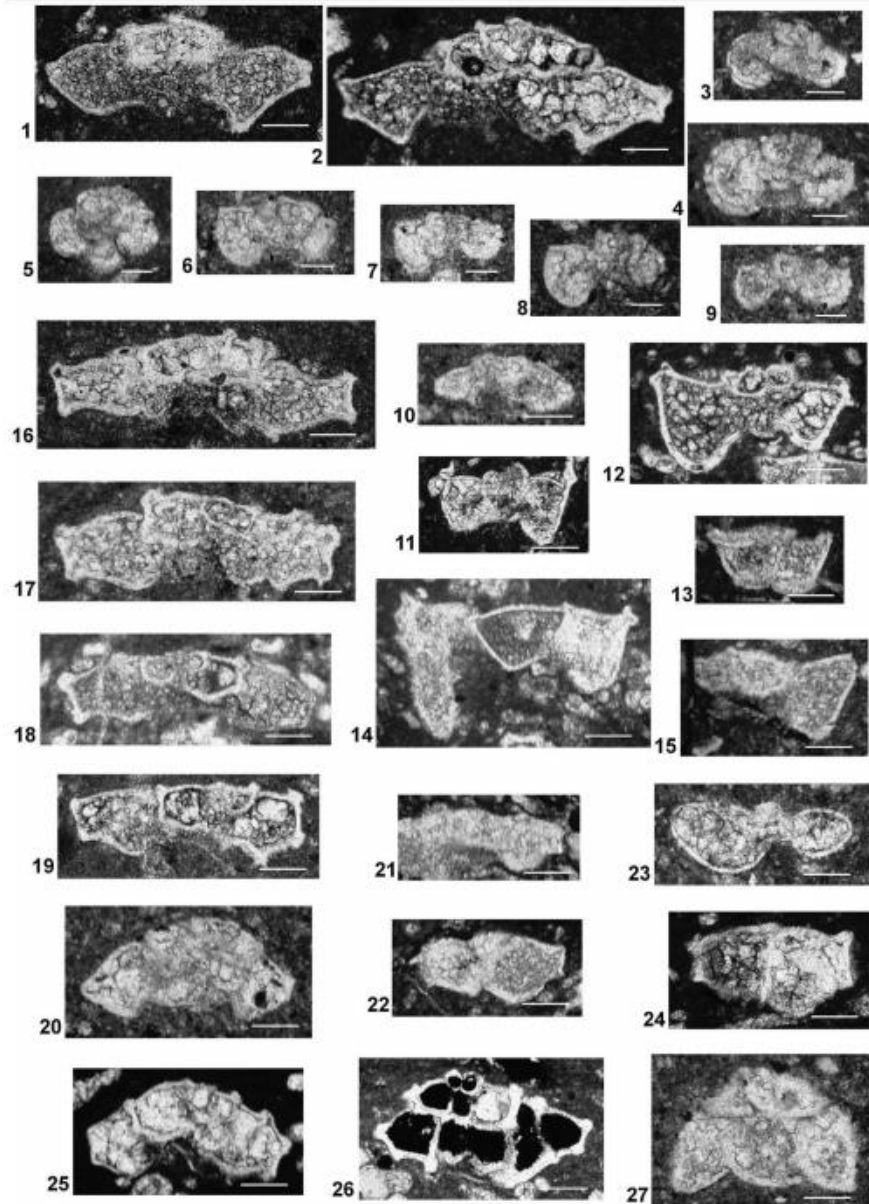
نمایی نزدیکی از آهک های نازک لایه پلاژیک در جنوب روستای فضل آباد متعلق به توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار. به چین خوردگی شدید سنگ ها توجه نمایید.



Late Cretaceous (late Turonian–Coniacian) planktonic foraminifera obtained from pelagic limestones of Çatak 1 section: (1) *Hedbergella* sp., sample ÇTK1-L; (2) *Hedbergella* sp., sample ÇTK1-L; (3) *Hedbergella planispira* Tappan, 1940, sample ÇTK1-M; (4) *Marginotruncana* sp., sample ÇTK1-M; (5) *Marginotruncana* cf. *coronata* (Bolli, 1945), sample ÇTK1-M; (6) *Hedbergella* sp., sample ÇTK1-N; (7) *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967, sample ÇTK1-N; (8) *Marginotruncana coronata* (Bolli, 1945), sample ÇTK1-N; (9) *Archaeoglobigerina* sp., sample ÇTK1-N; (10) *Praeglobotruncana* sp., sample ÇTK1-Ö; (11) *Praeglobotruncana* sp., sample ÇTK1-Ö; (12) *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967, sample ÇTK1-Ö; (13) *Praeglobotruncana* sp., sample ÇTK1-P; (14) *Praeglobotruncana* sp., sample ÇTK1-P; (15) *Marginotruncana coldreienensis* (Gandolfi, 1957), sample ÇTK1-P; (16) *Marginotruncana sigali* (Reichel, 1950), sample ÇTK1-P; (17) *Marginotruncana* cf. *coronata* (Bolli, 1945), sample ÇTK1-O; (18) *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967, sample ÇTK1-O.

STRATIGRAPHY AND GEOLOGICAL CORRELATION Vol. 24 No. 2 2016

تصاویری از فرامینیفرهای پلانکتونیک کرتاسه پایانی (پیسن) بدست آمده از آهک‌های پلاژیک کاتاک (ترکیه)  
(تورک اوز و همکاران، ۲۰۱۶).



