

بررسی های زمین شناسی و زمین ساختی در ناحیه کپه داغ - مینالود

دکتر محمد رضا شیخ الاسلامی

با همکاری:

نخار حقی پور، ایمان نواب پور، تیم کوه پیا، آبرادات مانی، قاسم حیدرزاده

وزنده یاد امیر نواب مطلق



وزارت صنعت ، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
پژوهشکده علوم زمین

بررسی های زمین شناسی و زمین ساختی در ناحیه کپه داغ - مینالود

دکتر محمدرضا شیخ الاسلامی

باهمکاری :

نگار حق پور، پیمان نواب پور، امیر نواب مطلق، میثم کوه پیم، آبرادات مافی، قاسم حیدرزاده

سرشناسه	شیخ الاسلامی، محمدرضا - ۱۳۹۲ -
عنوان و نام پدیدآور	بررسی زمین شناسی و زمین ساختی در ناحیه کپه داغ - مینالود/محمدرضا شیخ الاسلامی ، با همکاری نگار حق پور ... [و دیگران] ؛ [برای] وزارت صنعت معدن و تجارت، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
مشخصات نشر	تهران : نشر رهی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۳۴۰ ص. : مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ سم.
شابک	978-600-93747-1-7
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	با همکاری نگار حق پور، پیمان نواب پور، میثم کوه پیم، آبرادات مافی، قاسم حیدرزاده، امیرنواب مطلق.
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
یادداشت	نمایه.
موضوع	زمین شناسی -- ایران -- کپه داغ
موضوع	زمین شناسی -- ایران -- مینالود
موضوع	کپه داغ
موضوع	مینالود
شناسه افزوده	حق پور، نگار، ۱۳۵۶ -
شناسه افزوده	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
رده بندی کنگره	۱۳۹۲ ۴۰۷QE ش/۹۳
رده بندی دیویی	۵۵۵/۵۸۲۵
شماره کتابشناسی ملی	۳۱۵۹۷۶۵

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نشر رهی

آدرس: خیابان مطهری، خیابان ترکمنستان، کوچه سپیدار، پلاک ۲، واحد ۱۳

تلفن: ۰۹۳۷۹۷۰۷۷۷۹ - ۸۸۴۷۲۶۶۹



نحوه‌ی ارجاع به فارسی و انگلیسی:

شیخ الاسلامی، م، ر، حق‌پور، ن، نواب‌پور، پ، نواب‌مطلق، ا، کوه‌پیما، م، مافی، آ، حیدر زاده، ق، ۱۳۹۰. بررسی‌های زمین‌شناسی و زمین‌ساختی در پهنه‌ی کپه‌داغ- بینالود پژوهشکده‌ی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Sheikholeslami, M, R., Haghipour, N., Navabpour, P., Navab Motlagh, A., Kouhpeyma, M., Mafi, A., Heidarzadeh, Gh., 2011. Geology and Tectonic studies in Kopeh Dagh and Binalud areas. Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran.

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

خداوند بزرگ را سپاس می‌گذاریم که به ما فرصت بررسی و اندیشیدن در بخشی از میهن عزیز عطا فرمود و لذت غوطه‌ور شدن در اسرار پدیده‌های زمین‌شناسی را در جوار بارگاه یکی از بندگان خوب خود نصیبمان کرد.

گزارشی که پیش رو دارید حاصل بررسی‌هایی است که از سال ۸۴ به‌طور ناپیوسته شروع و در قالب طرح پژوهشی شماره ۱۰۱-ط-پ-۸۹ به سرانجام رسید. به دلیل گستردگی ناحیه در آغاز بنا داشتیم تنها به بررسی در ناحیه بینالود پردازیم اما به دلیل وابستگی ساختاری و رسوبی این دو پهنه ناگزیر از انجام بررسی‌هایی در ناحیه کپه‌داغ شدیم. البته اذعان داریم این پژوهش تنها گوشه‌ای از ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری کپه‌داغ را مورد بررسی قرار داده است. در مورد پهنه‌ی بینالود، سنگ‌های دگرگون شده‌ی این ناحیه طی این پژوهش مورد بررسی به نسبت دقیقی قرار گرفتند و مرحله‌های دگرشکلی و فابریک‌های مربوط به هر کدام از این مراحل برای نخستین بار شناسایی شدند. اگرچه نیاز به تعیین سن رادیومتری بر روی سنگ‌های دگرگون برای پی بردن به سن دگرگونی احساس می‌شد، ولی تلاش کردیم با توجه به رابطه‌های زمین‌شناسی و ساختاری، برآورد زمانی مستندی از رویدادهای دگرگونی و دگرشکلی ارائه دهیم. با این وجود برآنیم تا در گزارش‌های آینده نتایج تعیین سن‌های ایزوتوپی از نمونه‌هایی که به همین منظور برداشت شده‌اند را ارائه دهیم. داشتن مختصر تجربه و اندوخته علمی از پهنه‌ی سندیج- سیرجان در سوی جنوب باختری کشور یاریمان داد تا مقایسه‌ای بین این دو ناحیه داشته باشیم؛ ارائه مدل ژئودینامیکی اولیه در بخش انتهایی گزارش حاصل این انطباق است.

