



# فصل اول

## کلیات

## ۱-۱- مقدمه

این نوشتار نتیجه مطالعات ژئوشیمیایی در گستره ای بوسعت حدود ۲۵۰۰ کیلومترمربع واقع در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ طارم می باشد که بخش اعظم آن در استان زنجان و بخش کوچکی نیز در استان قزوین قرار گرفته است و طی قراردادی به شماره ۴۴۳۰-۳۰۰ و تاریخ ۸۶/۷/۱۵ که با موضوع «تهیه نقشه ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه طارم» بین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بعنوان کارفرما و شرکت مهندسین مشاور نوین اکتشاف توسعه بعنوان مشاور منعقد گردید، انجام شده است.

اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین ناحیه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در زمره عملیات اکتشافی زیربنائی در هر کشوری بحساب می‌آید که هدف آن شناخت نواحی با پتانسیل معدنی است. برای نیل به این اهداف، از روشهای مختلف ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و اطلاعات ماهواره‌ای می‌توان بهره برد. نقشه‌برداری ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای نیز یکی از این روشهاست که می‌تواند با نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای انجام پذیرد. پروژه حاضر طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک می‌باشد که در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ طارم انجام پذیرفته است. اجرای این پروژه در دو بخش طراحی شده است. بخش اول جمع آوری اطلاعات، عملیات صحرائی تا رسم نقشه آنومالیهای ژئوشیمیایی بوده و تا تعیین مناطق با پتانسیل ادامه می‌یابد. بخش دوم شامل عملیات کنترل آنومالی‌هاست که از طریق مطالعات کانی‌سنگین، آلتراسیون، نمونه‌برداری از مناطق کانی‌سازی و شکستگی‌های پر شده (Plumbing system) تعقیب خواهد شد و در نهایت پس از کنترل آنومالی‌ها، مناطق امیدبخش معرفی خواهند شد.

## ۲-۱- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

تجربیات گذشته در کشورهای مختلف و در شرایط آب و هوایی گوناگون دلالت بر آن دارد که رسوبات آبراهه‌ای (عموماً جزء ۸۰- مش) می‌تواند در اکتشافات کوچک مقیاس ناحیه‌ای (۱:۱۰۰,۰۰۰ تا ۱:۲۵۰,۰۰۰) بسیار مفید واقع شود. نتایج حاصل از این نوع بررسی‌های اکتشافی می‌تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی و شناخت الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و همچنین نواحی‌ای که در آنها احتمال کشف نهشته‌های کانساری بیشتر می‌باشد، بسیار مؤثر واقع شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده، نقشه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند کاربردهائی در زمینه کشاورزی و محیط زیست نیز داشته باشد. بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسی‌ها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه‌ای برای توزیع عناصر، متفاوت است و بدین جهت باید برای نیل به هر منظوری، از روش متناسب با آن استفاده کرد. در مورد اول، که هدف کشف آنومالی در هاله‌های ثانوی است، باید از تکنیک‌های آماری که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه‌ای را به حداکثر مقدار خود برساند بهره گرفت، و در نتیجه از طریق

شدت بخشی آنومالیها، به شناسائی هر چه دقیقتر آنها پرداخت. در حالت دوم چون هدف دستیابی به روندهای ناحیه‌ای است، باید از تکنیک‌های آماری‌ای که تأثیر آنومالیها را در روندهای ناحیه‌ای به حداقل مقدار خود می‌رسانند، استفاده کرد. چگالی نمونه برداری در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که بوسیله سقف بودجه کنترل می‌شود.

### ۳-۱- جمع آوری اطلاعات

در این مرحله اسناد و مدارک مربوط به منطقه تحت پوشش به شرح زیر تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت:

۱- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه شامل چهار گوش‌های:

- آب بر (شمال خاور به شماره I ۵۷۶۳)
- بوئین (جنوب خاور به شماره II ۵۷۶۳)
- زنجان ۲ (جنوب باختر به شماره III ۵۷۶۳)
- تهم (شمال باختر به شماره IV ۵۷۶۳)

۲- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ طارم.

۳- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ زنجان

۴- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مغناطیس هوایی) با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه زنجان

۵- تصویر ماهواره‌ای منطقه برگرفته از ماهواره Landsat 7 - سنجنده ETM<sup>+</sup> (قدرت تفکیک حداقل ۱۵ متر برای باند Pan و ۳۰ متر برای سایر باندها)

با توجه به اطلاعات حاصل از مدارک فوق الذکر، برنامه عملیات صحرائی جهت نمونه برداری پی‌ریزی گردید و در هر مورد نقش پارامترهای مؤثر در برنامه‌ریزی اکتشافی (بخصوص در نمونه‌برداری) مورد بررسی قرار گرفت که خلاصه آن در بخشهای بعدی گزارش آورده شده است.

### ۱-۴- موقعیت جغرافیایی، سیاسی - اجتماعی و اقلیمی منطقه

#### ۱-۴-۱- موقعیت جغرافیایی - سیاسی منطقه

نقشه یکصد هزارم طارم با مختصات جغرافیایی ۳۰° ۴۸' تا ۴۹° طول خاوری و ۳۰° ۳۶' تا ۳۷° عرض شمالی در خاور استان زنجان قرار دارد. بخش کوچکی محدوده نیز در استان قزوین واقع گردیده است. استان زنجان که آنرا «فلات زنجان» نیز می‌نامند در ناحیه مرکزی شمال غرب ایران واقع شده است. ۷ شهرستان، ۱۶ بخش، ۴۶ دهستان و ۱۶ شهر، استان زنجان را تشکیل می‌دهند. از لحاظ سیاسی محدوده

نقشه طارم سه شهرستان زنجان، طارم و ابهر در استان زنجان و بخش کوچکی از بخش طارم سفلی از توابع شهرستان قزوین در استان قزوین را شامل می شود (شکل ۱-۱).

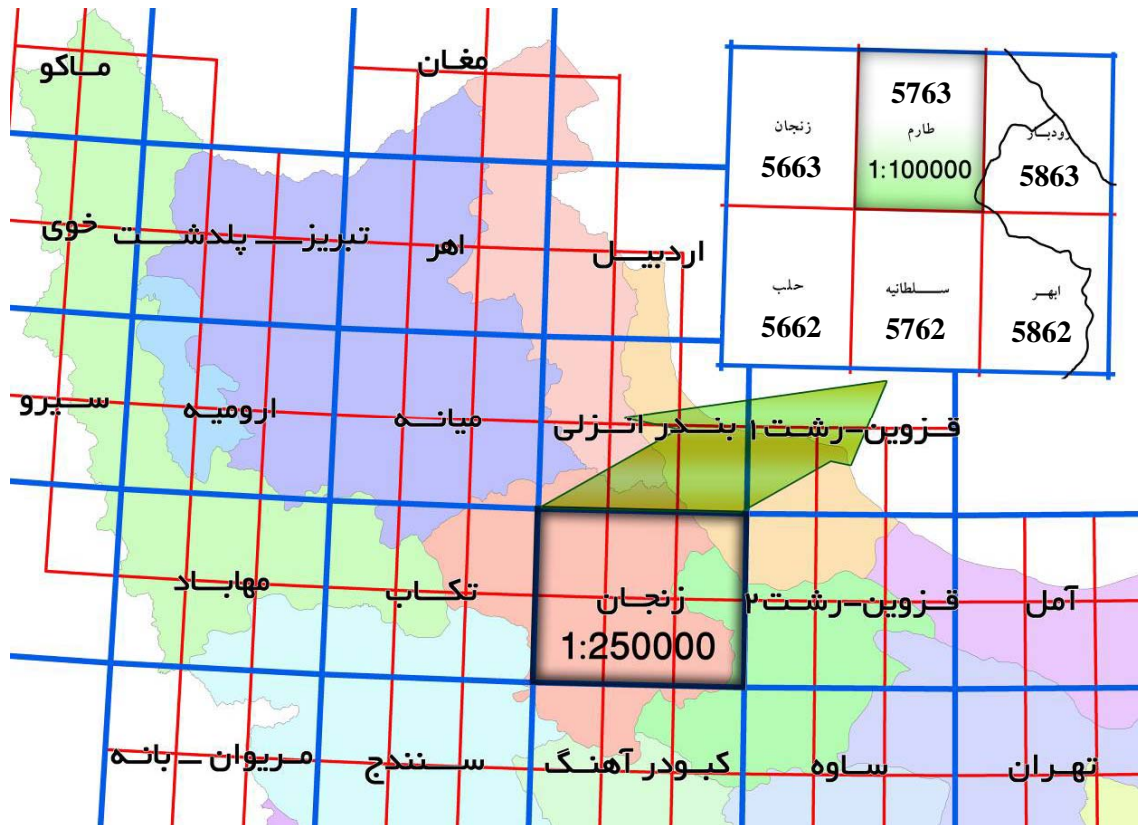


شکل ۱-۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه تقسیمات سیاسی کشور

در نقشه ایندکس نقشه های زمین شناسی پایه، ورقه یکصد هزارم طارم به شماره ۵۷۶۳ قطعه شمالی چهارگوشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زنجان را تشکیل داده است. ورقه های ۱:۱۰۰۰۰۰ مجاور آن عبارتند از: ماسوله، رودبار، سلطانیه، زنجان که به ترتیب در شمال، خاور، جنوب و باختر قرار گرفته اند (شکل شماره ۲-۱).

#### ۱-۴-۲- راه های ارتباطی منطقه

همان طور که شکل شماره (۱-۳) نشان می دهد، آزادراه تهران - تبریز و جاده قدیم زنجان - قزوین و همچنین راه آهن تهران - بازرگان از بخش جنوب خاوری منطقه می گذرد و امکان دسترسی به بخشهای جنوبی و مرکزی را فراهم می سازد. تنها راه آسفالتی اصلی که بخش جنوبی منطقه (محدوده زنجان) را به بخش شمالی (محدوده طارم) متصل می کند، جاده زنجان - آب بر است که بعد از گذشتن از ارتفاعات قافلانکوه به جلگه قزل اوزن رسیده و به سمت خاور به شهرهای گیلوان و سپس منجیل و رودبار منتهی می شود.