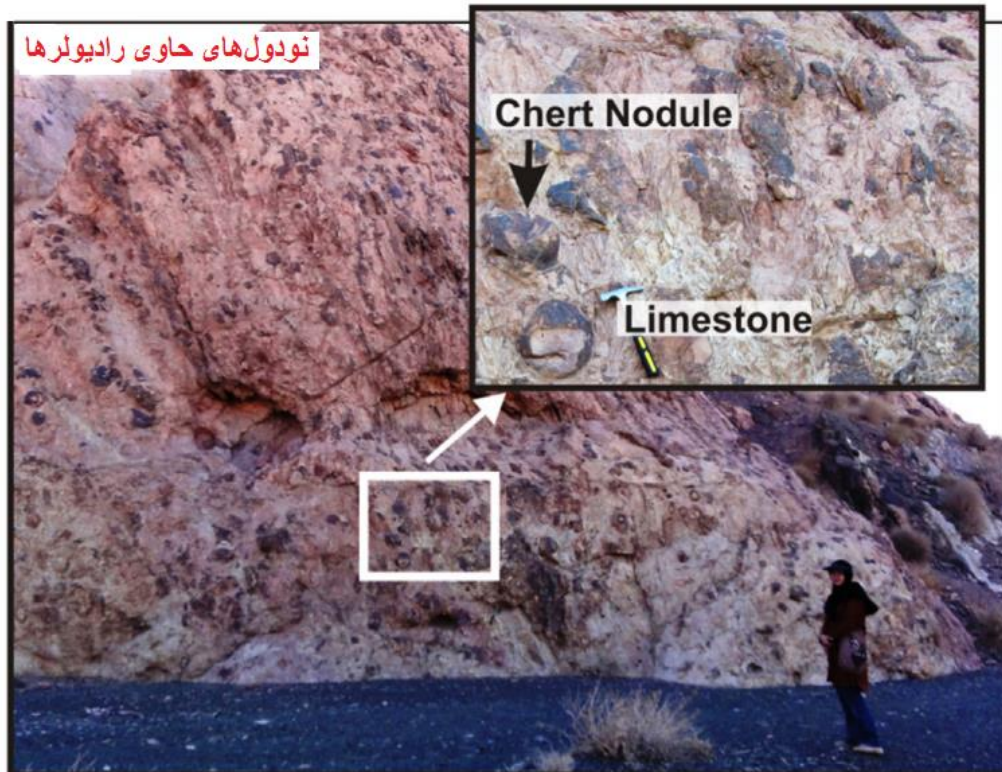
Thin section photomicrographs of some important microfossils from the Upper Cretaceous pelagic limestones (samples 1207, 2658, and 3617) and from the Araç formation (samples 2454, 3397, 3410, and 2411). Scale bar is 0.1 mm. (1 and 2) *Marginotruncana renzi* (Gandolfi, 1942) 2658B. (3 and 4) *Whiteinella praehelvetica* (Trujillo, 1960) 3397C. (5) *Whiteinella paradubia* (Sigal, 1952) 3397C. (6–9) *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli, 1945) 3410. (10) *Dicarinella algeriana* (Caron, 1966) 3410. (11, 14, and 15) *Dicarinella asymetrica* (Sigal, 1952) (11) 2658I, (14) 3617B, and (15) 2454E. (12 and 13) *Dicarinella concavata* (Brotzen, 1934) (12) 3617B and (13) 2658A. (16) *Marginotruncana coronata* (Bolli, 1945) 2658B. (17–19) *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno, 1967) (17) 2658A, (18) 3617B, and (19) 2658B. (20) *Marginotruncana schneegansi* (Sigal, 1952) 3410. (21 and 22) *Dicarinella primitiva* (Dalbiez, 1955) 3411. (23) *Hedbergella flandrini* (Porthault, 1970) 1207A. (24) *Globotruncana bulloides* (Vogler, 1941) 2658F. (25 and 26) *Globotruncana arca* (Cushman, 1926) (25) 2658E and (26) 2658I. (27) *Praeglobotruncana gibba* (Klaus, 1960) 3410.

مقطع نازک برخی از میکروفسیل‌های مهم آهک‌های پلاژیک کرتاسه بالایی مربوط به کشور ترکیه

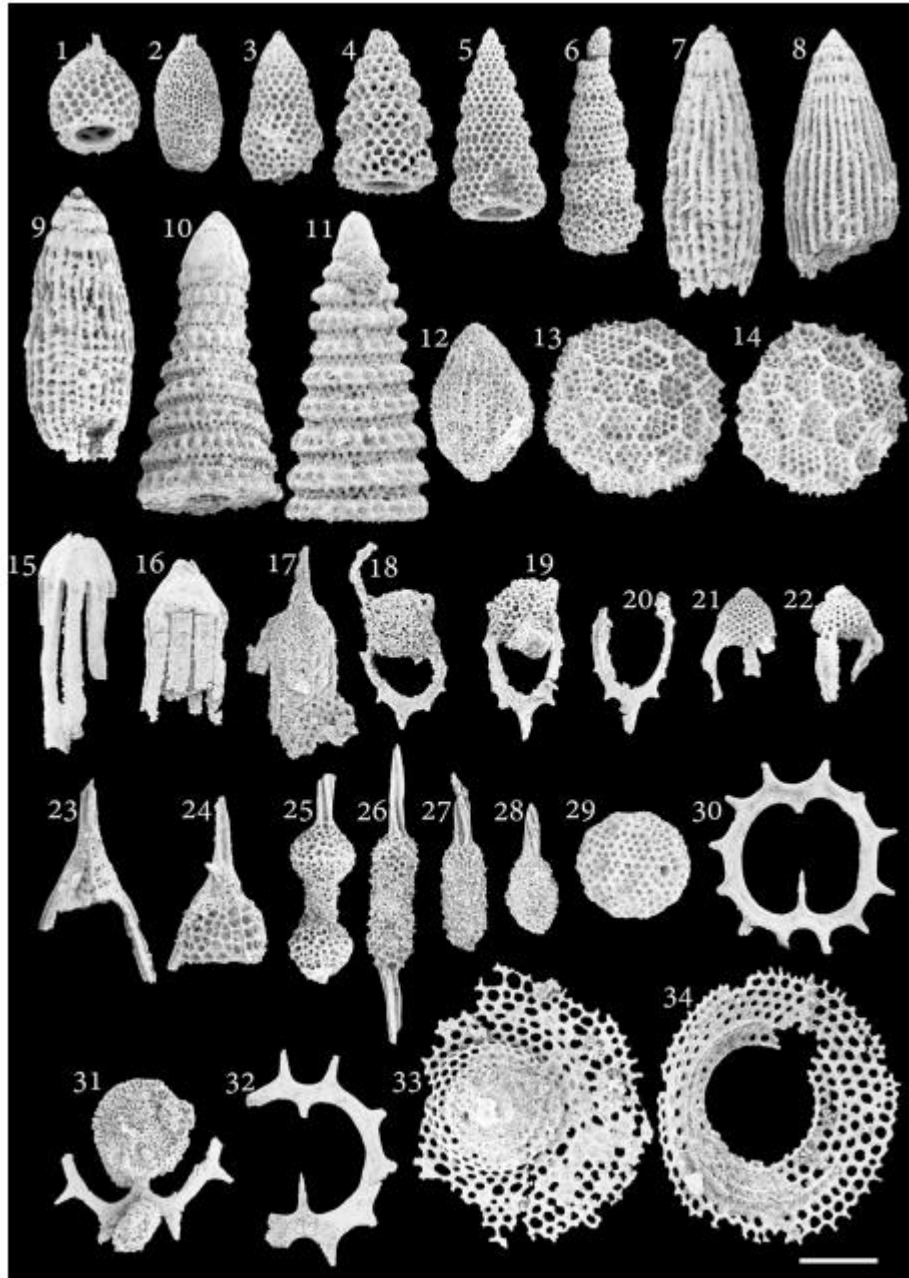
(اوکای و همکاران، ۲۰۱۳)



تصویر زیبایی از چرت‌های رادیوار دارنازک لایه چین خورده وابسته به افیولیت‌های کشور عمان.



