فصل دوم – زمين‌شناسي ناحيه‌اي

2-1- زمین‌شناسی عمومی

منطقه معدنی احمدآباد با توجه به تقسیمات زمین‌شناسی ایران (اشتوکلین، 1974، نبوی، 1355) در زون فعال ایران مرکزی قرار دارد(شکل 2)، که از پرکامبرین تاکنون دوره‌هایی چند از فعالیتهای کوهزایی، چین‌خوردگی و ماگماتیسم را به خود دیده است. منطقه مورد مطالعه در فاصلهٔ کمی از جنوب کمپلکسهای دگرگونی ایران مرکزی قرار دارد (هوکرید. و همکاران،1962).

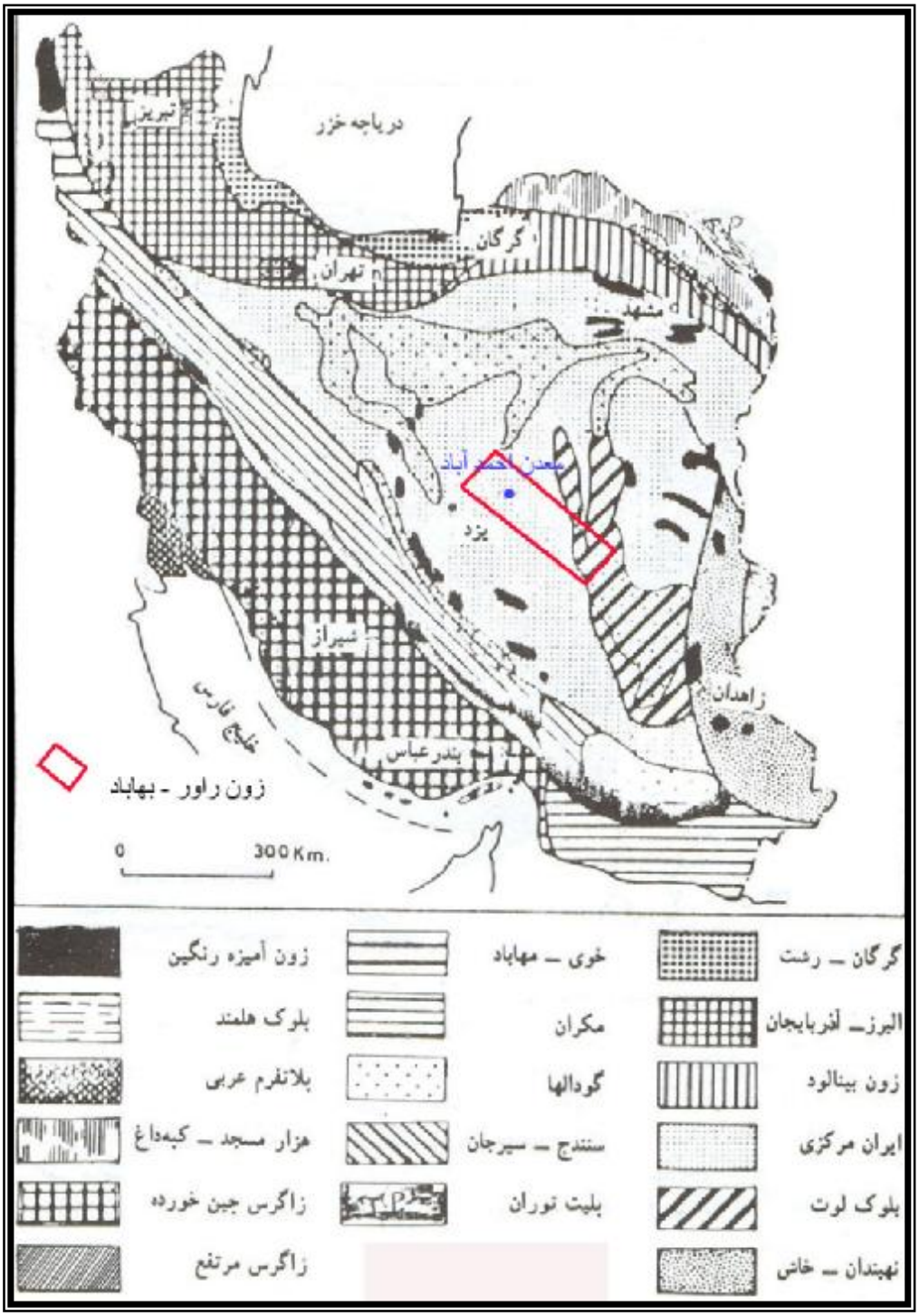
حد شمالی زون ایران مرکزی، بلندیهای البرز، جنوب و جنوب باختری آن سنگهای آتشفشانی ارومیه – دختر قرار دارد. حد جنوبی و جنوب باختری آن توسط کمربندی از گسلهای پرشیب و مستقیم که تا مزوزوئیک فعال بوده‌اند، از ناحیه سنندج – سیرجان جدا می‌شود (سنگور،1991). حد خاوری این زون چندان مشخص نیست، چرا که برخی زمین‌شناسان بلوک لوت را جزو ایران مرکزی و برخی دیگر منطقه‌ای جداگانه از آن می‌دانند. این زون جزء بزرگترین و پیچیده‌ترین واحدهای زمین‌شناسی ایران به شمار می‌آید و حوادث متعددی را نیز پشت سر نهاده و بارها دستخوش دگرگونی، ماگماتیسم، کوهزایی و چین‌خوردگی شده است.