شکل ۱-۲: موقعیت محدوده مورد مطالعه در اندکس نقشه های پایه ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰

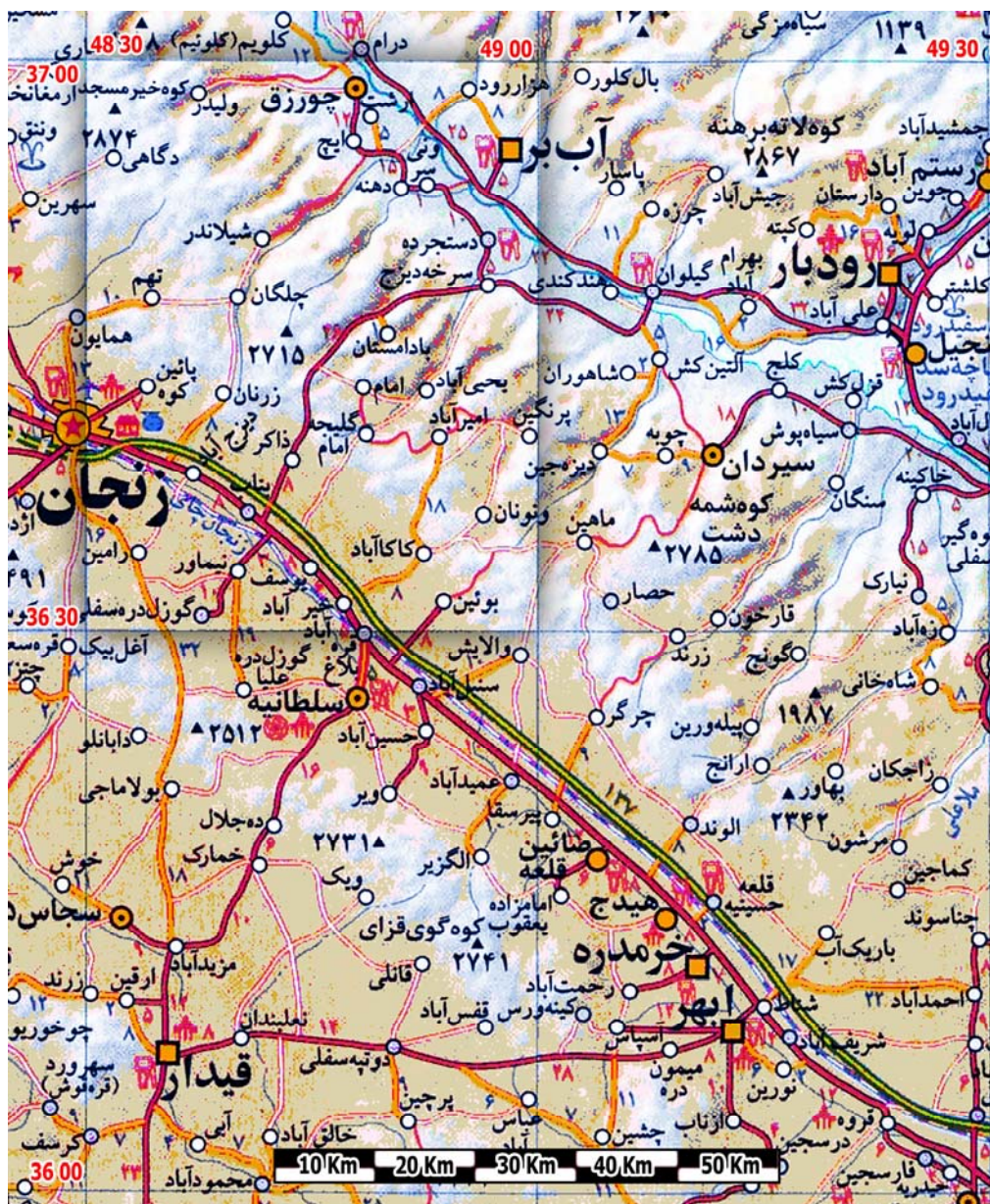
با استفاده از مسیرهای زیر می توان تقریباً کل محدوده را از نظر نمونه برداری و پی جویی مواد

معدنی پوشش داد:

- زنجان - تههم - شیرمیشه
- زنجان - تههم - علی آباد - شیلاندر - کلکش
- زنجان - تههم - گلجه - طرازوج
- زنجان - رامین - آزاد سفلی
- زنجان - سرخه دیزج - آردین
- زنجان - یوسف آباد - مرواریه
- زنجان - خیرآباد - کلک آباد - ونونان - پرنقور - پرنگین
- زنجان - خیرآباد - کلک آباد - آقزوج - بوچی
- زنجان - خیرآباد - سرخه دیزج - امیر آباد - چم رود



- زنجان - زاگر - خان چای - بادامستان - چفتان
- آببر - درام - چورزق - شیت - ولیدر
- آببر - قانقلی چای - کوه کن - دستجرده - حنانه - رزه بند
- آببر - قانقلی چای - کوه کن - دستجرده - سرخه دیزج - الزین - تشویر - زرده - لهبه
- آببر - قانقلی چای - کوه کن - دستجرده - ونی سر - دهنه - سانسوز - کهیا - جیا - چورزق

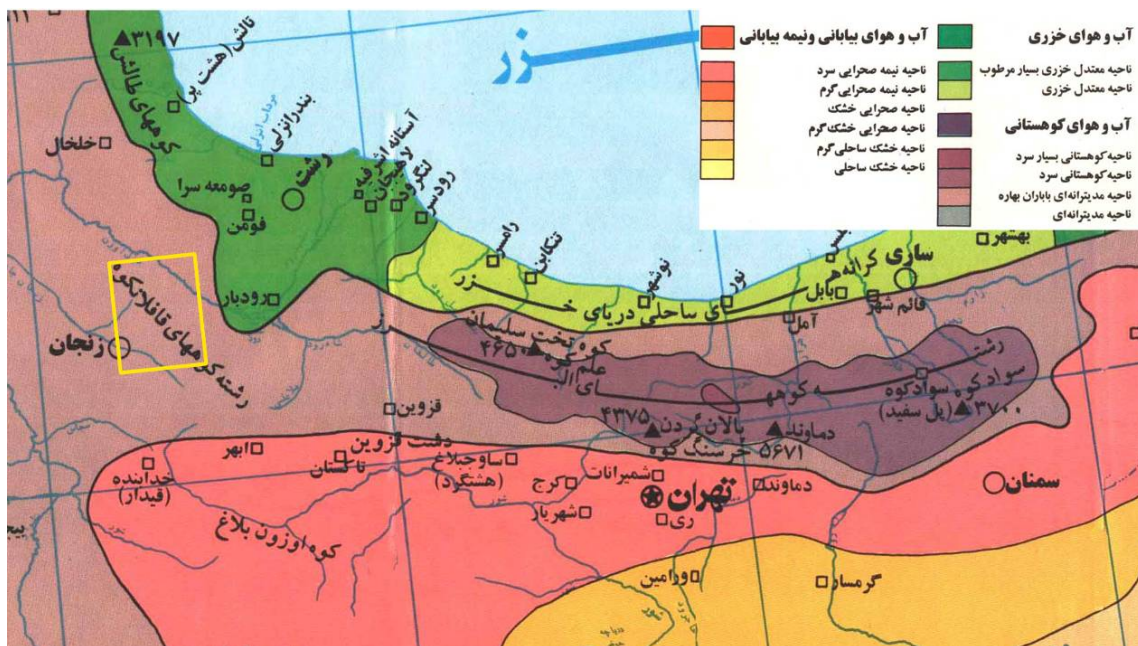


شکل ۱-۳: راههای دسترسی به محدوده مورد مطالعه

### ۱-۴-۳- اقلیم شناسی منطقه

محدوده یکصد هزارم طارم از نظر اقلیم شناسی ایران جزو مناطق کوهستانی مدیترانه‌ای با باران بهاره تقسیم می‌گردد (شکل ۱-۴). بطور کلی استان زنجان تحت تأثیر ناهمواریها و تماس غیر مستقیم با توده‌های هوای مرطوب غربی و شمالی، دو نوع آب و هوای متفاوت دارد:

- آب و هوای کوهستانی که زمستان‌های سرد و پر برف و تابستان‌های معتدل دارد
- آب و هوای گرم و نیمه مرطوب (منطقه طارم علیا) که تابستان‌های گرم و زمستان‌های ملایم دارد و رطوبت و میزان بارندگی آن نیز بالا گزارش شده است.

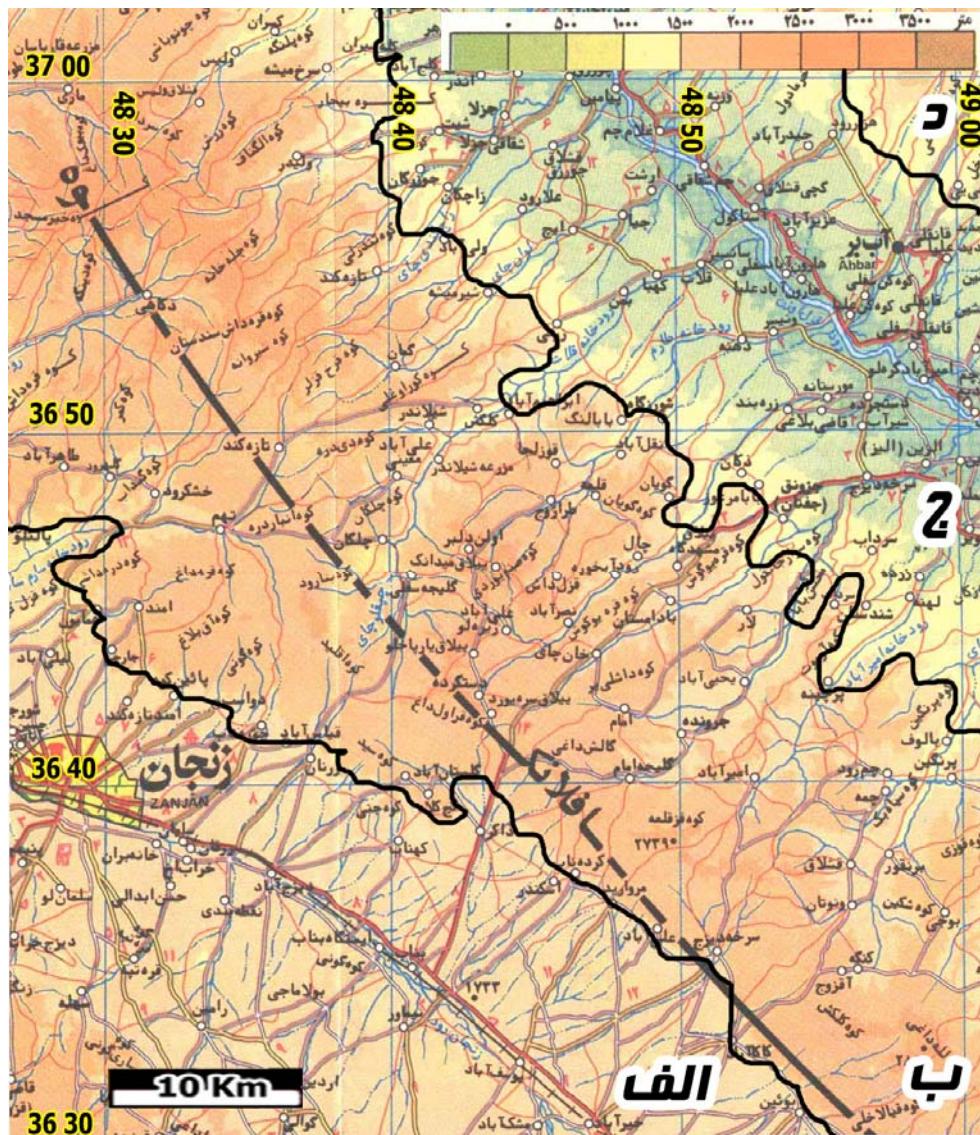


شکل ۱-۴: موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه آب و هوای ایران

بلندی بلندترین نقطه محدوده مورد مطالعه ۲۹۴۵ متر از سطح دریا در بخش شمال باختری ناحیه در کوه خیرالمسجد، و پست‌ترین نقطه ۴۳۵ متر از سطح دریا در بخش خاوری و در بستر رودخانه قزل‌اوزن قرار دارد. بخش‌های شمال باختری، مرکزی، خاور و جنوب خاوری کوهستانی است. این ناحیه را می‌توان از سمت جنوب باختری به شمال خاوری به چهار بخش تقسیم نمود (شکل ۱-۵):

الف) دشت آبرفتی زنجان‌رود و کوهپایه‌های اطراف آن که بلندترین نقطه آن، ۲۱۷۹ متر از سطح دریا بلندی دارد. این بخش در پهنه ایران مرکزی واقع گردیده است. در حوضه آبریز زنجان رود آب و هوا معتدل و خشک است.