تصویری از نودول‌های چرتی رادیولرداردرون آهک‌های پلاژیک شمال چاه لوقه (منطقه عشین)



**Fig. 3.** Scanning electron photomicrographs of radiolarians in chert nodule sample A138 from the Ashin Ophiolite: (A) (1) *Rhopalosyringium hispidum* O'Dogherty (GPEM 150401); (2) ? *Phalangites telum* O'Dogherty (GPEM 150402); (3–6) *Stichomitra communis* Squinabol (GPEM 150403-6); (7–9) *Dictyomitra montisserei* (Squinabol) (GPEM 150407-9); (10) *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol) (GPEM 150410); (11) *Pseudodictyomitra tiara* (Holmes) (GPEM 150411); (12) *Diacanthocapsa antiqua* (Squinabol) (GPEM 150412); (13, 14) *Archaeocenosphaera? mellifera* O'Dogherty (GPEM 150413, 150414); (15–17) *Afens liriodes* Riedel and Sanfilippo (GPEM 150415-17); (18–20) *Vitorfus campbelli* Pessagno (GPEM 150418-20); (21, 22) ?*Annikaella omanensis* De Wever (GPEM 150421, 150422); (23) *Ultranapora* sp. (GPEM 150423); (24) *Ultranapora cretacea* (Squinabol) (GPEM 150424); (25–27) *Archaeospongoprimum bipartitum* Pessagno (GPEM 150425-27); (28) *Archaeospongoprimum cortinaensis* Pessagno (GPEM 150428); (29) *Hemicryptocapsa polyhedra* Dumitrica (GPEM 150429); (30, 32) *Acanthocircus hueyi* (Pessagno) (GPEM 150430, 150432); (31) *Acanthocircus tympanum* O'Dogherty; (33, 34) *Sciadiocapsa speciosa* (Squinabol) (GPEM 150433, 150434). Scale bar = 100  $\mu$ m.

تصویری از رادیولرهای (میکروفسیل‌های شعاعی شکل یا شعاعیان) جدا شده از رادیولاریت‌های وابسته به مجموعه افیولیتی انارک، منطقه عشین به سن کرتاسه میانی (آلبین و تورونین) (شیردشت‌زاده و همکاران، ۲۰۱۵).



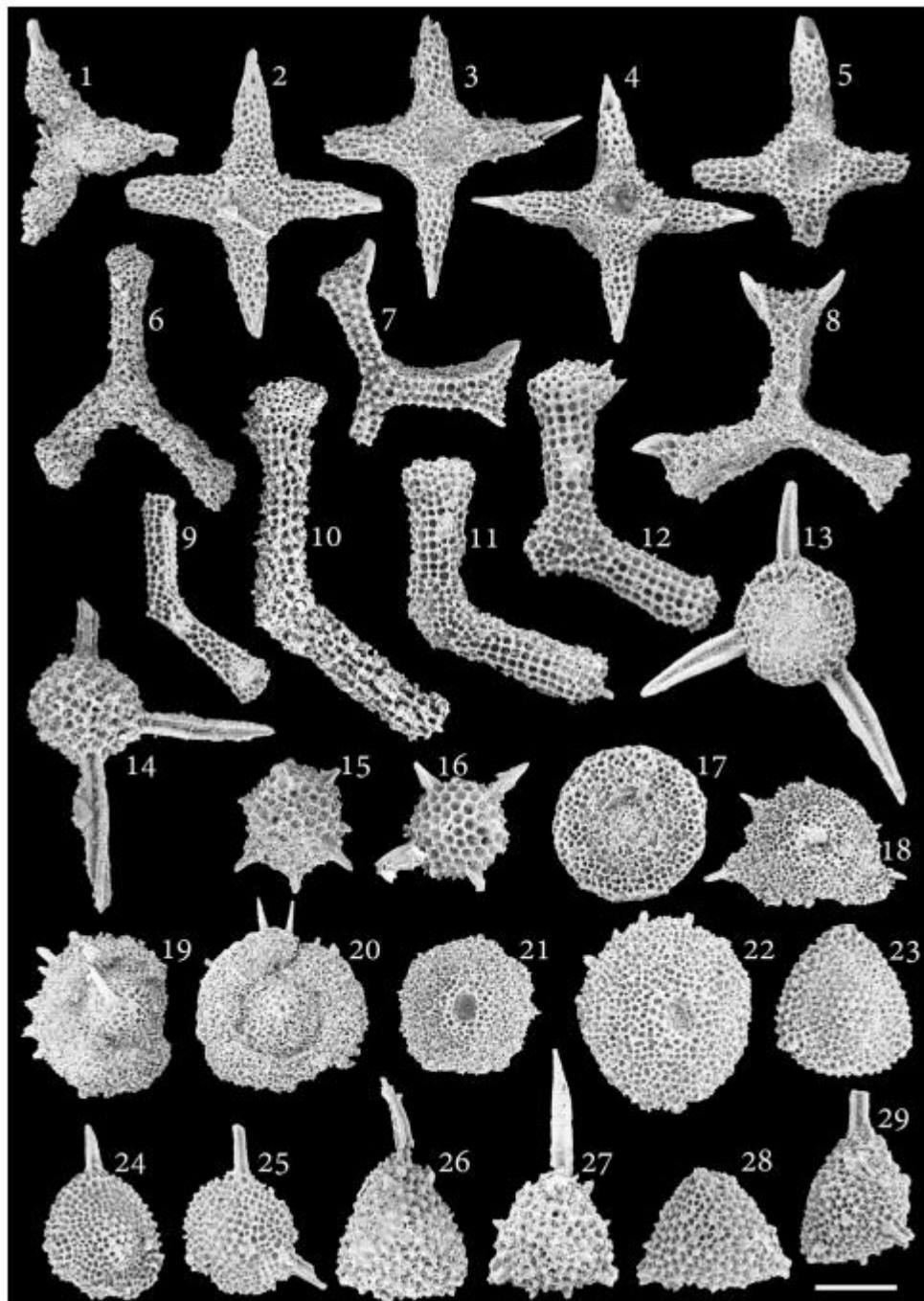
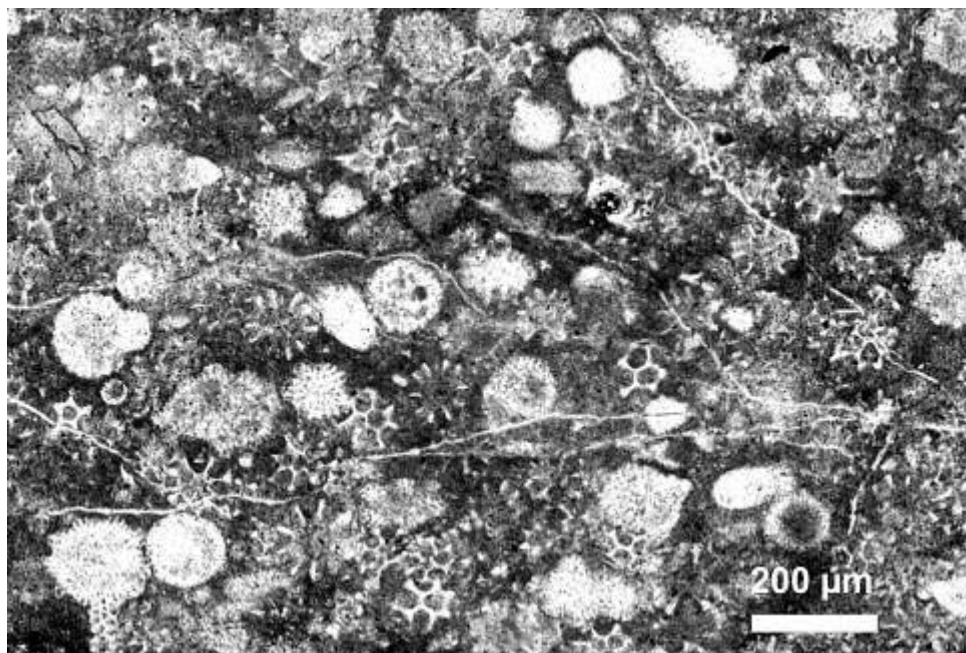
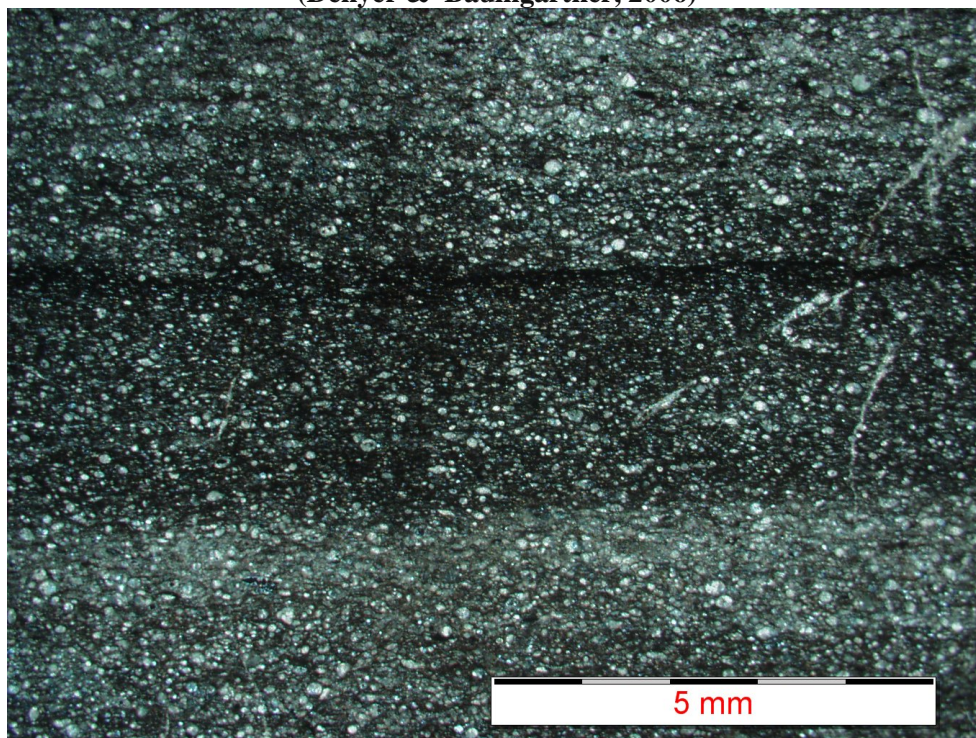