گسل‌های نای بند در خاور، کویر بزرگ (درونه) در شمال و شمال خاور، دهشیر در باختر و جنوب باختر آن را احاطه می‌کند که در امتداد این گسل‌ها، افیولیت‌ها بیرون‌زدگی دارند.

قدیمی‌ترین سنگهای ایران مرکزی، مربوط به سری مراد است که ترکیب آواری – آتشفشانی داشته و برروی آن مجموعه ریزو و دزو قرار می‌گیرد که ترکیب کربناته دارد. سنگهای آتشفشانی بیشتر ترکیب اسیدی تا متوسط دارند و گرایش آنها آلکالن تا کالک آلکالن (با سن پرکامبرین پسین) است. هم‌چنین در منطقه بافق نیز فعالیت ماگمایی وسیعی با ترکیب گرانیت و کوارتز پورفیر تا توده‌های بازی صورت گرفته که هم‌ارز گرانیت دوران است.

فعالیت‌های ماگمایی در این زمان، همزمان با شروع کافت می‌باشد که در طی آن، سری کوشک،ریزو و دزو شکل می‌گیرند. سنگهای دزو نسبت به سری ریزو باریکتر بوده و گرایش آلکالن دارد. پس از فروکش کردن فعالیت آتشفشانها، ماگماتیسم نفوذی شروع می‌شود و گرانیت‌هایی از نوع زریگان با سن 540-530 میلیون سال شکل می‌گیرد. این گرانیت‌زایی سبب محکم شدن پی‌سنگ ایران شده و دگرگونی را نیز دنبال داشته است. رخنمون دگرگونی درجه بالا با گسترش زیاد مربوط به پرکامبرین در ایران مرکزی مشاهده نگردیده و دگرگونیهای درجه بالای ایران مرکزی، به زمانهای جدیدتری

تعلق دارند. همزمان با تشکیل سنگهای یادشده، کانی‌سازی گسترده آهن، سرب و روی، منگنز، فسفات و REE بوجود آمده است.



شکل 2- موقعیت معدن احمد آباد و زون راور - بهاباد در نقشه ساختاری ایران (نبوی 1355).

رسوبات پالئوزوئیک ایران و ایران مرکزی، بویژه در مثلث میانی، با رخساره قاره‌ای مانند ماسه‌سنگ قرمز آغاز می‌شود که با افقی از کوارتزیت سفید به ضخامت 50 متر پوشیده می‌شود و در بین لایه‌های پالئوزوئیک نبودهای چینه‌شناسی مهمی در زمانهای اردویسین پسین – سیلورین و دونین صورت گرفته که خود گواه بر عملکرد حرکات زمین ساختی پالئوزوئیک پیشین (حرکات کالدونین) و سپس فرسایش در این زمانهاست (حقی‌پور-1977). به عقیده حقی‌پور و دیگران (1977) این حرکات در این مناطق صرفاً از نوع خشکی‌زایی بوده و نباید از آن به عنوان فاز کوهزایی هرسینین یاد کرد.

افزون براین در اواخر کربونیفر نیز حرکات دیگری صورت گرفته و سبب وقفه در رسوبگذاری در کربنیفر پسین شده است.

رسوبات تریاس گرچه در بخش خاوری، مرکزی و باختری مثلث میانی تشکیل شده ولی در بخش خاوری به ویژه طبس، دارای گسترش بیشتری نسبت به دیگر بخشهاست. که دلیل آن عملکرد گسل کلمرد، کوهبنان و انار است. ضمناً آثار دگرگونی مربوط به این کوهزایی در بخش مرکزی به ویژه در ساغند مشاهده می‌شود. در مثلث بهاباد، راور، کوهبنان، در سنگهای تریاس، کانه‌زائی وسیعی از سرب و روی رخ داده و کانسارهای متعددی از قبیل گُوجَز، گِوَز، ده‌عسگر، تاجکوه، باجگون، بنه‌انار، گیجرکوه، طرز و .... را به وجود آورده است. در دورهٔ ژوراسیک، در مثلث میانی و بیشتر نواحی آن، رخساره‌های ماسه‌سنگی، شیلی و مارنی تشکیل می‌شود. فاز کوهزایی سیمرین پسین در ژوراسیک میانی، باعث تغییر رخساره در این نواحی شده است. این فاز، یک فاز فشارشی همراه با دگرگونی – ماگماتیسم بوده و گرانیت شیرکوه یزد نمونه‌ای از فعالیت آن است. این توده، رسوبات ژوراسیک را قطع کرده و رسوبات کرتاسه زیرین روی آن قرار گرفته‌اند.