شکل ۱-۵: تغییرات ارتفاعی در محدوده مورد مطالعه

ب) بخش کوهستانی مرکزی با روند شمال باختری - جنوب خاوری، بخشی از کوه‌های البرز است که در این محل با عنوان رشته کوه قافلانکوه شناخته می‌شود. توده‌های نفوذی گوناگون به موازات روند کلی رشته کوه نهشته‌های ائوسن را بریده‌اند. در ارتفاعات حدود ۲۴۰۰ تا ۲۵۰۰ متری از سطح دریا یک پهن‌شدگی وجود دارد که بقایایی از دشت آبرفتی قدیمی است. در پهلوئی شمال خاوری این رشته کوه به علت بارندگی و رطوبت بیشتر، فرسایش شدیدتری صورت گرفته و دره‌های پرشیب و عمیق‌تری به وجود آمده است.

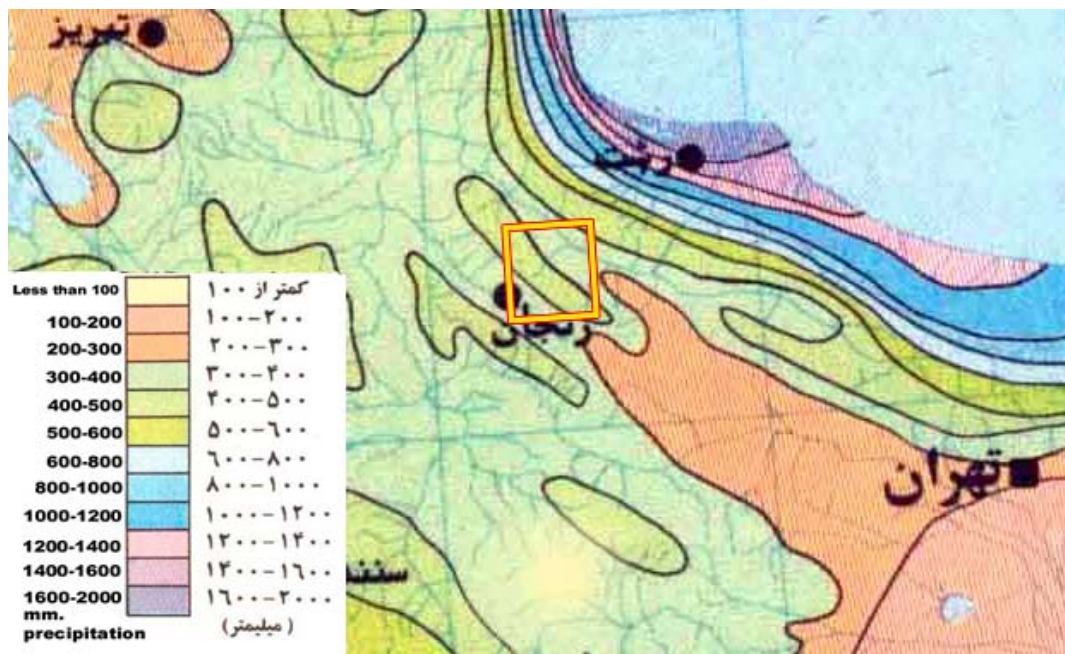
ج) دره رودخانه قزل اوزن، که در امتداد این رودخانه نهشته‌های نئوژن، ساختمان ناودیسی نشان می‌دهند. این رودخانه در جهت شمال باختری به جنوب خاوری حرکت نموده و به دریاچه سد منجیل وارد



می‌شود. اطراف این رودخانه با ارتفاعی نزدیک به ۵۰۰-۴۰۰ متر، آب و هوای معتدلی دارد، به طوری که در نهشته های آبرفتی این رودخانه مزاج برنج کاری به طور گسترده دیده می‌شود. از میزان درجه حرارت و رطوبت هوا از حوالی رودخانه قزل اوزن به سمت ارتفاعات بخش کوهستانی کاسته می‌شود.

د) بخش کوهستانی گوشه شمال خاوری ناحیه که پهلوی شمال خاوری رودخانه قزل اوزن را تشکیل داده، روند شمال باختری - جنوب خاوری نشان می‌دهد. این بخش از دیدگاه ژئومورفولوژیکی، مرحله بلوغ خود را طی می‌کند. سازندهای کهن تر در امتداد گسل های راندگی بر روی نهشته های جوان تر رانده شده‌اند.

مقدار نزولات جوی در این ناحیه نسبت به فصول متغیر می‌باشد. میزان بارندگی در بهار و زمستان بیشتر از سایر فصول است و مدت ماه های خشک استان نسبتاً زیاد می‌باشد. همانگونه که در شکل (۱-۶) نشان داده شده است از متوسط بارندگی سالیانه در بخش کوهستانی مرکزی (بخش ب) و بخش کوهستانی شمال باختری (بخش د) ۵۰۰-۴۰۰ میلیمتر در سال می‌باشد. این در حالی است که محدوده های اطراف رودخانه های زنجان رود و قزل اوزن از بارش کمتری و به میزان ۴۰۰-۳۰۰ میلی متر متوسط بارندگی سالیانه برخوردار است. بادهای سرمه (مه) و گرم، مهم ترین بادهای منطقه هستند.



شکل ۱-۶: تغییرات ارتفاعی در محدوده مورد مطالعه

مهمترین رودخانه جاری در این ناحیه رودخانه قزل اوزن در شمال خاوری ورقه طارم می‌باشد که از کوه های استان کردستان سرچشمه می‌گیرد و از راه قشلاقات افشار در حومه خدابنده، وارد محدوده استان

زنجان می‌شود. قزل اوزن در حد فاصل کوه‌های تالش و رشته کوه‌های شمالی زنجان بطرف مشرق جریان می‌یابد و در نزدیکی منجیل با دریافت آب هزار رود شاهرود پر آب‌ترمی‌شود و بطرف شمال با نام سفید رود جریان می‌یابد و سرانجام به دریای مازندران سرازیر می‌شود. زنجان رود (زنجای چای) نیز که در جنوب باختری ورقه جریان دارد از چمن سلطانی و کوه‌های آق داغ سرچشمه می‌گیرد و پس از گذشتن از بخش حومه زنجان و اراضی چایپاره، همراه رودخانه‌های محلی کوچک، در نزدیکی رجین به قزل‌اوزن می‌پیوندد. رودخانه‌های چپقلو چای، امیر آباد، لوان چای، طارم، قلات و زاج‌کندی چای نیز از جمله رودخانه‌های دائمی این محدوده به شمار می‌رود.

استان زنجان پوشش گیاهی مناسب، مرتع‌ها و چراگاه‌های وسیع و گسترده‌ای دارد. منطقه چمن سلطانی یکی از مهم‌ترین مرتع‌های استان زنجان است. استان زنجان فضاهای جنگلی مطلوبی ندارد و جنگل‌های آن بیشتر، کم‌درخت یا دست کاشت است. در بلندی‌های مناطق طارم علیا و طارم سفلا و تا حدودی در قسمت‌های جنوبی البرز، مجموعه‌ای از جنگل‌های تنک تا متراکم بطور پراکنده مشاهده می‌شود. از انواع درختان جنگلی استان می‌توان به ارس، بلوط، بادام، پسته، گردوی جنگلی، افاقیا، زیتون، سیب جنگلی و درختچه‌هایی از قبیل زالزالک وحشی، تمشک و زرشک اشاره کرد.

محدوده یکصد هزار طارم را از نظر تنوع پوشش گیاهی می‌توان به سه بخش اصلی تقسیم نمود

(شکل ۱-۷):

الف) اراضی کشاورزی آبی که در اطراف رودخانه‌های قزل اوزن و زنجان چای گسترش دارد.

ب) مناطق کوهپایه‌ای و کوهستانی مرکزی که دارای پوشش مراتع متوسط تا مرغوب استپی همراه با درخت‌های پراکنده می‌باشد.

ج) مناطق با گسترش کم در شمال باختر و شمال خاور ورقه طارم که دارای پوشش جنگلی از نوع جنگل‌های خزری می‌باشد.

#### ۱-۴-۴- موقعیت اجتماعی منطقه

شهر زنجان به عنوان مرکز استان بالاترین میزان و تراکم جمعیتی محدوده به شمار می‌رود. شهر آب‌بر نیز به عنوان مرکز شهرستان طارم از بافت شهری و جمعیت مناسبی برخوردار است. از روستاهای مهم می‌توان به چورزق، تهم، سرخه دیزج اشاره نمود.

زبان رایج در محدوده ترکی آذری می‌باشد که بخصوص در محدوده شهرستان زنجان می‌باشد. مردم

محدوده طارم به زبان فارسی با لهجه محلی تکلم می‌کنند.

زنجان شهری صنعتی بوده و بسیاری از مردم روستاهای اطراف جهت کار به این شهر مراجعه می‌کنند. وجود مراتع سرسبز، زمین‌های حاصل خیز و وفور بارندگی و آب‌های جاری باعث شده است که دامداری و کشاورزی در این محدوده از گسترش مناسبی برخوردار باشد. محصولات کشاورزی عمده شامل زیتون، انار، برنج (در بخش طارم)، گردو (در بخش کوهستانی) و گندم و انگور (در محدوده زنجان) است.



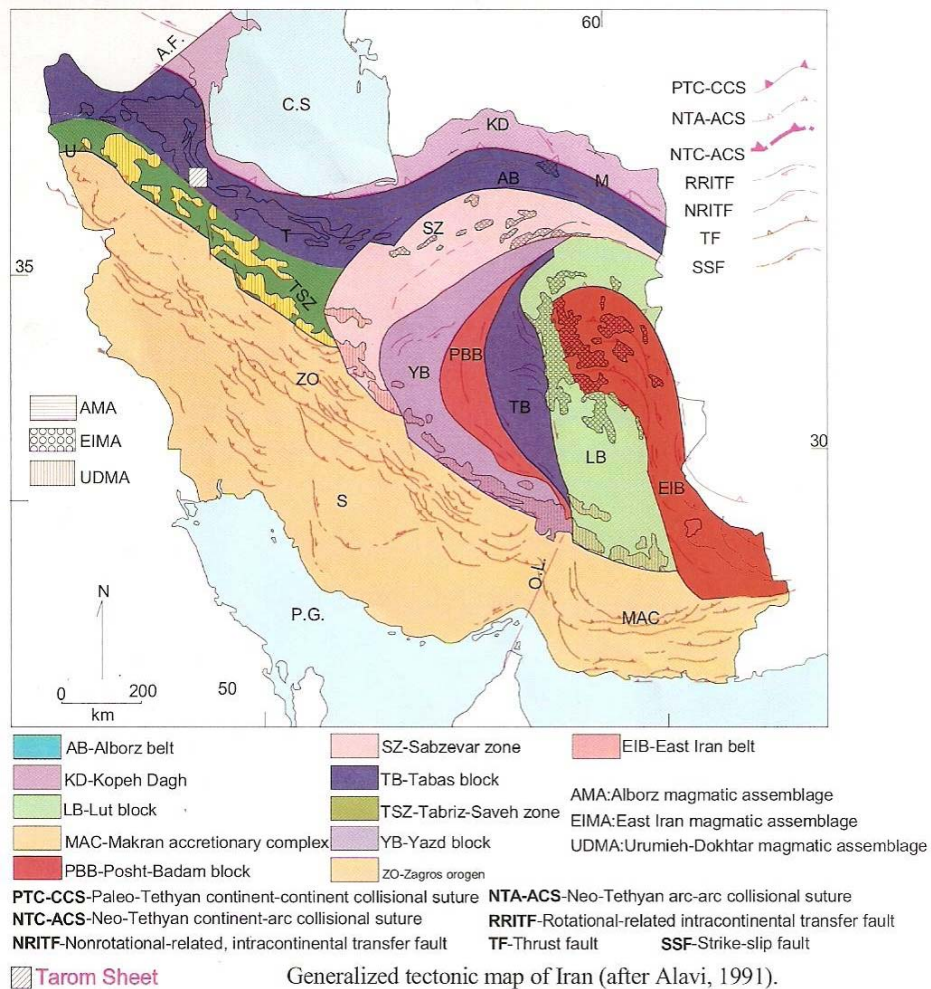
شکل ۱-۷: نوع پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه

### ۵-۱- شرح واحدهای سنگی

ورقه ۱:۰۰۰۰۰۰ طارم از نظر نقشه پهنه‌بندی‌های زمین‌شناسی و ساختمانی (علوی ۱۹۹۱) در بخش باختری پهنه البرز قرار دارد (شکل ۱-۸). کهن‌ترین واحد سنگی ورقه طارم سنگهای آهکی با سن دونین است که در بخش شمال خاوری ورقه رخنمون محدودی دارد. نهشته‌های رسوبی با دگرگونی ضعیف و سن احتمالی تریاس- ژوراسیک و همچنین نهشته‌های تخریبی وسیع با قاعده گنگلومرانی به طور ناپیوسته (گاه دگرشیبی) بر روی سازندهای قدیمی‌تر، از جمله سازندهای ژوراسیک نشسته است. نهشته‌های ائوسن در محیط رسوبی کم عمق و گاه قاره‌ای تشکیل یافته و مشتمل بر سنگهای آذرآواری، رسوبی و آتشفشانی است که اغلب توسط توده‌های نفوذی قطع شده‌اند (شکل‌های شماره ۱-۹ الی ۱-۱۱).

واحدهای سنگی محدوده طارم را می‌توان از قدیم به جدید به واحدهای سنگی پالئوزوئیک، مزوزوئیک، سنوزوئیک (ائوسن و جوان تر)، نئوژن، کواترنری و واحدهای نفوذی تقسیم نمود (شکل ۱-۱۲):



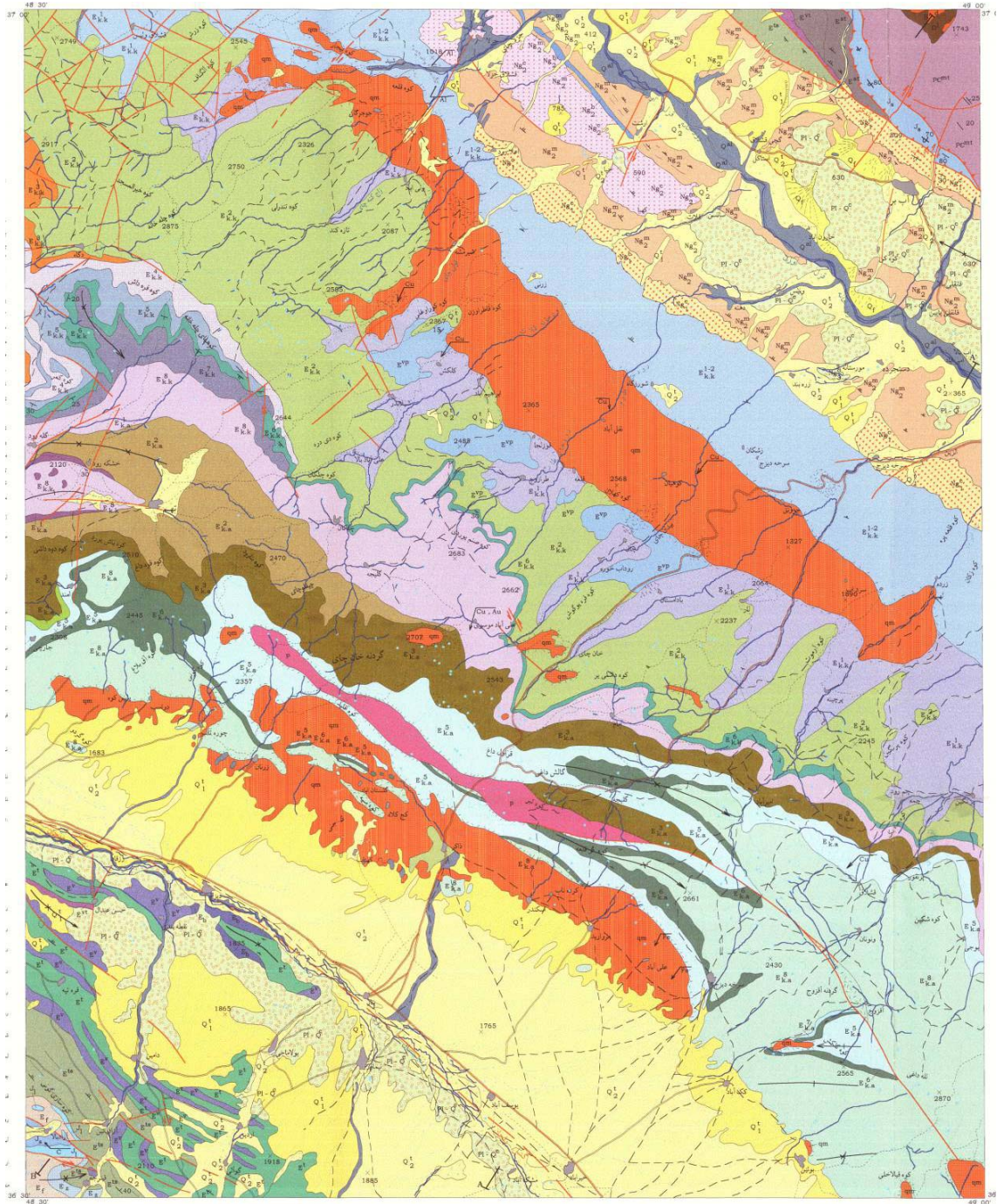


شکل ۱-۸: نقشه پهنه بندی‌های زمین شناسی و ساختمانی (علوی ۱۹۹۱)

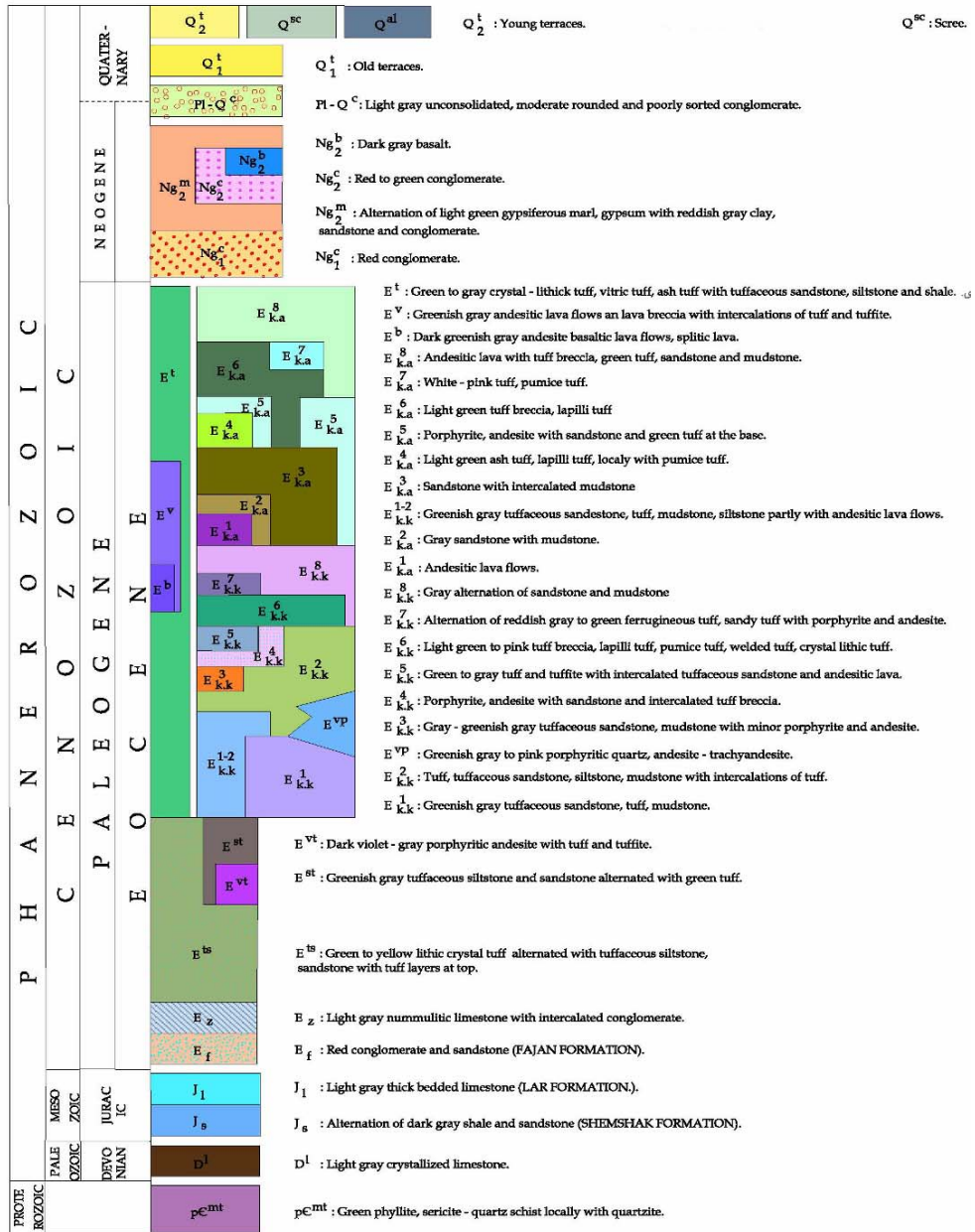
### ۱-۵-۱ واحدهای سنگی پالتوزوئیک

رخنمون نهشته‌های پالتوزوئیک بسیار محدود و منحصر به سنگهای آهکی دونین است. در بخش شمال خاوری ورقه رخنمون بسیار اندکی از سنگهای آهکی به رنگ خاکستری روشن و تا حدودی بلورین با لایه‌بندی ضخیم تا توده‌ای واحد  $D^1$  دیده می‌شود. توده نفوذی دیوریتی به رنگ خاکستری مایل به سبز آنها را قطع کرده است. در حاشیه توده نفوذی دیوریتی سنگهای آهکی این واحد بر اثر دگرگونی مجاورتی مرمری شده‌اند.