Fig. 4. Scanning electron photomicrographs of radiolarians in chert nodule sample A138 from the Ashin Ophiolite: (1) *Paronella communis* (Squinabol) (GPEM 150501); (2–5) *Crucella cachensis* Pessagno (GPEM 150502-05); (6, 9–12) *Pessagnobrachia fabianii* (Squinabol) (GPEM 150506, 150509-12); (7–8) *Halesium amissum* (Squinabol) (GPEM 150507, 150508); (13) *Triactoma hexeris* O'Dogherty (GPEM 150513); (14) *Acaeniotyle amplissima* (Foreman) (GPEM 150514); (15, 16) gen. et sp. indet. (GPEM 150516, 150516); (17) *Orbiculiforma cf. monticelloensis* Pessagno (GPEM 150517); (18–20) *Patellula ecliptica* O'Dogherty (GPEM 150518-20); (21, 22) *Patellula heroica* O'Dogherty (GPEM 150521, 150522); (23–25) *Pseudoaulophacus putahensis* Pessagno (GPEM 150523-25); (26–29) *Alievium superbum* (Squinabol) (GPEM 150526-29). Scale bar = 100  $\mu$ m.

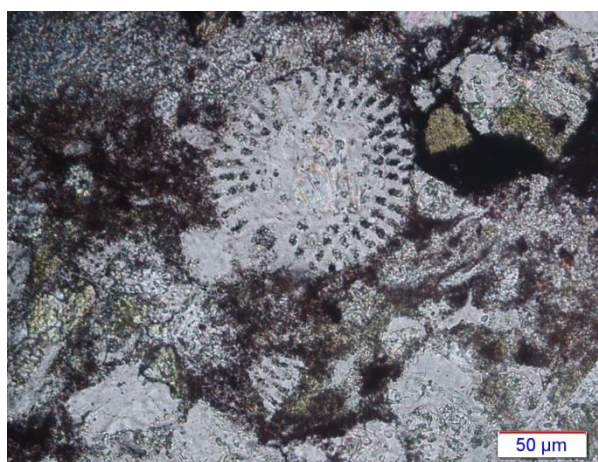
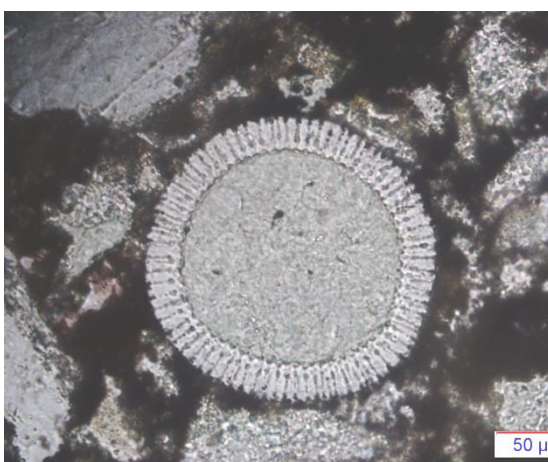
تصویری دیگری از رادیولرهای جدا شده از رادیولاریت‌های وابسته به مجموعه افیولیتی انارک منطقه عشین به سن کرتاسه میانی (آلبین و تورونین) (شیردشت‌زاده و همکاران، ۲۰۱۵).



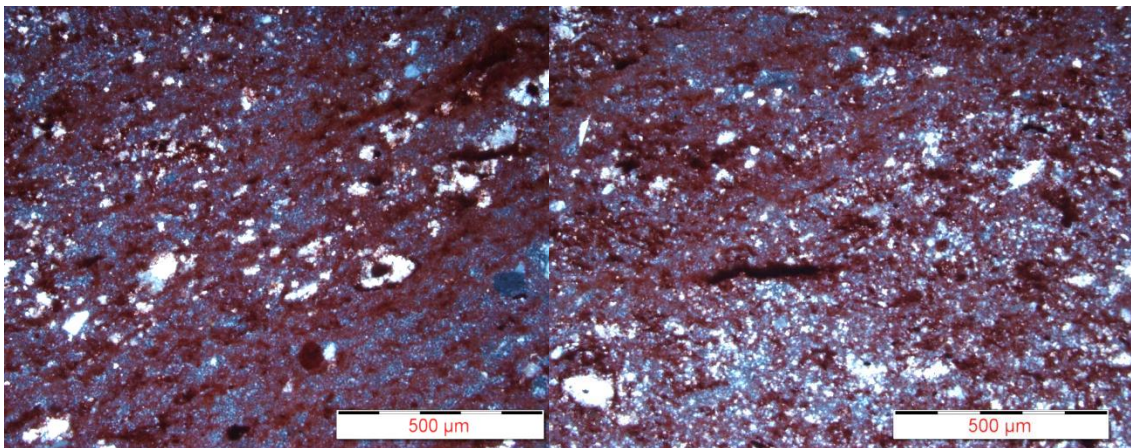
تصویری از رادیولاریت‌ها در مقطع نازک به ساختار چند حجره‌ای و برش‌های تقریباً مدور آنها توجه نمایید.  
 این مقطع مربوط به رادیولاریت‌های اوایل کرتاسه مجموعه نیکویا (کاستاریکا) می‌باشد (دنییر و بومگارتنر، ۲۰۰۶).  
 (Emplacement of Jurassic-Lower Cretaceous radiolarites of the Nicoya Complex (Costa Rica))  
 (Denyer & Baumgartner, 2006)