پیشروی دریا در کرتاسه پیشین، در مثلث میانی با وسعت زیادی انجام گرفته و رخساره‌هایی مانند کنگلومرا، ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک تخریبی از آثار آن است. در اواخر کرتاسه (ماستریختین – پالئوسن) رسوبات اعظم مثلث میانی، چین‌خوردگی شدیدی را همراه با دگرگونی متحمل شده‌اند که باعث ایجاد دگرشیبی بین رسوبات پالئوسن و کرتاسه بالا شده است.

در پاره‌ای از نواحی مثلث میانی، رخساره‌های رسوبی سنوزوئیک (دوره پالئوسن) با کنگلومرای قاعده‌ای و ماسه‌سنگ شروع می‌شود که بطور دگرشیب روی رسوبات قدیمی‌تر را می‌پوشاند. دگرگونی سنوزوئیک در مثلث میانی، به دو صورت درونی و بیرونی رخ داده است. به دنبال فاز فشارش کرتاسه پسین (لارامید) که با دگرگونی، چین‌خوردگی و بالاآمدگی و جابجایی افیولیت‌ها در

پیرامون مثلث میانی همراه بوده، توده‌های نفوذی با ترکیب گرانودیوریت با گرایش کالک‌آلکالن نیز شکل گرفته‌اند.

در ضمن در دوره ائوسن نیز فعالیت آتشفشانی سبب ایجاد حجم‌های سترگ سنگهای آتشفشانی با ترکیب آندزیتی – داسیتی در امتداد گسلها شده است به گونه‌ای که در خاور گسل دهشیر – بافت این نوع فعالیت‌ها در سطح وسیعی وجود داشته و تا عهد حاضر نیز بصورت تراورتن‌زایی ادامه دارد. در منطقهٔ انارک با پی‌سنگ اولترامافیک – مافیک، در نتیجه عملکرد ماگماتیسم جوان کانه‌زائی گسترده فلزی آهن، طلا، مس، آنتیموان، سرب و روی رخ داده که در فلززائی منطقه معدنی انارک شرح آن آمده است. در دوره کواترنر بسیاری از حوضه‌های رسوبی، همزمان با شکل گیری نهایی بلندیها، ارتباط خود را با دریاها از دست داده و بصورت سرزمین‌های وسیعی درآمدند که در آنها رسوبات تبخیری مانند گچ و نمک همراه با رس و مارن با ویژگی مناطق کویری تشکیل شده است. از مهمترین کویرهایی که در مثلث میانی وجود دارند، می‌توان به کویر اردکان، ابرکوه، بافق و بیابانک اشاره کرد.

زون ایران مرکزی خود به چند زون فرعی(Sub zone) تقسیم می شود که زون بافق- پشت بادام یکی از آنها میباشد که معدن احمد آبیاد در آن جای می گیرد.

زون بافق – پشت بادام، واقع در ایران مرکزی به صورت سنتی جایگاه کهن ترین سازندهای ایران زمین معرفی می شود. در نقشه های زمین شناسی ، سن آنها از آرکئن ، پروتروزوئیک و پالئوزوئیک دانسته شده وقدیمی ترین کمپلکس ها به عنوان «چاپدونی، بنه شورو و تاشک» قلمداد شده اند. بررسی های اخیر بخصوص بهره گیری از فن آوری های نوین (پردازش تصویری ماهواره ای و ژئوشیمی ایزوتوپی و سن های رادیوایزوتوپ) نشان داده است که :

1- این زونبخشی از ابر قاره گندوانا با پوسته سیال 1000-1300 میلیون سال و پوشش بقاره ای سازند تاتک با رخساره مولاسی در رخداد لوفیلی شکل گرفته است.

2- در چرخه تکتونوماگمایی کاتانگایی – پان افریقایی یعنی از حدود 850 تا 510 میلیون سال این منطقه همانند بسیاری از بخش های گندوانا دستخوش پویایی ناشی از صعود آستنوسفر، ماگماتیسم نشئت گرفته از گوشته غنی شده و ماگماتیسم و متاسماتیسم وایسته بدان و سیلان گسیل شده از ژرفای زمین (احتمالا هسته) گردیده و جایاه ریفتی با پدیده های مربوط را موجب گشته است، که رویکرد متالوژنی آن تشکیل منابع سنگ آهن، آپاتیت ، اورانیوم – توریم ، اورانیوم – طلا – پلی متال و سرب و روی گانهای متعاقب و در چرخه کاتانگایی – پان افریقایی شده است.