شکل ۹-۱: نقشه زمین شناسی یکصد هزارم طارم



**INTRUSIVE ROCKS**

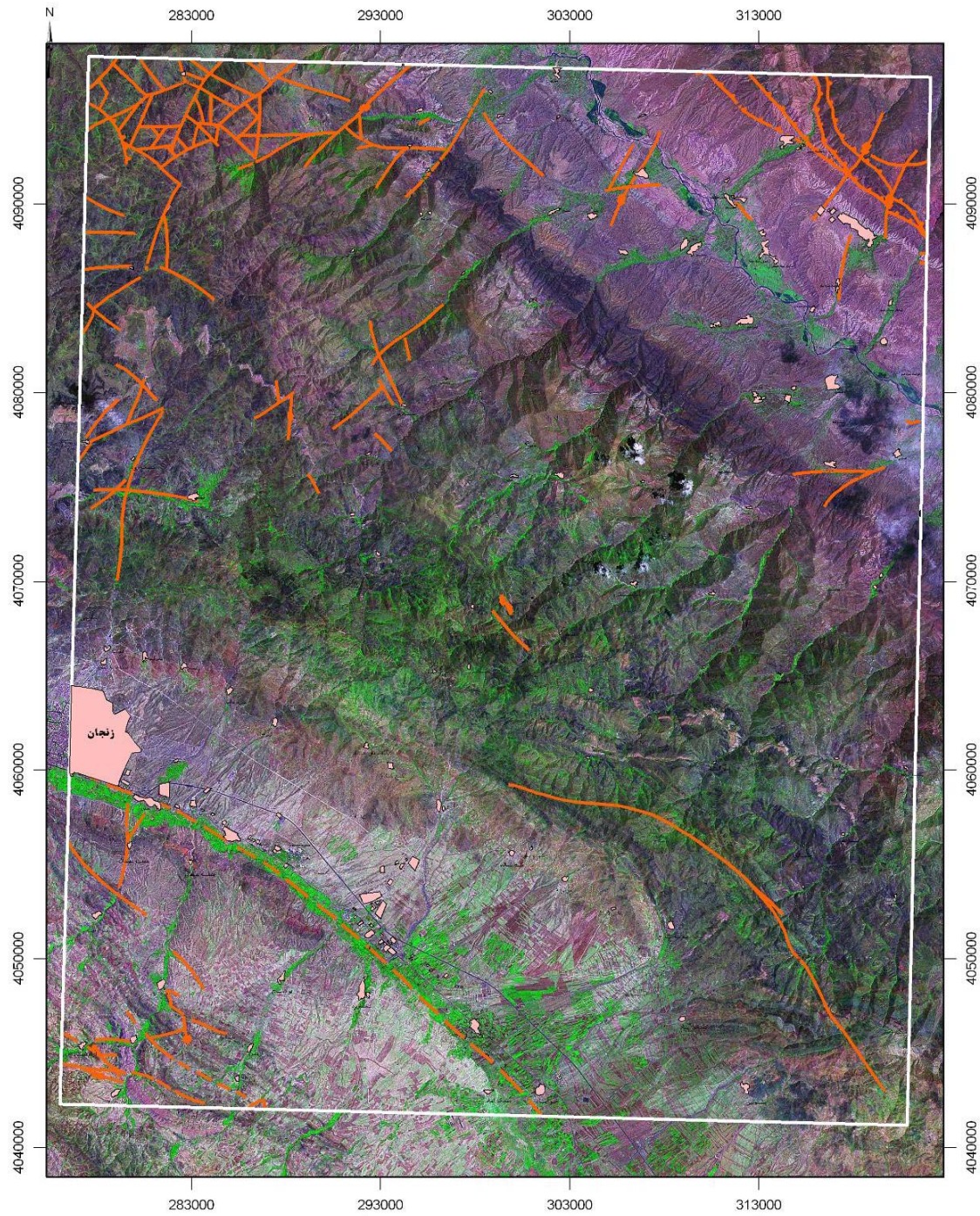
سنگهای نفوذی

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| <b>p</b>  | p : Micro quartzdiorite porphyry.  | میکرو کوآرتز دایوریت پورفیری.                |
| <b>qm</b> | qm : Quartz monzodiorite - quartz monzonite, quartz eyenite. (Oligocene?)<br>کوآرتز مونوزودایوریت - کوآرتز مونزونیت، کوآرتز ساینیت، (الیگوسن؟) | میکرو دایوریت - میکرو گابرو به رنگ سبز تیره. |
| <b>d</b>  | d : Dark green microdiorite - microgabbro.   |  |

شکل ۱-۱۰ : راهنمای نقشه زمین شناسی یکصد هزارم طارم

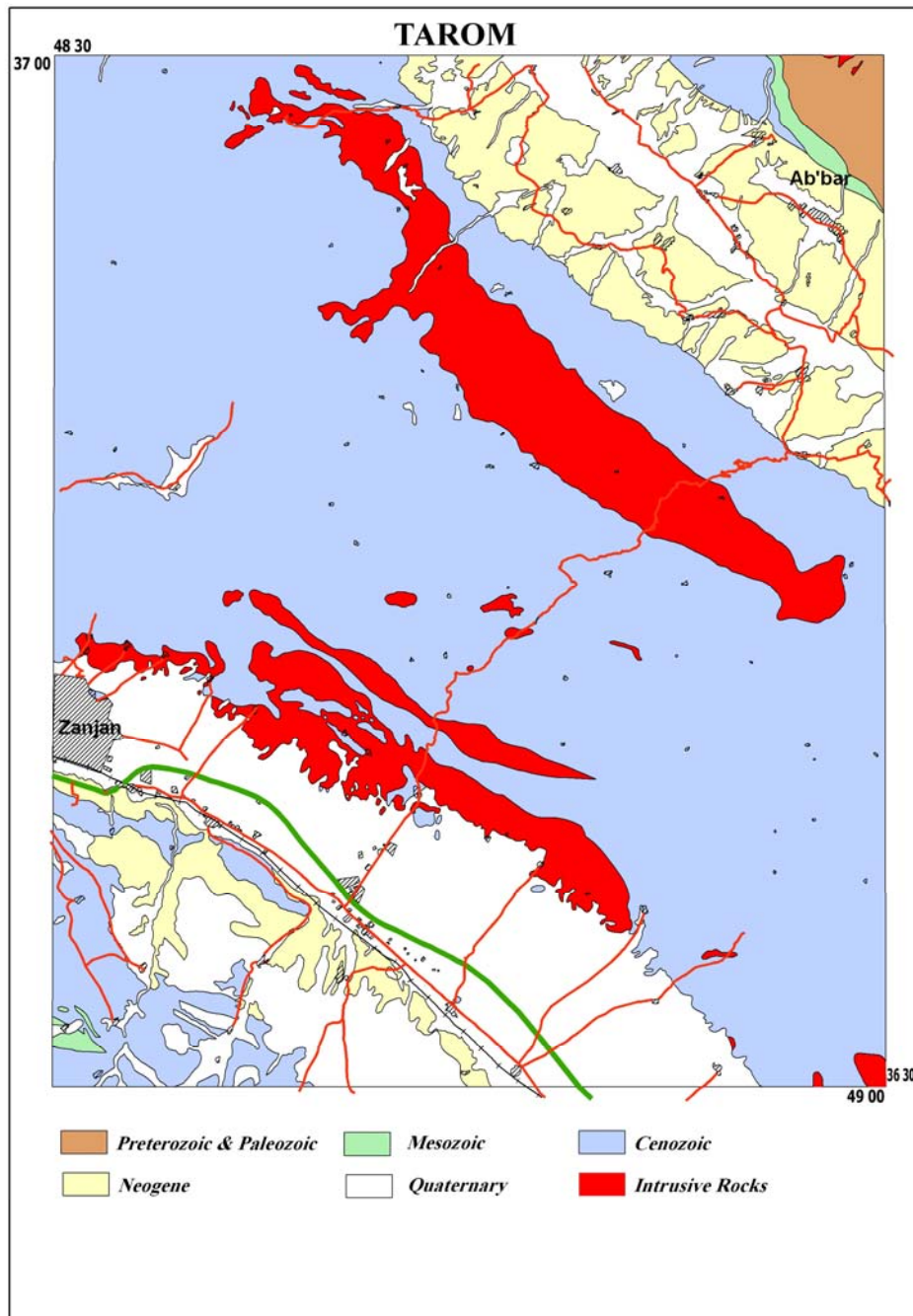


# TAROM



شکل ۱-۱۱: تصویر ماهواره ای و شکستگی های اصلی محدوده طارم ( سنجنده  $ETM^+$  ، ماهواره Landsat7)





شکل ۱-۱۲: نقشه زمین شناسی ساده شده طارم بر اساس نقشه یکصد هزارم طارم

### ۱-۵-۲- واحدهای سنگی مزوزوئیک

رخنمون نهشته‌های مزوزوئیک بصورت محدود در شمال خاوری و جنوب باختری ورقه مورد مطالعه دیده می‌شود. این رخنمونها شامل تناوب واحدهای شیل و ماسه سنگ به رنگ خاکستری تیره ( $J_s$ )

و سنگهای آهکی ضخیم لایه ( $J_1$ ) است. در شمال شهرستان آب‌بر رخنمونی از واحد  $J_s$  با ضخامت ظاهری حدود ۵۰۰ متر وجود دارد که در آن بخشهای ماسه‌سنگی مقاومتر از بخش‌های شیلی است و به صورت برجسته‌تر نمایانند. رسوبات تخریبی این واحد در امتداد سطوح گسله راندگی و معکوس بر روی نهشته‌های ائوسن و یا نئوژن رانده شده‌اند. بر اثر فشارهای تکتونیکی چین خورده بوده و در بسیاری موارد شیب لایه‌ها برگشته است. در بخشهای بالائی مجموعه سنگهای دگرگونی با سن تریاس - ژوراسیک بر روی آنها رانده شده‌اند.

در جنوب باختری ورقه و در اطراف روستای آراد بالا و کوه ساری گونی رخنمونی از واحد  $J_1$  به طور عادی و پیوسته بر روی رسوبات شیلی و ماسه‌سنگی تیره رنگ واحد  $J_s$  نشست و با توجه به تشابه چینه‌ای به سازند لار منسوب گشته است.

### ۱-۵-۳- سنوزوئیک

#### ۱-۵-۳-۱- ائوسن

بخش اصلی رخنمون‌های سنگی این ناحیه را نهشته‌های آذرآواری، جریانهای گدازه و لایه‌های رسوبی ائوسن تشکیل داده است. توده‌های نفوذی با سن الیگوسن و یا جوانتر سری ائوسن را قطع کرده‌اند. رسوبات ائوسن چین خورده اند و راستای محوری آنها شمال باختری - جنوب خاوری تا خاوری - باختری است و محور چینها اغلب شیبدار است. در امتداد رودخانه قزل اوزن نهشته ای نئوژن و کواترنری در یک ساختمان ناودیسی و به طور ناپیوسته و دگرشیب بر روی سری ائوسن نشست وند. هیرایاما و همکاران (۶۶)، سری ائوسن رشته کوههای البرز را در منطقه طارم به دو عضو کردکند و امند تقسیم کرده‌اند. عضو کردکند بخشی زیرین سازند کرج را تشکیل داده و امتداد عمومی لایه‌ها  $N60W$ ، و ضخامت کلی آن ۲۴۰۰ متر است. عضو امند به طور عادی بر روی نهشته‌های کردکند قرار گرفته است. واحدهای سنگی مختلف ائوسن از پائین به بالا به شرح زیر است:

در بخش جنوب باختری ورقه طارم و اطراف روستای آراد بالا و قینرچه واحد  $E_f$  (سازند فجن) شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ قرمز با ستبرایی حدود ۲۰۰ متر به طور ناپیوسته و دگرشیب بر روی سازندهای قدیم‌تر، از جمله لار نشست وند است و لایه‌های آهکی نومولیت‌دار با میان لایه‌هایی از کنگلومرا به رنگ خاکستری نسبتاً روشن واحد  $E_z$  (سازند زیارت) با ستبرایی حدود ۸۰ متر در ساختمان ناودیسی با محور شیبدار، به طور عادی بر روی لایه‌های کنگلومرائی سازند فجن قرار گرفته است. در برخی موارد لایه‌های آهکی به شکل عدسی مانند در داخل لایه‌های کنگلومرائی و یا ماسه‌سنگی قرمز رنگ قرار گرفته است. در همین محل لایه‌های لیتیک کریستال توف سبز تا زرد همراه با تناوبهای سیلتستون و ماسه سنگ توفی واحد  $E^{ts}$  به طور عادی بر روی سازند زیارت قرار گرفته است.