تصویری از رادیولاریت‌های شمال شرق سیرجان، منطقه میلوئیه وابسته به مجموعه آفیولیتی بافت - سیرجان.  
 اشکال دایره‌ای معرف برش عرضی رادیولاریت‌ها می‌باشند.



تصاویر میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور میکروفسیل‌های کرتاسه پایانی - ماستریشتین در رادیولاریت‌های وابسته به مجموعه افیولیتی شمال تفتان. به وفور خرده‌های فسیلی رادیولرها توجه نمایید.



تصاویر میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور دانه‌های ریز کوارتز در رایولاریت‌ها همراه با مقادیری اکسید آهن (هماتیت). در بین دانه‌های کوارتز مقادیری کلسیت نیز یافت می‌شود (در نور پلاریزه متقاطع).



دورنمایی از گدازه‌های داسیتی منشوری در توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار.  
جنوب شهر ششتمد.



نمایی نزدیکی از گدازه‌های داسیتی منشوری  
در توالی آتشفشانی - رسوبی کرتاسه پسین جنوب سبزوار (جنوب شهر ششتمد).



دورنمایی از یک سیل گابرو دیوریتی در شمال روستای لندران. این واحد سنگی با مورفولوژی برجسته‌تر و ساخت دیاکلازی (دارای درزه‌های منظم) و واریزه‌های سنگی زیاد با رنگ تیر و قطعات واریزه‌ای زاویه‌دار به خوبی از سایر واحدهای قابل تفکیک می‌باشد.



نمای نزدیکی از دیوریت‌های شمال شرق روستای فضل آباد. پورفیروئیدهای هورنبلند سبز با رنگ سیاه و اشکال هندسی منظم به وضوح در این تصویر دیده می‌شوند.



نماهای نزدیکی از گرانودیوریت‌های شمال دارین که توالی آتشفشانی رسوبی کرتاسه - پسین جنوب سبزوار را قطع کرده‌اند. لازم به ذکر است این توده‌های نفوذی تقریباً با توالی آتشفشانی - رسوبی میزبان خود همسن هستند.



دورنمایی از پدیدوتیت‌های هارزبورژیتهی نوار افیولیتی - نهبندان خاش منطقه حیدر آباد - غرب سفیدابه (شرق ایران).



دورنمایی دیگر از پدیدوتیت‌های هارزبورژیتهی نوار افیولیتی - نهبندان خاش منطقه حیدر آباد - غرب سفیدابه (شرق ایران).



نمای نزدیک‌تری از پدیدوتیت‌های هارزبورژیتهی نوار افیولیتی - نهبندان خاش منطقه حیدر آباد - غرب سفیدابه (شرق ایران).



نمای نزدیکی از پریدوتیت‌های هارزبورژیتهی به شدت برشی شده که در امتداد شکستگی‌های ایجاد شده در آنها، سرپانتینی شدن و منیزیتهی شدن صورت گرفته است (بخش‌های سبز روشن تا سفید رنگ) (نوار افیولیتی - نهبندان خاش منطقه حیدر آباد - غرب سفیدابه (شرق ایران)).



نمای دیگری از پریدوتیت‌های هارزبورژیتهی به شدت برشی شده. به ساختار غربالی یا مش در این توده سنگی توجه نمایید. توجه نمایید که در امتداد درزه‌ها و شکستگی‌ها، سرپانتینی شدن و منیزیتهی شدن صورت گرفته است (نوار افیولیتی - نهبندان خاش منطقه حیدر آباد - غرب سفیدابه (شرق ایران)).



نمایی از دگرسانی گرمابی تحمیل شده بر پریدوتیت‌های متعلق به نوار افیولیتی شرق ایران (حیدرآباد - سفیدابه). به تغییر رنگ شدید این سنگ‌ها از سیاه به زرد لیمویی توجه نمایید در ضمن استحکام این سنگها به شدت کاهش پیدا کرده است.



## دگرگونی در کرتاسه

ایشیزوکا و سوزوکی (۱۹۹۵) معتقدند سنگ‌های دگرگونی همراه افیولیت‌ها را می‌توان به چهار دسته زیر تقسیم کرد:

۱- سنگ‌های دگرگونی فشار پایین

۲- سنگ‌های دگرگونی فشار بالا

۳- سنگ‌های دگرگونی فشار متوسط

سنگ‌های دگرگونی که چند مرحله دگرگونی بر آنها تحمیل شده است یا چند مرحله دگرگونی را پست سر گذاشته‌اند (از فشار پایین تا فشار بالا).

برای اطلاعات بیشتر در مورد دگرگونی سنگ‌های بازیک و اولترابازیک به کتب مرجع معتبر از جمله پتروژنز سنگ‌های دگرگونی (ولی‌زاده و صادقیان، ۱۳۷۹)، پترولوژی دگرگونی (ولی‌زاده و صادقیان، ۱۳۷۹)، پترولوژی سنگ‌های دگرگونی (همام و همکاران، ۱۳۹۰)، پتروگرافی و پتروژنز سنگ‌های دگرگونی: مبانی پتروگرافی و روش‌های مطالعه (جلد ۱) (۱۳۹۵)، و پتروگرافی و پتروژنز سنگ‌های دگرگونی: پتروژنز گروه‌های ترکیبی و محیط‌های زمین‌ساختی رخداد دگرگونی (جلد ۲) (قاسمی، ۱۳۹۵) و منابع معتبر بین‌المللی رجوع کنید.