3- مجموعه پی سنگ و سازند مربوط به ریفت پر کامبرین در چرخه های سیمری و آلپی که خود در زمان تریاس پسین به واسطه صعود گوشته و ایجاد سیستم ای هورست و گرابن در ایرا ن مرکزی منطقه بافق – پشت بادام به صورت هورستی در آمده که در دو سمت خاور و باختر به دو حوضه رسوبی (گرابن) کوهبنان و خرانق محدود می شده است. در بخش باختری منطقه بافق – پشت بادام به واسطه عملکرد گسل های شقه گر رژیم دگرگونی فشار بالا و حرارت پایین راسبب گردیده که امروز در کوه های خوشومی ، نی باز ، چاپدونی ، ناتک و کنار کویر دره انججیز رخنمون دارد. رویکرد این دگرگونی تشکیل شیست های متبلور در بش باختری منطقه است که به سمت خاور به فیلت واسلیت با میان لایه های آهک مرمری تبدیل می گردد. در اطراف میدان معدنی ساغند تقریبا دگرگونی نیافته اند. نمودار نرمالیزهREE به کندریت آمفیولیت های نی باز – خوشومی همانند آمچه اسن که از بازالت های سازند ناتک بدست آمده است. در بخش باختری منطقه دگرگونی درجه بالا و حتی فوق دگرگونی مجموعه دگرگونی پیشین (رخداد سیمری) به شدت تحت تاثیر قرار داده و آنها را تفکیک ناپذیر می سازد. در مجموعه گرانیت گنیسی کوه خوشومی ، نی باز و کلوت چاپدونی بقایایی از میکا – کوارتز شیست های حاصل از رخداد سیمری در تصاویر ماهواره ای هنوز قابل شناخت است. سنگهای اصلی سری دگرگونی ضعیف تا متوسط سیمری احتمالا و بطور عمده تعلق به سازند ناتک دارد و در بخش های بقایایی سازند ساغند و سری ریز و متعلق به چرخه ریفتی پر کامبرین وجود دارد. این بخش ها در نقشه های اسپکترومتری هوایی و مغناطیس سنجش از سازند ناتک قابل تفکیک است. در ایران مرکزی درمحدوده های با روند خطی و دگر شکلی داکتیل ارقام سنی منطبق با رخداد سیمری آغازی در پرتو سنجی ها بدست آمده که نشان از بروز حادثه دیناموترمال در تریاس میانی – پسین دارند. ایزوکرون Rb-Sr روی پنج نمونه سنگی از مجموعه دگرگونی سن Ma 17 مثبت و منفی 207 را نشان می دهد. تعیین سن K-Ar روی سنگ های دگرگونی منطقه بنه شورو سن 220-180 میلیون سال را برای دگرگونی ناحیه ای داد ه است (سامانی و همکاران 1382) .

زون اکتشافی بافق – پشت بادام خاستگاه معادن بزرگ آهن ایران می باشد و به همین جهت بیشترین توجه به صنعت فولاد و تأمین خوراک کارخانجات ذوب آهن در این ناحیه بوده است. این در حالیست که منطقه مورد نظر پتانسیل بسیار مناسبی از نظر بسیاری دیگر از فلزات ارزشمند داراست، بعنوان مثال اورانیوم، فسفات عناصر نادر خاکی، سرب و روی و غیره.

2-2- زمین‌شناسی ساختمانی

هوکریده و همکاران براین باورند که رویداد Assynetic (پرکامبرین پسین) در این منطقه باعث چین‌خوردگی نهشته‌های سری‌مراد شده و دگرشیبی موجود بین سری‌مراد و ریز و در ناحیه آب‌مراد کرمان دلیل آشکار آنست. روند ساختمانی نهشته‌های مذکور تقریباً عمود برروند مسلط ساختمانی این منطقه اعم از ارتفاعات و یا فرورفتگیها با جهت شمال باختر – جنوب خاور است. به دنبال چین‌خوردگی Assynetic و تسلط یک فاز کششی، رخداد آتشفشانی شدید در منطقه رخ داده است که آثار آن را در سری ریزو و دزو میتوان مشاهده کرد. به احتمال زیاد ماگمای گرانیتی و کوارتز پورفیری که در شمال ناحیه برونزد دارد، با این ماگماتیسم مرتبط است. ماگماتیسم در زمان اردویسین تا دونین میانی فعالیت بسیار کمتری دارد و در برخی نقاط به صورت مواد بازیک تا دیوریت پورفیری در سنگهای اردویسین و ماسه‌سنگهای قرمز نفوذ کرده است. فعالیت‌های اخیر به رویداد کالدونین نسبت داده شده است. آثار رویداد واریسکن (Variscan) یا هرسی‌نین در ناحیه مورد مطالعه هوکریده و همکاران دیده نشده است (گانسر1955).