در شمال خاور ورقه و در شمال شهرستان آب بر و روستای گچی قشلاق رخنمونی از واحد  $E^{st}$  شامل تناوب سیلتستون و ماسه سنگ توفی با توف به رنگ خاکستری و سبز وجود دارد که لایه بندی متوسط تا نازک دارد. این واحد با بخشهای بالایی واحد  $E^{ts}$  هم‌ارز است. سازند شمشک با رنگ خاکستری تیره در امتداد گسل راندگی بر روی نهشته‌های این واحد رانده شده است. واحد  $E^{vt}$  شامل آندزیت با بافت پورفیری تیک و به شدت اکسیده، به رنگ بنفش - خاکستری تیره همراه با بخشهای توفی و توفیتی در کنار واحد  $E^{st}$  رخنمون دارد. بخش زیرین این واحد با گسل قطع شده است و ضخامت ظاهری آن به حدود ۲۰۰ متر می‌رسد.

۱-۵-۳-۲- واحدهای جوانتر ائوسن (هم‌ارز با بخشهای جوانتر سازند کرج) در جنوب باختری ورقه در بخش جنوب باختری ورقه طارم واحد  $E^t$  شامل کریستال لیتیک توف، خاکستر توف و توف شیشه‌ای به رنگ سبز، زرد و خاکستری همراه با ماسه سنگ توفی، سیلتسون و شیل دیده می‌شود. واحد  $E^v$  شامل گدازه‌های آندزیتی به رنگ خاکستری مایل به سبز به صورت مکرر در درون واحد  $E^t$  دیده می‌شود. گدازه‌ها در برخی موارد حفره دار بوده و به صورت گدازه برشی شده در آمده اند و ضخامت آنها بسیار متفاوت است و روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری نشان می‌دهند. واحد  $E^b$  شامل گدازه‌های بازالتی و اسپلیتی به رنگ خاکستری تیره مایل به سبز است که با گسترش بسیار کم در کنار واحدهای فوق رخنمون دارد.

۱-۵-۳-۳- واحدهای جوانتر ائوسن (هم‌ارز با بخشهای جوانتر سازند کرج) در کوه‌های طارم این واحد شامل دو عضو کردکند و امند می‌باشد:

#### الف - عضو کردکند

عضو کردکند توسط (K. Hirayama and others, ۱۹۶۶) در طارم معرفی شده است. این عضو شامل واحدهای رسوبی - آتشفشانی ائوسن هم‌ارز با بخش‌های زیرین سازند کرج است که با ضخامتی در حدود ۲۴۰۰ متر به ۸ واحد سنگی  $E_{K.K}^1 - E_{K.K}^8$  تقسیم شده است. بخش قاعده‌ای با مادستون آغاز گشته و در بالا نیز به لایه‌های ضخیم مادستون می‌انجامد. این دو بخش لایه‌های پیروکلاستیک و گدازه فراوان است که نشانگر یک دوره فعالیت آتشفشانی در این زمان است. بیشتر سنگهای آتشفشانی از نوع آندزیتی و ریولیتی بوده، در حالیکه بخشهای بازالتی در آنها کم است. واحدهای مختلف این عضو، به همراه واحدهای هم‌ارز دیگر، از پائین به بالا به شرح زیر است:

کهن‌ترین بخش عضو کردکند واحد  $E_{K.K}^1$  است که شامل ماسه سنگ توفی، توف سبز و مادستون با لایه بندی متوسط و گاه ضخیم و به رنگ خاکستری مایل به سبز می‌باشد. همبری بخش زیرین این واحد به وسیله توده نفودی گرانودیوریتی واحد gd قطع شده و یا گسله است و هیچگونه اثری از هورنفلس و

کانی‌های دگرگونی مجاورتی نشان نمی‌دهند و فقط آثار اپیدوتی، کلریتی و پروپلیتی شدن گدازه‌ها دیده می‌شود. واحد  $E_{K,K}^2$  شامل تناوب توفهای ماسه‌ای با ماسه‌سنگ توفی و یا سیلتستون توفی و مادستون همراه با میان لایه‌های توف سبز است که با رنگ سبز حنائی، خاکستری، بنفش و یا کرمی و لایه‌بندی ضخیم تا میانه و در برخی موارد توده‌ای دیده می‌شوند. دایک‌های بازالتی و یا میکروگابروئی آنها را قطع کرده است. این واحد به طور عادی بر روی واحد  $E_{K,K}^1$  قرار داشته و گسترش قابل ملاحظه‌ای را در شمال باختری و مرکز ورقه را به خود اختصاص داده است. واحد  $E_{K,K}^{1-2}$  شامل ماسه سنگ توفی، توف سبز، مادستون و سیلتستون است که توده نفوذی گرانودیوریتی و کوارتز مونزونیتی واحد gd آنرا قطع کرده است. نهشته‌های این واحد در مجاورت توده نفوذی در بسیاری موارد به شدت دگرسان شده و کانی ساز مس و سایر عناصر در حوالی بخشهای دگرسان شده است.

واحد  $E^{VP}$  شامل گدازه‌های کوارتز لاتیتی، آندزیتی - تراکی آندزیتی با بافت پورفیریتیک به رنگ خاکستری مایل به سبز و یا صورتی است که با ضخامت حدود ۱۲۰-۱۰۰ متر هم ارز با واحدهای  $E_{K,K}^1$  و  $E_{K,K}^2$  می‌باشد. در برخی موارد سنگ‌های این واحد حفره‌دار بوده و حفرات با کانی‌های ثانوی مانند کلسیت، اپیدوت و کلریت پر شده است. اینگونه سنگها در محیط کم‌عمق دریائی تشکیل یافته و در مجاورت توده‌های نفوذی دگرسان شده‌اند. دگرسانی پروپلیتی و سریسیتی و آرژیلی در آنها دیده می‌شود. در مسیر جاده اصلی زنجان- گیلوان در حوالی روستای بادامستان گدازه‌های این واحد به شکل گدازه‌های ضخیم و به حالت کم شیب گسترش یافته است.

ماسه سنگ‌های واحد  $E_{K,K}^3$  تقریباً درشت دانه و در برخی موارد توفی است و چند لایه نازک مادستون در آنها دیده می‌شود. سنگها به رنگ خاکستری و یا سبز روشن هستند و ضخامت هر یک از لایه‌ها به ۲۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر می‌رسد. گاه پورفیریت به رنگ خاکستری تیره در لابلای رسوبات ظاهر می‌شود. فنوکریست‌ها از نوع پلاژیوکلاز (با طول بیش از ۶ میلیمتر) و اوژیت (با طول کمتر از ۳ میلیمتر) می‌باشد. زمینه حاوی پلاژیوکلاز (حدود ۳ میلیمتر طول) و اولیوین به رنگ خاکستری مایل به قرمز (با قطر ۰/۵ تا ۱ میلیمتر) و زمینه‌ای با بافت هیالوپلیتیک می‌باشند. واحد  $E_{K,K}^3$  فقط در بخش شمال باختری منطقه و در غرب روستای دگاهی ظاهر گشته و به صورت زبانه مانند به بخش مرکزی وارد شده است. ضخامت آن حداکثر به ۳۵۰ متر می‌رسد.

واحد  $E_{K,K}^4$  با داشتن لایه‌های پورفیریت (۲۰-۱۰ متر) بیشتر از واحد  $E_{K,K}^3$  جدا می‌شود. این واحد در بخش شمال باختری منطقه و در کوه قره‌داش و کوه کمر رخنمون دارد و به سمت بخش مرکزی کم ضخامت می‌شود. آندزیت، پورفیریت، توف برش و ماسه سنگ دارای حدود نامشخص هستند. امکان این وجود دارد که گدازه‌ها به صورت سیل در بخش قدیمی‌تر نفوذ کرده باشد. گدازه‌ها با رسوبات همزمان هستند. همچنین توف همراه با توفیت و میان لایه‌های ماسه‌سنگ توفی و گاه گدازه‌های آندزیتی واحد  $E_{K,K}^5$

نیز در این محدوده دیده می شود. ضخامت آنها به شدت تغییر می نماید. ماسه سنگ توفی در نقاطی که دگرسان نشده به رنگ سبز مایل به آبی تیره می باشند و اغلب متوسط تا درشت دانه بوده و به خاطر تناوب رخساره های ماسه ای و توفی لایه بندی خوبی نشان می دهند. توفها ترکیب آندزیتی دارند ولی جوش خورده نیستند.

واحد  $E_{K.K}^6$  شامل توف برش، توف پومیسی، توفهای جوش خورده (Welded tuff) با ترکیب ریوداسیتی و در بخش زیرین لیتیک توف، کریستال توف و خاکستر توف به رنگ سبز تا خاکستری و یا صورتی است که لایه بندی ضخیم تا توده ای دارد و در بخش زیرین متوسط لایه است. ضخامت آنها به ۵۰ متر می رسد. این واحد با داشتن رنگ روشنتر از واحدهای مجاور، ترکیب اسیدی، گسترش زیاد و ضخامت کم به عنوان لایه راهنما به شمار می رود. اغلب بدون لایه بندی است.

واحد  $E_{K.K}^7$  شامل تناوب توفهای آهن دار، توف ماسه ای، ماسه سنگ توفی و توف سبز به رنگ خاکستری مایل به بنفش، قهوه ای و در مواردی سبز رنگ است که با ستبرایی حدود ۳۰۰ متر به طور عادی بر روی واحد  $E_{K.K}^6$  قرار دارد. نهشته های آذر آواری و رسوبی این واحد در مجاورت توده های نفوذی و بر اثر عملکرد محلول های گرمابی بشدت دگرسانی آرژیلی، سریسیتی و در مواردی پروپلیتی تحمل کرده اند. این واحد در بخش مرکزی ورقه تاقدیس و ناودیس های ملایمی را به وجود آورده اند. ضخامت آنها در بیشترین حالت به ۲۰ متر می رسد.

واحد  $E_{K.K}^8$  این واحد شامل تناوب ماسه سنگ و گل سنگ است و از بخش مرکزی ورقه به سمت جنوب خاوری امتداد دارد و واحد راهنمای  $E_{K.K}^6$  را پوشانده است. مادستون موجود در این واحد به رنگ سیاه بوده و بدون لایه بندی است. هوازدگی رنگ سنگها را به سفید مایل به زرد تبدیل کرده است. ماسه سنگ به رنگ خاکستری و ریز دانه است. از ویژگی های این واحد کمبود گدازه و توف است.