با توجه شواهد سنگ‌شناسی بزرگ مقیاس حوادث دگرگونی صورت گرفته در کرتاسه ایران، بیشتر در ارتباط با بسته شدن حوضه‌های اقیانوسی نئوتتیس قابل تعریف و بحث و بررسی است. با توجه به تنوع سنگ‌های درگیر در جریان فرورانش و شدت و ضعف دما و فشار حاکم بر محیط فرورانش و از سوی دیگر سایر عوامل مؤثر در فرایند دگرگونی نظیر سیالات جدا شده از رسوبات و سنگ‌های در حال فرورانش، سنگ‌های دگرگونی که طی فرایند فرورانش و بسته‌شدن حوضه‌های اقیانوسی به وجود می‌آیند از تنوع زیادی برخوردار هستند. با این وجود شواهد صحرایی و رخنمون‌های موجود نشان می‌دهد اسپیلیت‌ها و شیست‌های سبز رنگ از فراوانی بیشتری برخوردار هستند و آمفیبولیت‌ها و شیست‌های آبی

یا گلوکوفان شیست‌ها و در مواردی اکلوزیت‌ها در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. در بیشتر مجموعه‌های افیولیتی کرتاسه ایران اسپیلیت‌ها و شیست‌های سبز به‌وفور یافت می‌شوند. آمفیبولیت‌ها و گارنت آمفیبولیت‌ها با مجموعه‌های افیولیتی نائین (منصف و همکاران، ۱۳۸۵)، بیرجند (فتوحی راد، ۲۰۰۵)، سبزوار (بازوبندی، ۱۳۷۳، نصرالهی، ۱۳۹۶)، فنوج (عمرانی و همکاران، ۲۰۱۶) و ... یافت شده‌اند. شیست‌های آبی یا گلوکوفان شیست‌ها از مجموعه افیولیتی آشین اسفندقه کرمان (شفایی مقدم و همکاران، ۲۰۱۶) و (شفایی مقدم و استرن، ۲۰۱۴)، فنوج (عمرانی و همکاران، ۲۰۱۶)، شمال تفتان (صادقیان، شرح نقشه‌های زمین‌شناسی ۲۵۰۰۰ : ۱ تفتان)، سبزوار (عمرانی و همکاران، ۲۰۱۳) گزارش شده است. شیست‌های آبی معرف شرایط فشار بالا و دمای متوسط حاکم بر محیط دگرگونی می‌باشند با این وجود ممکن است این سنگ‌ها در محل انجام راندگی‌های بزرگ مقیاس، به صورت محلی یا موضعی در پهنه‌های برشی (گسلی) مشاهده شوند. در افیولیت‌های شمال تفتان (منطقه سَنیب) این پدیده به وضوح قابل مشاهده است. اکلوزیت، همراه با افیولیت‌های بیرجند گزارش شده است (فتوحی راد و همکاران، ۲۰۰۵). در شمال مجموعه افیولیتی سبزوار و به عبارت دقیق‌تر در جنوب سلطان آباد، شیست‌های آبی و یا شیست‌هایی در مرز گذر از شیست آبی به شیت سبز می‌باشند و همچنین مقداری آمفیبولیت رخنمون دارند. این سنگ‌ها به شدت چین‌خورده و دگرشکل شده هستند. برگوارگی و خطوارگی بارزی در آنها توسعه یافته است. در برخی نقاط این سنگ‌ها تحت نام گرانیت‌های سبز جنگلی به عنوان سنگ نما مورد استخراج و بهره‌برداری قرار گرفته‌اند.

یکی دیگر از سنگ‌های دگرگونی که به وفور همراه با مجموعه‌های افیولیتی یافت می‌شوند سرپانتینیت‌ها می‌باشند که خود از تحول سنگ‌ها اولترامافیک حاصل شده‌اند. در بیشتر مجموعه‌های افیولیتی ایران، سرپانتینی شدن با شدت و ضعف متفاوت صورت گرفته است و سرپانتینیت‌زایی از مقیاس میلیمتری تا چند صد متری و گاه چند کیلومتری دیده می‌شود.

میگماتیت‌زایی سنگ‌های پلیتی (گنیس‌ها) و مافیک (معمولاً آمفیبولیت‌ها) همراه افیولیت‌ها غالباً در مجموعه‌های دگرگونی قدیمی دیده می‌شود که فرسایش شدیدی را پشت سرگذاشته‌اند و یا بر اثر فرایندهای تکتونیکی نظیر فراراندگی به سطح زمین رسیده‌اند و در سطح رخنمون پیدا کرده‌اند. برخی از تصاویری که در ادامه نشان داده شده است صرفاً جهت آگاهی داشتن نسبت به مفاهیم شیست آبی و اکلوزیت می‌باشد و ممکن است به ماگماتیسم کرتاسه ایران ربطی نداشته باشد.



تصویری از گلوکوفان شیست‌های جنوب شرق سلطان آباد ( شمال سبزوار، وابسته به مجموعه افیولیتی سبزوار).  
سلطان آباد در تصویر دیده می‌شود.



تصویری از گارنت گلوکوفان شیست‌های چین خورده جنوب غرب سلطان آباد (شمال سبزوار)  
که توسط یک دایک گرانیتی لوکوکرات (بخش سفید رنگ) قطع شده است.



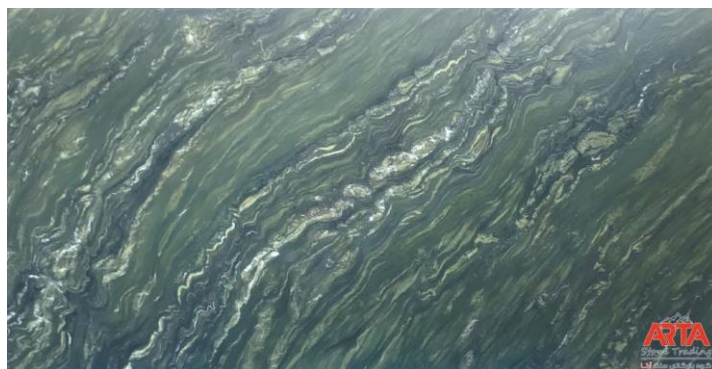
نمای نزدیکی از گلوکوفان شیست‌های جنوب غرب سلطان آباد (شمال سبزوار).



نمای نزدیکی از گلوکوفان شیست‌های چین خورده جنوب شرق سلطان آباد (شمال سبزوار) در یک دیواره سنگی  
برش خورده از یک معدن سنگ نما (بدون ساب و صیقل). علت رنگ زرد فراوانی اپیدوت در این سنگ‌ها می‌باشد.



معدن سنگ نما در شیست‌های آبی جنوب شرق سلطان آباد.



شیست‌های سبز - آبی جنوب شرق سلطان آباد (پس از برش و ساب و صیقل).