به طور کلی پس از رویداد Assynetic و چین‌خوردگی نهشته‌های سری‌مراد، یک حوضه پلاتفرمی در ایران مرکزی تشکیل می‌شود که رسوبات قاره‌ای و دریائی کم عمق ویژگی آن است. این حوضه منطقه وسیعی را پوشش میداده که در سرتاسر آن شرایط یکسانی حاکم نبوده و جنبش‌های شاغولی در امتداد گسل‌های بزرگ، سبب تغییر رخساره و تفاوت ضخامت رسوبات و تناوب دوره‌های خشکی‌زائی و عدم رسوبگذاری شده است. شرایط فوق معلول تأثیر فازهای زمین‌ساختی کالدونین، هرسی‌نین و کمیرین پیشین (رتین) است. محیط تشکیل رسوبات دوره‌های تریاس پسین و ژوراسیک زیرین و میانی بیشتر از نوع دلتایی – کرانه‌ای و مردابی بوده است. در دوره لیاس، جنگل‌های وسیعی در ایران مرکزی وجود داشته که وجود لایه‌ها و عدسیهای ذغال‌سنگ در سازند نایبند مؤید آن است.

سیمای اصلی منطقه مورد بحث را رویداد کیمرین پسین شکل میدهد که طی آن نهشته‌های پالئوزوئیک تا ژوراسیک بالا قبل از پیشروی دریای نئوکومین چین‌خورده و ساختمانهای با امتداد شمال باختر – جنوب خاور تحت تأثیر این فاز فشاری تشکیل میشود. در ناحیه زرند – کرمان – کوهبنان، نهشته‌های کرتاسه با ناپیوستگی آشکار روی سنگ‌های ژوراسیک قرار گرفته‌اند. در ناحیه راور و لکرکوه، روی این دگرشیبی را سنگهای نئوکومین پوشانده و مجموع مشاهدات فوق، سن این چین‌خوردگی را ژوراسیک پسین معرفی می کند.

رخساره‌های آواری (کنگلومرا و ماسه‌سنگ قرمز قاره‌ای) و نهشته‌های تبخیری (گچ) ژوراسیک پسین نیز حاصل عملکرد این فاز زمین‌ساختی است. از این زمان به بعد، بار دیگر محیطی دریائی در ایران

مرکزی پدید می‌آید که در آن رسوبات آهک، مارن و شیل برجای گذاشته می‌شود. دوره ترشیری در منطقه مورد بحث با رویداد زمین ساختی مهمی آغاز می‌شود که به لارامید نسبت داده شده است. ساختارهای فلسی، راندگی‌ها و بریده شدن یال چین‌ها پس از رویداد کیمرین پسین به این جنبش پیوند دارد و ناپیوستگی آشکار در قاعده سنگهای این دوره مؤید آن است. به دنبال این چین‌خوردگی چرخه جدیدی از رسوبگذاری با ترکیب کنگلومرا و ماسه‌سنگ (سازند کرمان) آغاز می‌شود. نیروهای زمین ساختی مربوط به این رخداد از نوع فشاری بوده که باعث چین‌خوردگی، بالاآمدگی و در نهایت فرسایش و تشکیل کنگلومرای کرمان شده است. رشته کوههایی که منطقه معدنی گوجر در آن واقع شده، نواری است به پهنای 60 کیلومتر با روند شمال باختر – جنوب خاور که بین فرونشست‌های کرمان – زرند – کوهبنان در سمت جنوب باختر و راور در سمت شمال خاور بصورت یک فرازمین قرار دارد و از ویژگیهای آن، خطواره طرز- کوهبنان در جنوب و خطواره ده‌عسگر – ده جمال در شمال آن است. حرکت نسبی بلوک‌های هر دو خطواره راست‌گرد امتداد لغز فرض شده است. که در نهایت ترکیب این دو حرکت نوعی چرخش ساختاری در روند عمومی کوههای مذکور ایجاد کرده است (شکل 3).

نتیجه حرکت خطواره‌های فوق بخصوص خطواره طرز- کوهبنان در این منطقه، نوعی ساختار چین‌خورده – رورانده ایجاد کرده که تاقدیس‌ها و ناودیسهای برگشته با روراندگی مشخص به سمت شمال خاور از مهمترین ویژگیهای آن است. ناودیس کوه غلاتو که از دو طرف با گسل‌های اصلی بریده شده و نیز ناودیس برگشته شمال خاور معدن گوجر در کوه سایلو و نیز روراندگیهای کوه کمرسایلو در گوداسبی و شمال خاور محدوده تا دره انجیر از بارزترین نمودهای عملکرد فوق است. فعالیت اصلی خطواره‌های فوق بعد از نهشته شدن کنگلومرای کرمان آغاز و مهمترین فاز گسلش که روراندگی‌های مکرر کوه کمرسایلو را باعث شده، در ترشیری شروع و تا آغاز کواترنر ادامه داشته است. این خطواره‌ها به روایت نوگل سادات جزء یکی، سه امتداد موجود در مثلث فوق‌الذکر است (به موازات ضلع شمال باختر یعنی گسل درونه). این خطواره‌ها در دوران مختلف زمین‌شناسی فعالیت داشته ولی در این منطقه فعالیت ترشیری آنها بسیار شدید است. در زمان پلیوسن، منطقه مورد بحث شکل امروزی خود را پیدا کرده است. نهشته‌های آبرفتی و تخریبی پلیو- پلئستیوسن، عمل فرسایش در این محدوده زمانی را نشان میدهد. این فرسایش تحت تأثیر تناوب آب و هوای مرطوب و شرایط آب و هوایی خشک کواترنر همراه با تغییرات محلی، حوضه‌ها و دره‌های طولانی را به وسیله مواد تخریبی انباشته است.