#### ب- عضو امند

این عضو توسط هیرایاما و همکاران (۱۹۶۶) معرفی شده و به طور عادی بر روی عضو کردکند قرار دارد، ولی حد بین آن دو نامشخص است. در نقاطی که آندزیت تحتانی بخش امند وجود ندارد، مادستون واحد  $E_{K.a}^2$  امند به طور مستقیم بر روی بخش بالائی کردکند قرار می گیرد. ضخامت کلی این عضو به حدود ۱۳۷۰ متر می رسد و به طور عمده به ۹ واحد سنگی تقسیم شده که یک واحد آن (بخش C) در محدوده ورقه رخنمون ندارد. ۸ واحد سنگی عضو امند از پایین به بالا به شرح زیر است:



### - واحد $E_{K.a}^1$

در باختر ورقه طارم و در جنوب روستای خشک‌رود گدازه‌های آندزیتی این واحد در هسته تاق‌دیس با شیب محوری به سوی خاور رخنمون دارد. ضخامت آن از ۰ تا ۲۰ متر تغییر می‌نماید. از لحاظ پتروگرافی از نوع آندزیت با بافت پورفیریتیک است که حاوی پلاژیوکلاز و اوژیت به صورت فنوکریست می‌باشد.

- واحد  $E_{K.a}^2$  به طور عمده شامل ماسه سنگ ریز دانه تا متوسط دانه همراه با مادستونهای نازک لایه تیره رنگ، مشابه بالاترین بخش عضو کردکند است. ضخامت کلی این واحد حداکثر به ۳۰۰ متر می‌رسد و در باختر ورقه رخنمون دارد.

واحد  $E_{K.a}^3$  شامل ماسه سنگ متوسط تا ریز دانه حاوی میان لایه‌های مادستون سیاه‌رنگ می‌باشد. لایه بندی ضعیف است ولی حد بین مادستون و ماسه سنگ به خوبی قابل تشخیص می‌باشد. ضخامت کلی به ۴۰۰-۱۰۰ متر می‌رسد.

واحد  $E_{K.a}^4$  لایه‌های نازک توف و لاپیلی توف در خاور روستای همایون دیده می‌شود. برخی نقاط حفره‌دار و پومیزی هستند. لاپیلی توف حاوی قطعات آندزیتی و ریولیتی با قطر کمتر از ۲۰ میلیمتر است. ضخامت این واحد به حدود ۲۰-۰ متر می‌رسد.

واحد  $E_{K.a}^5$  در بخش زیرین حاوی ماسه سنگ و توف است که به سمت بالا به گدازه‌های متنوع مانند پورفیریت و آندزیت تبدیل می‌شود. این گدازه‌ها از لحاظ ترکیب مشابه واحد زیرین هستند، با این تفاوت که گدازه اولیون بازالتی در این واحد دیده می‌شود. به سمت روستای زاکر توف جوش خورده همراه با میان لایه گدازه آندزیتی دیده می‌شود. این واحد از روستای همایون به سمت جنوب خاوری منطقه ادامه دارد. ضخامت این واحد با توجه به پیچیدگی‌های ساختمانی حدود ۳۰۰-۲۰۰ متر برآورد شده است.

واحد  $E_{K.a}^6$  با رخنمون‌های ناممتد از جنوب روستای همایون به سمت جنوب خاوری منطقه کشیده شده است. نهشته‌های این واحد از نوع توف برش و در برخی موارد لاپیلی توف به رنگ خاکستری مایل به بنفش است. این واحد بخاطر شکل رخنمون، رنگ و لیتولوژی خاص، لایه کلیدی خوبی را در بخش بالائی ائوسن ایجاد کرده و ضخامت آن در حد ۴۰-۲۰ متر است.

واحد  $E_{K.a}^7$  شامل توف سفید و سفید مایل به صورتی به همراه توف پومیزی در بخش جنوب خاوری منطقه و در شمال روستای بوئین رخنمون دارد. سنگها از نوع توف ریز دانه حاوی پلاژیوکلاز و اوژیت است که در سیمانی از خاکستر به رنگ سفید مایل به صورتی قرار گرفته‌اند.

واحد  $E_{K.a}^8$  شامل گدازه آندزیتی، توف برش با ترکیب ریولیتی - داسیتی دیگر انواع توف و کمی ماسه‌سنگ و مادستون است. بالاترین واحد ائوسن را تشکیل داده است. در بخش جنوب خاوری نهشته‌های این واحد به طور ملایم چین خورده‌اند. در مجاورت توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی دگرسانی گرمایی تحمل

کرده‌اند، ولی پدیده هورنفلسی شدن در آنها دیده نشده است. در بخش‌های زیرین بیشتر از نوع گدازه و توف برش بوده و به سمت بالا به طور عمده به ماسه‌سنگ توفی و سنگهای رسوبی تبدیل می‌شود. توف‌ها و سنگ‌ها رنگ بنفش مایل به قرمز داشته و می‌تواند به عنوان لایه کلیدی به شمار رود.

#### ۱-۵-۳-۴- نئوژن

واحد  $Ng_1^c$  شامل کنگلومرای قرمز رنگ است که با لایه‌بندی ضخیم و دگرشیبی مشخص بر روی واحدهای ائوسن نشسته و در برخی موارد همبری گسله با آنها دارد. این واحد با ستبرایی حدود ۲۰۰-۳۰۰ متر در قاعده ساختمان ناودیس اطراف رودخانه قزل اوزن قرار دارد و قطعات کنگلومرا بیشتر از نوع اسلیت و ماسه‌سنگ توفی ائوسن است. در اطراف روستای سرخه دیزج و شهر جدید آب بر رخنمون آن دیده می‌شود. سن این واحد نئوژن و به احتمال میوسن پیشین است.

واحد  $Ng_2^m$  این واحد شامل تناوب مارن گچ دار، لایه‌های سنگ گچ به رنگ سبز روشن همراه با لایه‌های رس، ماسه‌سنگ و کنگلومرای مایل به قرمز است که در مجموع بخش‌های سبز و قرمز رنگ با هم تناوب دارند و به طور عادی بر روی کنگلومرای قرمز رنگ واحد  $Ng_1^c$  قرار گرفته است. لایه‌های سنگ گچ این واحد از نظر اقتصادی با ارزشند. نهشته‌های این واحد در اطراف رودخانه قزل اوزن و در محور ناودیس رخنمون وسیعی دارد و با سازند قرمز بالائی زون البرز مرکزی هم ارز است.

واحد  $Ng_2^c$  بخشی از واحد  $Ng_2^m$  محسوب گشته و شامل کنگلومرا به رنگ خاکستری مایل به قرمز و یا سبز است. قطعات بیشتر شامل سنگ‌های رسوبی- آتشفشانی ائوسن و سنگهای دگرگونی در حد فیلیت و شیست سبز است. گردشگری آنها متوسط و جورشدگی ضعیف است. سخت شدگی سیمان کنگلومرا در حد متوسط است.

واحد  $Ng_2^b$  شامل بازالت به رنگ خاکستری تیره است که با رخنمون بسیار محدود در شمال ورقه طارم دیده می‌شود. سنگهای بازالتی این واحد با بخشهای جوانتر واحد  $Ng_2^c$  هم ارز است.

واحد  $PIQ^c$  شامل کنگلومرا با لایه بندی ضخیم تا توده‌ای و زمینه سست است که قطعات سنگهای قدیمی‌تر را در بر دارد. گردشگری آنها متوسط تا ضعیف و جورشدگی آنها ضعیف است. ضخامت این واحد به حدود ۳۰۰ متر می‌رسد و در هسته ناودیس قزل اوزن به طور ناپیوسته و دگرشیب بر واحدهای قدیمی‌تر، به ویژه نهشته‌های نئوژن قرار گرفته است.

#### ۱-۵-۳-۵- کواترنری

نهشته‌های آبرفتی کواترنری در نتیجه فرسایش رودخانه‌ها و سیلاب‌ها به صورت پادگانه‌های آبرفتی و مخروط افکنه در کنار رودخانه‌ها و دامنه ارتفاعات تشکیل یافته است. در دامنه‌های پر شیب واریزه‌ها

شکل گرفته‌اند. مناطق کشاورزی اغلب در مسیر رودخانه‌های اصلی و اطراف آنها، واحدهای دیگر را پوشانده است.

بنا به نظر هیرایاما و همکاران (۱۹۶۶) در اطراف رودخانه قزل اوزن پادگانه‌های آبرفتی (Terraces) در چهار افق ظاهر شده که بلندترین آنها ۷۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. سازندهای پادگانه‌ها از نوع گراول، رس و ماسه است. در دو پادگانه قدیمی هیچ اثری از قطعات گرانیتوئیدی وجود ندارد که نشانگر رخنمون نداشتن توده نفوذی گرانیتوئیدی در حوضه آبریز بخشهای بالا دست رودخانه در زمان تشکیل آن است. گراول‌های موجود در دو پادگانه قدیمی بیشتر از نوع سنگهای آتشفشانی و رسوبی ائوسن است. بخش جنوبی و جنوب باختری رشته کوههای طارم آبرفتها دامنه‌های کم شیبی را به وجود آورده‌اند. نهشته‌های آبرفتی در نتیجه فازهای خشکی‌زائی هم ارز پاسادین در دو سوی کوههای طارم کمی شیبدار شده‌اند. نهشته‌های بادبزی و واریزه‌ها در دامنه ارتفاعات تشکیل یافته و به سوی دشت از شیب آنها کاسته می‌شود. در اطراف رودخانه زنجان رود پادگانه‌های آبرفتی دشت وسیعی را به وجود آورده‌اند که موجب رونق کشاورزی در حوالی شهرستان زنجان شده است.

#### ۱-۶- توده های نفوذی

توده‌های نفوذی ورقه طارم اغلب از نوع نیمه‌عمق (و در مواردی عمیق) است. وجود بافتهای پورفیری، دگرسانی‌های متنوع سریسیت، آرژیلی و سیلیسی و پروپلیتی در بخشهای حاشیهای توده‌های نفوذی و از طرفی تأثیر حرارتی ضعیف به سنگهای مجاور (در حد دگرسانی و یا در مواردی در حد رخساره آلبیت اپیدوت هورنفلس) نشانگر کم عمق بودن جایگاه اغلب توده‌های نفوذی ورقه طارم است.

واحد d شامل دایکها و توده‌های نفوذی نیمه عمق میکروگابروئی به رنگ خاکستری تیره مایل به سبز است. بافت آنها پورفیروئید با زمینه اینترگرانولار، اینترسرتال و دولریتی است. درشت بلورها از نوع پلاژیوکلاز شکل دار کلسیک، اوژیت و یا اوژیت تیتان دار و اولیوین کاملاً دگرسان شده است.

واحد qm شامل سنگ‌های نفوذی کوارتز مونزودیوریتی، کوارتز مونزونیتی و کوارتز سینیتی به رنگ خاکستری مایل به سبز و یا صورتی است که با روند عمومی شمال باختری- جنوب خاوری در ورقه طارم رخنمون وسیعی دارد. توده‌های کوارتز مونزودیوریتی به وسیله توده‌های کوارتز مونزونیتی قطع شده‌اند. آخرین فازهای توده نفوذی از نوع گرانیت، کوارتز سینیت و آپلیت است که با رنگ صورتی روشن مشخص هستند.