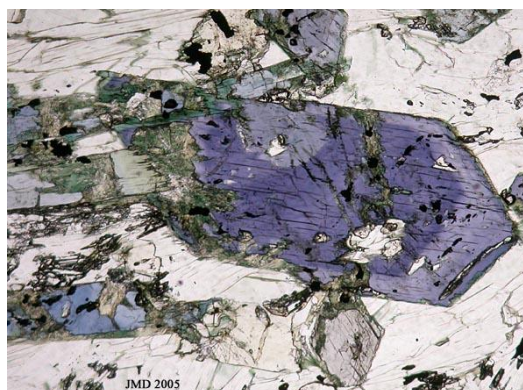
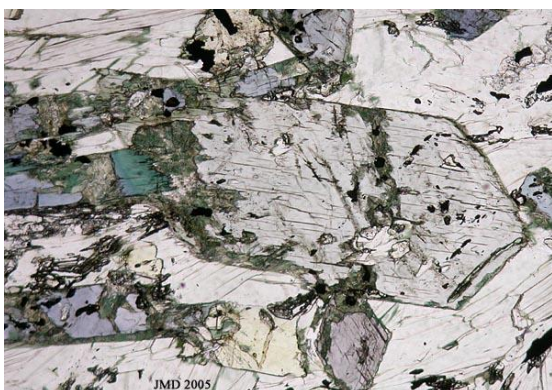
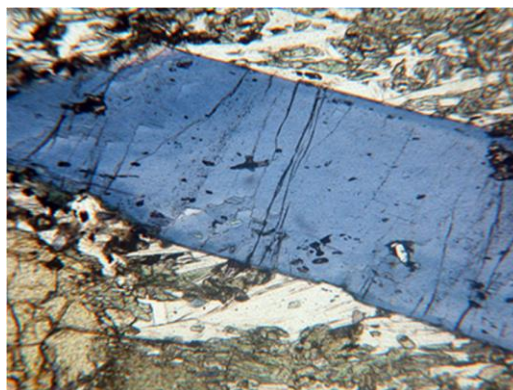
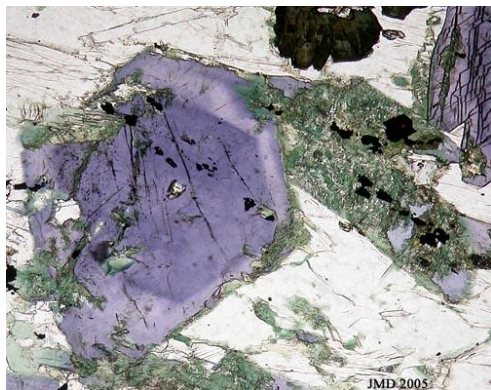
تصویری کاربرد منحصر به فرد شیست آبی به عنوان سنگ نما در دکوراسیون داخلی منزل



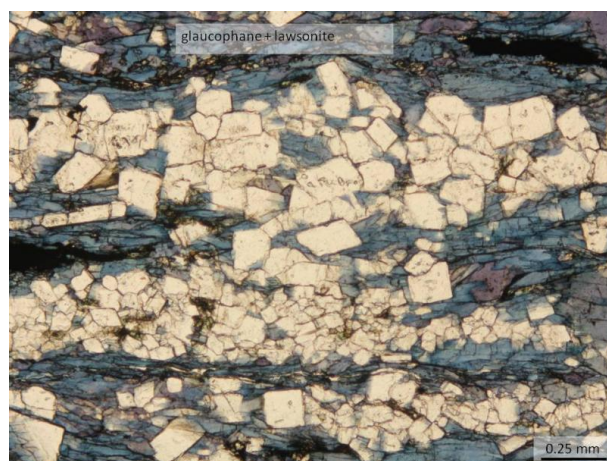
گلوکوفان شیست یا شیست آبی در نمونه دستی



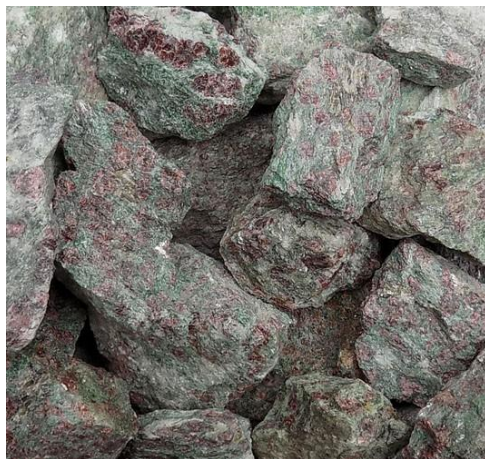
تصویری از گارنت گلوکوفان شیست یا شیست آبی در نمونه دستی



چند مورد از تصاویر میکروسکوپی گلوکوفان شیست‌ها. گلوکوفان با رنگ آبی - سرمه‌ای کانی شاخص این سنگ‌ها است



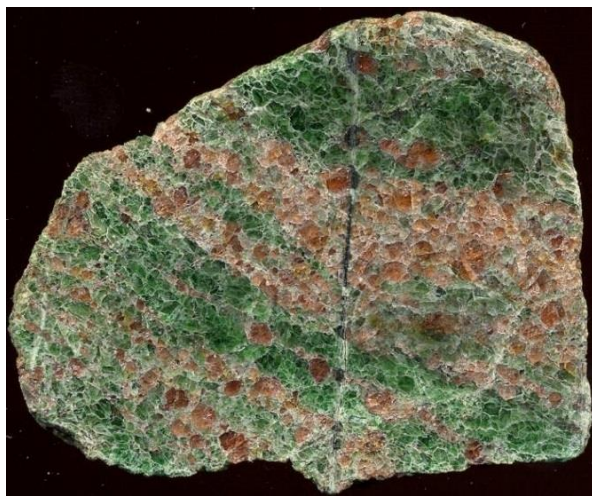
گلوکوفان و لائوسونیت شیست



اکلوژیت (در مقیاس نمونه دستی، متعلق به منطقه المنینگ (Almenning) نروژ،

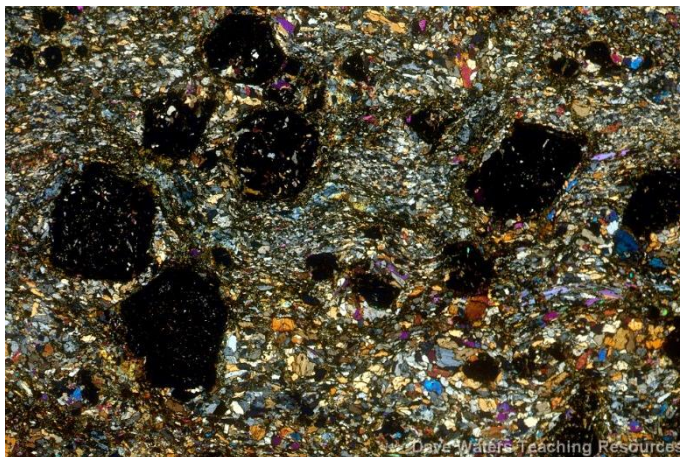


اکلوژیت (نمونه صیقلی داده شده) متعلق به پیرامون خلیج شمال نروژ.



گارنت قرمز - قهوه‌ای و امفاسیت‌های سبز رنگ در اکلوژیت (نمونه صیقلی داده شده) متعلق به کشور اسلوونی.





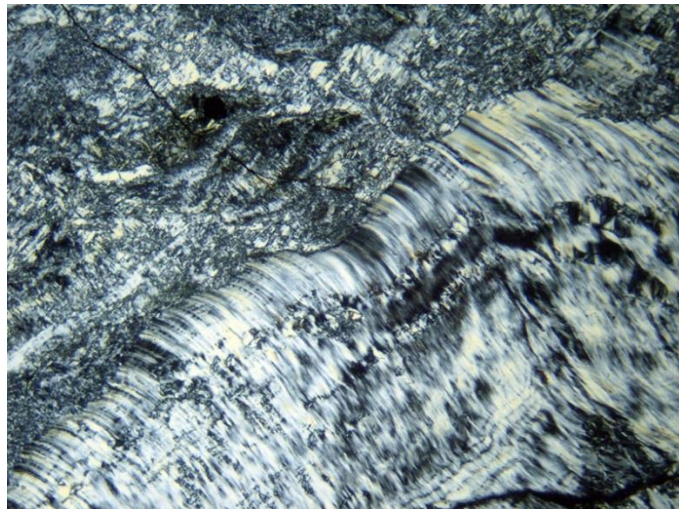
مقطع نازک اکلوژیت که با حضور گارنت و پیروکسن از نوع امفاسیت مشخص می‌گردد.