شکل - 3 - خطواره های طرز - کوهبنان و ده عسکر - ده جمال در مناطق شمال باختری منطقه مطالعاتی به نقل از هوکریده(1960) در مقیاس 1:500000.

شکل3- خطواره‌های طلرز کوهبنان و ده‌عسگر – ده جمال در مناطق شمال باختری منطقه مطالعاتی به نقل از هوکریده (1960) – مقیاس 1: 500/000

از نقطه‌نظر تکتونیکی، این منطقه هنوز آرام نشده و ریزش نهشته‌های مختلف پالئوزوئیک برروی نهشته‌های کواترنر در امتداد گسل کوهبنان، موقعیت گسل گوجر، تغییرات ریخت‌شناسی دره‌های جوان و آبهای سطحی در امتداد گسل‌های فعال و وقوع زمین‌لرزه‌های مکرر در مناطق گسلی از نمونه‌های مشخص آن است.

2-3- خاستگاه کانی‌سازی سرب و روی

نخستین سؤالی که در مورد منشاء این کانسارها مطرح میگردد این است که آیا این کانسارها در موقع رسوبگذاری و پدیده‌های دیاژنز بوجود آمده‌اند و یا آنکه تشکیل آنها بعد از رسوبگذاری صورت گرفته است. بطوریکه فلزات از داخل طبقات رسوبی متحرک گشته و در داخل شکافهای ایجاد شده در پدیده‌های تکتونیکی جای گرفته‌اند و یا اصلاً کانی‌سازی ارتباطی به رسوبگذاری نداشته و فلزات از پدیده دیگری نشأت گرفته‌اند.

مطالعات در منطقه وسیعی از کرمان تا بهاباد نشان داده است به دلیل آنکه بسیاری از تمرکزهای معدنی در دولومیت و تناوب آهکی –دولومیتی و سنگ‌آهکها قرار گرفته و بدلیل‌آنکه در هیچ مقطع چینه‌شناسی کوچکترین اثری از بافتهای رسوبی کانه‌دار پیدا نشده فرض سین‌ژنتیک یا همزاد بودن کانه با رسوب نیز مردود است.

فرضیه دوم که عبارتست از متحرک شدن فلزات از درون واحدهای سنگی PT (دولومیتهای پرموتریاس میزبان کانه‌سازی در منطقه)به سوی شکافهای همین تشکیلات آهکی –دولومیتی می‌تواند مطرح گردد. سبزه‌ای (1369) همین فرضیه را به دلیل‌آنکه بعضی از دولومیتهای واحد PT دارای مقادیر ناهنجار سرب و روی بودند مطرح نمود و بارور شدن محلولهای هیدروترمال را بواسطه ورود سرب و روی از داخل دولومیتهای آلگی تشکیلات با سن دونین – کربونیفر (DC_1) دانسته است.

ولی این فرضیه یک اشکال بسیار اساسی دارد. مطابق اصول ترمودینامیک برای‌آنکه یک عنصر بتواند از داخل سنگ به درون یک محلول راه یابد باید فعالیت آن عنصر در محلول مهاجم بالا باشد. دراینصورت محلولهای هیدروترمال مهاجم که درون شکستگی‌های واحد PT بصورت رگه‌های هیدروترمال متبلور شده‌اند خود میبایستی از عناصر سرب و روی غنی‌تر از دولومیتهای آلگی باشند.

بنابراین سرب و روی موجود در محلولهای هیدروترمال بایستی منشاء عمیق‌تری داشته باشند. به نظر سبزه‌ای (1369) دولومیتها و سنگ‌آهکها در بارورتر نمودن محلولهای هیدروترمال نقش اساسی دارند ولی تمامی سرب و روی داخل آنرا نتیجه متحرک شدن این عناصر از درون دولومیتها نمی‌داند.