در بررسی پتروگرافی سنگ‌های کوارتز مونزودیوریت بافت گرانولار و گاه مونزونیتیک دارند و کانیهای اصلی شامل پلاژیوکلاز (از حواشی به فلدسپات آلکان تبدیل شده)، فلدسپات آلکان با بافت پرتیتی، حدود ۵ درصد کوارتز، کلینوپیروکسن با بیوتیت بوده و تا حدودی اورالیت شده است. بیوتیت

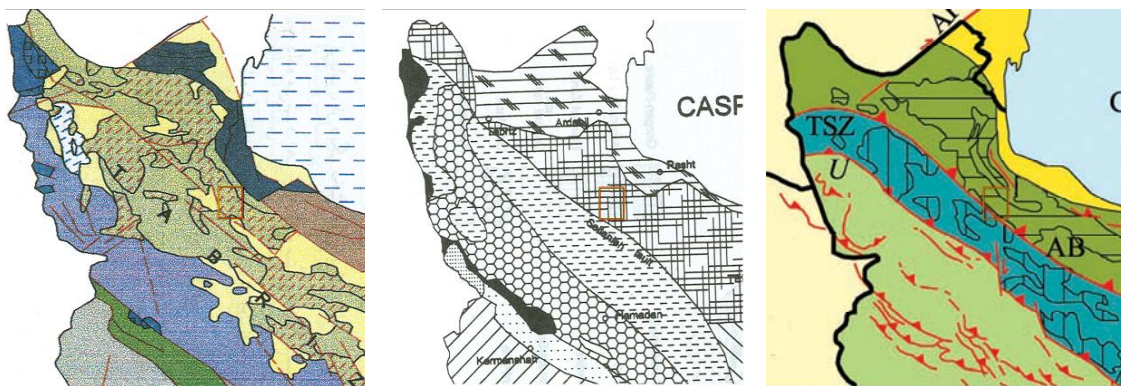


قهوه‌ای حاوی زیرکن بوده و با هاله پلئوکروئیک مشخص است. کانی اورتوز به صورت پورفیروئید در انواع کوارتز مونوزیستی در ابعاد چند سانتیمتری دیده می‌شود. بر اثر فعالیت‌های پنوماتولیتی رگه‌های تورمالین‌دار سنگ‌های توده را بریده است. سنگ‌های این واحد در بررسی پتروگرافی از نوع پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکالن، کوارتز ۲۰-۱۵ درصد، بیوتیت، کلینوپیروکسن با تبدیل‌شدگی به آمفیبول، گاه هورنبلند است. در حواشی توده، به ویژه مناطق دگرسان شده رگه‌های مس و طلا دار سنگ‌های توده را قطع کرده است.

واحد p شامل توده نیمه‌عمق با ترکیب میکروکوارتز دیوریت پورفیری، میکرودیوریت پورفیری به رنگ خاکستری است که با روند شمال باختری- جنوب خاوری در بخش مرکزی ورقه طارم رخنمون دارد و نهشته‌های ائوسن را قطعه کرده است.

### ۷-۱- زمین شناسی ساختمانی

محدوده مورد بررسی در بخش باختری پهنه البرز (علوی ۱۹۹۱)، پهنه البرز (نوگل سادات- الماسی، ۱۹۹۳)، البرز باختری (افتخارنژاد، ۱۳۵۹) جای دارد (شکل ۱-۱۳).



شکل ۱-۱۳- موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی تقسیمات زمین شناسی - ساختاری ایران (بخش شمال باختر- باختر ایران) از سمت راست: علوی (۱۹۹۱)، افتخارنژاد (۱۳۵۹) و نوگل سادات (۱۹۹۳)

روند عمومی ساختارهای زمین‌شناسی، همسان با دیگر مناطق البرز باختری NW-SE می‌باشد. پی‌سنگ قدیمی این ناحیه مجموعه سنگهای دگرگونی واحد  $PC^{mt}$  است که احتمالاً به پرکامبرین تعلق دارد. رسوبات کم ضخامت و پراکنده‌ای از پالئوزوئیک و مزوزوئیک در بخش‌های شمال‌خاوری و جنوب‌باختری ورقه رخنمون دارد. در بین آنها نهشته‌های سنوزوئیک و به ویژه ائوسن از اهمیت شایانی برخوردار است. در ائوسن بر اثر فازهای کششی حجم زیادی از گدازه‌های آتشفشانی و مواد آذرآواری به همراه نهشته‌های

رسوبی تشکیل یافته است. ردیف ائوسن که به صورت پیش‌رونده با کنگلومرای قاعده‌ای سازند فجن بر روی رسوبات مزوزوئیک و یا قدیمی تر نشسته است. ضخامت آنها به بیش از ۳۰۰۰ متر می‌رسد.

در ائوسن پایانی - الیگوسن همزمان با فاز تکتونیکی پیرنه‌ای، نهشته‌های ائوسن و قدیمی‌تر چین‌خورده و توده‌های نفوذی اغلب کم عمق هم راستا با روند ساختاری در آنها جای گرفته است. توده‌های نفوذی که بیشتر از نوع کم عمق هستند بر اثر بالا آمدن تغییر شیب لایه‌ها را در مجاور خود موجب گشته و روند کشیدگی رخنمون آنها از دو امتداد N58W و N12W و در مواردی N45E تبعیت می‌نماید.

در بخش شمال خاوری ورقه طارم ناودیس بزرگی با روند شمال باختری - جنوب خاوری تشکیل یافته که رودخانه قزل‌اوزن در بخش محوری آن قرار دارد. در هسته این ناودیس رسوبات تخریبی و تبخیری نئوژن تشکیل یافته است. در شمال خاوری ورقه طارم واحدهای سنگی قدیمی در امتداد گسل‌های تراسی و معکوس بر روی هم رانده شده‌اند و در نهایت رسوبات تخریبی و تیره رنگ سازند شمشک بر روی واحدهای نئوژن رانده شده‌اند که خود نشانگر فعال بودن گسلها در عهد حاضر است. در کوه‌های طارم ناودیس و تاقدیس‌های متعدد دیگر با راستای شمال باختری - جنوب خاوری و یا خاوری - باختری دیده می‌شود که در بیشتر موارد شیب محوری به سوی جنوب خاوری نشان می‌دهند. گسل احتمالی زنجان که در بخش جنوب باختری و جنوبی ورقه امتداد دارد از شهرستان زنجان می‌گذرد و احتمالاً از نوع نرمال است. در بخش جنوب باختری ناحیه مورد بررسی نهشته‌های ائوسن لیتولوژی متفاوتی نسبت به کوه‌های طارم نشان می‌دهند. در بخش شمال خاوری گسل‌های راندگی زیر پهنه طالش را از زیر پهنه فرونشست قزل‌اوزن جدا نموده‌اند.

توده‌های نفوذی نهشته‌های ائوسن را قطع کرده و کشیدگی رخنمون آنها از دو روند N58W و N12W و تا حدودی N45E تبعیت می‌نماید. امتداد عمومی گسلها با توجه به برداشت‌های طولی و امتداد N95E ، N20W و N50W را نشان می‌دهند که با راستای گسل سلطان آباد - تبریز مطابقت دارد. درزه‌ها که اغلب محل جایگیری مواد معدنی است که در بررسی آماری دو راستای N30W و N55E را نشان داده‌اند. قطب سطوح درزه در استریونت در جهت شیب/شیب ۸۵/۰۵۶ ، ۸۹/۱۵۵ ، ۷۵/۱۲۴ درجه تمرکز دارند.

از دیدگاه ساختمانی محدوده مورد بررسی به چهار زیر پهنه قابل تقسیم است (شکل ۱-۱۴) که از سمت شمال خاوری به جنوب باختری به شرح زیر است:

#### الف) زیر پهنه طالش

در این زیر پهنه گسل‌های راندگی متعددی با امتداد شمال باختری - جنوب خاوری سنگ‌های دگرگون شده واحد  $P^{Cmt}$  را به ترتیب بر روی نهشته‌های تخریبی ژوراسیک و سپس واحدهای ائوسن

رانده‌اند. رخنمون سنگ‌های دگرگون شده، ظهور واحدهای سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک، تکتونیک فعال از ویژگیهای این زیر پهنه است.

### ب) افتادگی قزل اوزن

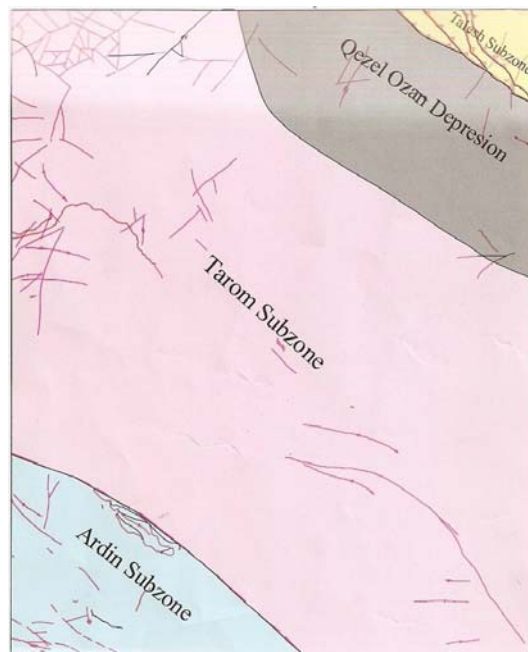
در این افتادگی نهشته‌ای تخریبی و کولابی نئوژن، پلیوکواترنری و کواترنری با امتداد شمال باختری- جنوب خاوری به صورت یک ناودیس بزرگ در اطراف رودخانه قزل‌اوزن رخنمون دارند و اثری از رخنمون‌های ائوسن و قدیمی تر دیده نمی‌شود.

### ج) زیر پهنه طارم

نهشته‌های آذر آواری و گدازه ای ائوسن با ستبرایی نزدیک به ۳ تا ۴ کیلومتر تاقدیس و ناودیس‌های متعدد تشکیل داده‌اند و اغلب محور تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها شیبدارند. توده‌های نفوذی اولیگوسن با کشیدگی در امتداد شمال باختری- جنوب خاوری سنگهای ائوسن را قطع کرده و در حاشیه موجب دگرسانی شده‌اند.

### د) زیر پهنه اردین

نهشته‌های آذرآواری و گدازه‌ای ائوسن در این زیر پهنه نیز رخنمون دارند، لیکن ضخامت و تنوع واحدهای آتشفشانی کم است. اثری از توده‌های نفوذی اولیگوسن، دگرسانی‌های اطراف توده‌ها و کانی‌زائی فلزی دیده نشده است.



شکل ۱-۱۴: چهار زیر پهنه منطقه طارم از دیدگاه ساختمانی





## ۸-۱- بررسی حوضه های آبریز

به منظور سهولت بخشیدن به طراحی محل نمونه‌ها و اجرای عملیات مربوطه لازم است در هر حوضه آبریز محدوده آن حوضه روی برگه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه تعیین و مشخص گردد. همچنین تعیین محدوده حوضه‌های آبریز بر روی هر برگه می‌تواند در تحلیل داده‌های مربوط به آن و محدود کردن مناطق آنومالی مفید واقع شود. جهت سهولت در مشخص نمودن محل آنومالی‌های احتمالی که پس از تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها به دست خواهد آمد، محدوده حوضه‌های آبریز در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ لازم است مورد بررسی قرار گیرد.