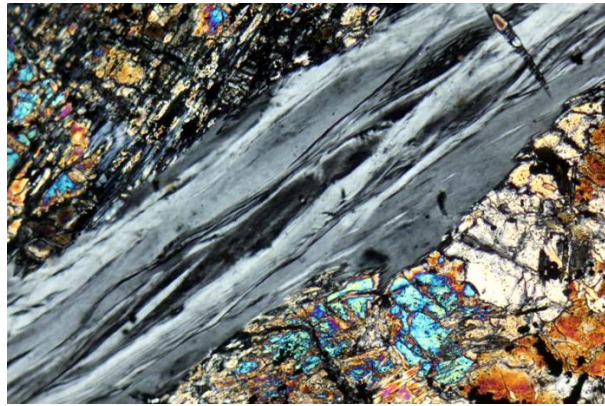
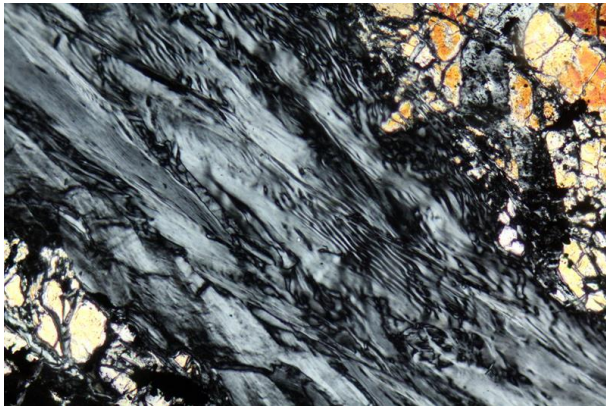
سرپانتینی شدن و منیزیت‌زایی پریدوتیت‌های هارزبورژیتهی به‌شدت برشی‌شده است (متعلق به نوار افیولیتی - نهبندان خاش منطقه حیدر آباد - غرب سفیدابه (شرق ایران). به ساختار غربالی یا مش در این توده سنگی توجه نمایید.



سرپانتینیت متعلق به افیولیت‌های ترودوس قبرس



سرپانتینیت در مقطع نازک، نور پلاریزه متقاطع.



سرپانتین‌زایی در امتداد درزه‌ها و شکستگی‌های میکروسکوپی یک نمونه سنگ پریدوتیتی (بخش الیافی خاکستری رنگ وسط تصویر) (در مقطع نازک، نور پلاریزه متقاطع).

۲۰۱۶

Iranshahr Blueschist: Subduction of the Inner Makran Oceanic Crust

H. Omrani<sup>1\*</sup>, M. Moazzen<sup>2</sup>, R. Oberhänsli<sup>3</sup>, M. E. Moslempour<sup>4</sup>

1. Department of Geology, Golestan University, Gorgan, Iran

2. Department of Earth Sciences, University of Tabriz, 51664, Tabriz, Iran

3. Institute for Earth and Environmental Sciences, University of Potsdam, Germany

4. Department of Geology, Research Center for Earth Science, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran

\* The corresponding author



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

Lithos 84 (2005) 1–24

LITHOS

[www.elsevier.com/locate/lithos](http://www.elsevier.com/locate/lithos)

Eclogites and blueschists of the Sistan Suture Zone, eastern Iran:  
A comparison of  $P$ – $T$  histories from a subduction mélange

G.R. Fotoohi Rad<sup>a,1</sup>, G.T.R. Droop<sup>b,\*</sup>, S. Amini<sup>a</sup>, M. Moazzen<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of Geology, Teacher Training University of Tehran, 49 Mofateh Avenue, Tehran, 15614, Iran

<sup>b</sup> Department of Earth Sciences, University of Manchester, Oxford Road, Manchester M13 9PL, UK

<sup>c</sup> Department of Geology, University of Tabriz, 29 Bahman Blvd., Tabriz 51664, Iran

Received 28 July 2004; accepted 28 January 2005

Available online 17 March 2005

کتاب اطلس پتروگرافی افیولیت

Naresh Chandra Ghose  
Nilanjan Chatterjee  
Fareeduddin

A Petrographic  
Atlas of Ophiolite

An example from the  
eastern India–Asia collision zone

2013



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Asian Earth Sciences

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jseae](http://www.elsevier.com/locate/jseae)



Review article

## Ophiolites of Iran: Keys to understanding the tectonic evolution of SW Asia: (I) Paleozoic ophiolites



Hadi Shafaii Moghadam<sup>a,\*</sup>, Robert J. Stern<sup>b</sup>

<sup>a</sup>School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

<sup>b</sup>Geosciences Dept., University of Texas at Dallas, Richardson, TX 75083-0688, USA

Research Article

Geochemistry, Geophysics, Geosystems

DOI: 10.1002/2016GC006585

## Subduction, high-P metamorphism and collision fingerprints in SW Iran: Constraints from zircon U–Pb and mica Rb–Sr geochronology

H. Shafaii Moghadam<sup>1\*</sup>, M. Bröcker<sup>2</sup>, W. L. Griffin<sup>1</sup>, X. H–Li<sup>3</sup>, R. X. Chen<sup>4</sup> and S. Y. O'Reilly<sup>1</sup>

بر خلاف عنوان مقاله، منطقه مورد بحث در شرق ایران واقع است. اشتباهی در عنوان صورت گرفته است.

Lithos 154 (2012) 392–405



ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Lithos

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/lithos](http://www.elsevier.com/locate/lithos)



## Zircon U–Pb age and geochemical constraints on the origin of the Birjand ophiolite, Sistan suture zone, eastern Iran

Mohammad Hossein Zarrinkoub<sup>a</sup>, Kwan-Nang Pang<sup>b</sup>, Sun-Lin Chung<sup>b,\*</sup>, Mohammad Mahdi Khatib<sup>a</sup>, Seyyed Saeid Mohammadi<sup>a</sup>, Han-Yi Chiu<sup>b</sup>, Hao-Yang Lee<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Geology, Birjand University, Birjand, Iran

<sup>b</sup> Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

جلد سی و دوم (۱۳۸۵) شماره ۲ (۵۶–۳۷)

مجله علوم دانشگاه تهران

پترولوژی پتروفابریک و انواع دگرگونی‌های مجموعه افیولیتی نائین (ایران مرکزی)

محمد رهگشای<sup>\*</sup>، هادی شفافی مقدم، ایمان منصف

دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران

\* مسئول مکاتبات آدرس الکترونیکی: [m-rahgoshay@sbu.ac.ir](mailto:m-rahgoshay@sbu.ac.ir)

(دریافت: ۸۲/۱۰/۲۲؛ پذیرش: ۸۳/۷/۸۳)

## **The Sabzevar blueschists of the North-Central Iranian micro-continent as remnants of the Neotethys-related oceanic crust subduction**

**Hadi Omrani · Mohssen Moazzen · Roland Oberhänsli ·  
Uwe Altenberger · Manuela Lange**