در بسیاری از برونزدها عدسی‌های نسبتاً بزرگی از کانه‌سازی سرب و روی در داخل دولومیتهای واحد DC_1 که نوعی دولواسپاریت است قرار دارند. در حالیکه این دولومیت اساساً خود فقیر از Pb و Zn است. کانی‌سازی در این دولومیت در درون شکستگی‌ها صورت گرفته است و نمونه‌هائی از این دولومیتها که فاقد شکستگی بوده و دور از زونهای گسلی کانه‌دار قرار دارند در بررسیهای ژئوشیمیایی

مقادیر بسیار کمی از Zn و Pb داشته‌اند و در مواردی هم کوچکترین اثری از این عناصر در آنها دیده نشده است. اشکال دیگر این قضیه بیلان شیمیائی است. عدسی‌های بسیار بزرگی از کانه سرب و روی در محل تلاقی شکستگی‌های بزرگ خصوصاً در محل برخورد خطواره‌های شمال باختری – جنوب خاوری و شمال خاوری – جنوب باختری دیده می‌شوند که میزان سرب و روی آنها با مقادیر سرب و روی موجود در دولومیتها و سنگ آهکهای میزبان غیرقابل قیاس است. بنابر این فرضیه دوم نیز خالی از اشکال نمی‌باشد. فرضیه سوم که ورود محلولهای هیدروترمال غنی از سرب و روی است و ارتباط با توده‌های ماگمائی‌دارد محتمل‌ترین فرضیه است. سبزه‌ای در سال 1369 در گزارش منطقه گوجر از یک سیستم دایک صحبت به میان آورده که در اطراف خود یک زون دگرسانی و رگه‌های کلسیتی – دولومیتی بوجود آورده‌اند. این رگه‌های کلسیتی که دارای باریت نیز هستند گاهی تا 5500 گرم در تن (PPM) سرب و روی دارند درحالیکه نمونه‌هائی که از ماسه‌سنگهای قرمز سازند داهو در همان محل گرفته شده به کلی فاقد اثر فلزاتی مانند سرب و روی میباشد. دایکهای مذکور در منطقه کاروانگاه، هجدک، آب بید و بسیاری از نقاط زون گسلی داوران - آب‌ترش دیده شده و با توده‌های نفوذی جنگل قائم و منطقه شمال کرمان (زنگی‌آباد) قابل قیاس است. به نظر می‌رسد دایکهای مذکور آپوفیزهایی از توده‌های نفوذی بزرگتر میباشد که در بخشهای عمیق پوسته این مناطق متبلور شده‌اند. تقریباً تمامی دایکها دارای یک دگرسانی کربناتی بسیار شدید میباشند که این موضوع بخوبی با وفور رگه‌های کلسیتی دولومیتی در هاله‌های دگرسانی دایکها و آپوفیزهای مذکور هم‌خوانی دارد. بدین ترتیب محلولهای گرمابی همراه توده‌های مذکور از کمپلکس‌های ساختاری $Co3^{-2}$ غنی میباشند.

میتوان تصور نمود که مایع باقیمانده ماگماهای بوجود آورنده این دایکها سیالی است کربناتیتی که با ماگما غیر قابل امتزاج است. این سیال دارای فلزاتی مانند سرب و روی و مس میباشد و نیز دارای واحدهای ساختاری گوگردی برای تشکیل سولفورها میباشد. این اظهارنظر با مشاهده سنگ‌نگاشتی دایکها که دارای پاراژنز کالکوپیریت و پیریت ثانویه هستند، تأیید می‌گردد. هم‌چنین مشخص شد که سولفورهای مذکور از نظر زمانی نیز همزمان با سایر محصولات دگرسانی مانند کلریت، کلسیت و دولومیت بوجود آمده‌اند. تمامی این مشاهدات نشان میدهد که همزمان با تهاجم ماگمای آلکالن یک سیال هیدروترمال نیز پوسته را مورد تهاجم قرار داده است. این سیال هیدروترمال از نظر فلزات سرب و روی و مس غنی بوده است. سیال هیدروترمال مذکور ویژگی یک سیال کربناتیتی را نیز دارا بوده است. بنابراین یک نتیجه بسیار مهم که از این مشاهدات گرفته می‌شود این است که در بوجودآمدن سیستم هیدروترمال در این منطقه، ماگما بطور مستقیم دخالت بسیار عمده‌ای داشته است. تهاجم این ماگما به پوسته باعث فعال شدن عناصر آنها و پیوستن آنها به سیالات ماگمائی شده و آنها را بارورتر نموده است. این پدیده از نظر ترمودینامیکی نیز توجیه معقولی دارد. طبق اصول ترمودینامیکی، سیالات

متحرک شده در پوسته که میزان فلزات در آنها نسبت به سیالات ماگمائی کمتر است میتوانند به سمت سیالات ماگمائی حرکت کرده و آنها را بارورتر نمایند.

نمونه‌هائی از دولومیت‌های آهکی که دارای میزان قابل ملاحظه‌ای از سرب و روی میباشند (4400 گرم در تن،ppm) توسط سبزه‌ای 1369 مورد بررسی با میکروسوند قرار گرفته است. بررسی‌ها نشان داده که زمینه ژئوشیمیایی رگه‌های کلسیتی مهاجم به دولومیت بسیار بالاتر از خود دولومیت است و در درون رگه‌های کلسیتی بلورهای ریز گالن (کوچکتر از میکرن) و پیریت و مولیبدنیت و سولفوآنتیمونورهای سرب دیده می‌شود. در این رگه‌ها میزان Re,Y,Sc,Sr نیز قابل ملاحظه می‌باشد.

از مطالعات میکروسوند سبزه‌ای و همکاران نتایج جالبی گرفته‌اند که بدین شرح است:

- بالابودن سرب و روی در رگه‌های کلسیتی و پایین بودن آن در دولومیت و وجود بلورهای ریز سولفورهای مختلف با کلسیت نشان از یک فعالیت هیدروترمال بسیار مشخص و مهاجم به درون دولومیت‌های میزبان دارد.

- بالابودن عناصری مانند Re , Y, Sc, Sr در درون رگه‌های کلسیتی با احتمال بسیار قوی به فرضیه کربناتیتی بودن رگه‌های کلسیتی قوت و استحکام نسبی می‌بخشد و این مشاهدات به بررسیهای میکروسکپی و صحرایی نیز مبنی بر وابستگی رگه‌های کلسیتی به ماگماهای آلکالن را قوت می‌بخشد. حالا این سؤال پیش‌می‌آید که چرا این سیالات در درون سنگ‌آهکها و دولومیت‌های واحد PT بیشتر از سایر مجموعه‌های سنگی خودنمائی می‌کنند؟

جواب دادن به این سؤال تا انجام بررسیهای بسیار دقیق در سایر واحدهای سنگی باید با احتیاط زیادی صورت گیرد زیرا ما دقیقاً نمی‌دانیم که آیا واقعاً این سیالات در شکستگی‌های واحد سنگی دیگر وجود دارند یا ندارند. اما این واقعیت را نیز از مشاهدات صحرایی دریافته‌ایم که بنابه دلیل قرارگیری دولومیت‌ها و سنگ‌آهکهای واحد PT بین دو واحد نسبتاً پلاستیک، گچ‌ها و مارنهای واحد کالشانه در زیر و ماسه‌سنگها و شیلهای ژوراسیک در بالا طبیعی است که بیشترین شکستگیها در واحد PT بوجود آید. در این صورت طبیعی است که هر عامل باعث تحرک سیالات گردد بیشترین حجم سیال را در مکانی جای میدهد که بیشترین تخلخل را دارا باشد. بدون تردید واحد PT خصوصاً دولومیتهای متراکم واحد DC_1 بهترین میزبان محلولهای فوق خواهند بود. رگه‌های هیدروترمال تشکیل شده در این واحدهای سنگی بعدها بدلیل وجود شکستگیهای فراوان دراثر عوامل دگرسانی سطحی و فرآیندهای کارستی شدن تبدیل به مجموعه‌ای از کانی‌های ثانویه سرب و روی گشته و در فضاهای

کارستی بوجود آمده در دولومیت‌ها و سنگ‌آهکها تمرکزهای بسیار بزرگی از کانه‌های ثانویه سرب و روی را بوجود آورده‌اند.

رگه‌های هیدروترمال اولیه با مقادیر بسیار قابل ملاحظه کلسیت با بافت شانه‌ای متقارن و عمود بر دیواره رگه‌ها مشخص می‌شوند.

- اگر فرض کنیم کلسیت از دولومیت‌زدائی، دولومیت‌های میزبان بوجود آمده باشند، پس مقدار Mg آزاد شده از آنها کجا رفته‌اند؟ چگونه است که پدیده دولومیت شدن ثانوی در اطراف رگه‌ها دیده نمی‌شود؟ مطالعات سنگ‌شناختی نشان میدهد که کلسیت رگه‌ها از منبع دیگری نشأت گرفته و این منبع باحتمال قوی محلولهای کربناتیتی حاصل از تفریق ماگماهای قلیائی می‌باشند.

پس چنین نتیجه می‌گیریم که محلولهای هیدروترمال از یک منشاء ماگمائی قلیائی سرچشمه گرفته و فلزات سرب و روی نیز از همان منبع سرچشمه گرفته‌اند. این محلولها در درون تله‌های بسیار مناسب یعنی دولومیت‌ها و سنگ‌آهکهای واحد PT به دام افتاده‌اند و این به خاطر شکننده بودن این مجموعه سنگ‌آهکی – دولومیتی و خصوصاً قرار گرفتن بین دو مجموعه پلاستیک بوده است. ماگمای قلیایی بعد از پالئوسن به این مناطق هجوم آورده و به احتمال قوی این حادثه همزمان یا کمی بعد از وقایع تکتونیکی است که سیمای ساختاری منطقه مورد بحث را رقم زده است.بیشترین کانی‌سازیها و هجوم ماگما در مناطق برخورد روندهای ساختاری اتفاق افتاده است.