نوشتار حاضر در پنج گفتار به رشته تحریر درآمده است. بخش نخست گزارش شامل کلیاتی در خصوص ویژگی‌های جغرافیایی، آب و هوایی، زمین ریخت‌شناسی، جایگاه زمین‌ساختی و پهنه‌بندی ناحیه‌ی مورد مطالعه است. گفتار دوم گزارش به توصیف زمین ریخت‌شناسی ناحیه می‌پردازد. الگو و رفتار رودخانه‌ها و فرگشت حوضه‌های آبریز در ارتباط با ساختارهای اصلی ناحیه کپه‌داغ و بینالود در این قسمت از گزارش مورد بحث قرار می‌گیرد. در این بخش بنا به ضرورت نیم‌نگاهی به لرزه زمین‌ساخت ناحیه نیز داشته‌ایم. این گفتار دارای سه نقشه است که در بخش پیوست گزارش آورده شده‌اند.

گفتار سوم اختصاص به ویژگی‌های زمین‌ساختی کپه‌داغ دارد. در این بخش نتایج بررسی‌های پژوهشگران خارجی در بخش ترکمنی کپه‌داغ به همراه نتایج حاصل از بررسی‌های ساختاری در بخش ایرانی کپه‌داغ در سه بخش باختری، مرکزی و خاوری ارائه شده است.

گفتار چهارم اختصاص به پهنه‌ی بینالود دارد و در آن به موقعیت زمین‌ساختی، تشریح واحدهای سنگی، ساختار عمومی، مرحله‌های دگرشکلی و دگرگونی در این پهنه پرداخته می‌شود. الگوی دگرشکلی ناحیه‌ای در این قسمت از گزارش مورد بحث قرار می‌گیرد.

گفتار پنجم بخش پایانی گزارش است که در آن ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری پهنه‌های کپه‌داغ و بینالود در چهارچوب رویدادهای زمین‌ساختی شناخته شده در ایران مورد بررسی و انطباق قرار می‌گیرند. در این بخش یک مدل ژئودینامیکی از حاشیه‌ی شمالی و جنوبی ایران مرکزی طی پالئوزویک پسین تا سنوزویک ارائه شده است.

در راستای این پژوهش تاکنون سه مقاله تهیه شده که در فصل‌نامه‌ی علوم زمین به چاپ رسیده است. همکاران بسیاری در به انجام رسیدن این پژوهش نقش داشته‌اند و تا آنجا که حافظه‌مان یاری دهد به ذکر نامشان می‌پردازیم.

نخست جا دارد از جناب آقای دکتر محمدرضا قاسمی معاونت محترم زمین‌شناسی به جهت تشویق‌هایشان در به انجام رسیدن این پژوهش و انجام بحث‌های علمی تشکر نماییم.

دکتر جلیل قلمقاش مدیریت محترم امور زمین‌شناسی نیز نقش مهمی در پیشبرد این طرح پژوهشی داشته‌اند. اگر نبود مهمان‌نوازی تک‌تک همکاران در سازمان زمین‌شناسی مرکز مشهد هرگز این طرح به انجام نمی‌رسید از این رو جا دارد به نمایندگی از تمامی این عزیزان از جناب آقایان مهندس جمال روشن‌روان و دکتر جعفر طاهری مدیران موفق این مرکز تشکر و قدردانی نماییم.

آقایان دکتر مرتضی طالبیان و دکتر حمید نظری رئیس و معاون پژوهشی پژوهشکده علوم زمین در پذیرش این طرح پژوهشی همکاری داشتند که از آنان سپاسگزاری می‌گردد.

از دوستان و همکاران گرامی آقایان دکتر محمودرضا مجیدی‌فرد، مهندس فرخ قائمی، مهندس محمدعلی اکرمی، مرحوم دکتر بلوریان، دکتر سیدحمید وزیری و مهندس نصیر نادری به جهت بحث‌های علمی و گاه همراهی‌های صحرائی سپاسگزاریم.

از آقای مهندس امیر نعیمی کارشناس گروه زمین‌ساخت که گزارش اولیه را مطالعه نموده و مواردی را یادآور شدند صمیمانه سپاسگزاریم.

از آقای مهندس جدیدی مدیر محترم روابط عمومی سازمان زمین‌شناسی و همکارانشان که در خصوص چاپ کتاب همکاری صمیمانه‌ای داشتند سپاسگزاریم.

کاردانان محترم آقایان بهمن فراهانی، حبیب‌الله احمدی و مرتضی ایران‌طلب در هماهنگی کمپ‌های صحرائی و تهیه مقاطع نازک همکاری داشته‌اند که تلاششان را قدر می‌نهم.

همچنین از زحمات رانندگان زحمتکش آقایان رنجبر، نورمقدم، پاکروان، تخت‌چین، شیرازی و خجسته‌پور در مدت انجام عملیات صحرائی سپاسگزاریم.

چکیده

کمر بند چین خورده و گسل خورده که داغ در شمال خاور ایران دربردارنده سنگ‌های رسوبی است که از زمان تریاس تا نئوژن بر روی ساختار فروبومی از پوسته قاره‌ای ایران- توران گسترش یافته است. ویژگی‌های ریخت-شناسی امروزی این پهنه را می‌توان نتیجه‌ی آخرین مرحله‌های چین‌خوردگی آلپ - هیمالایا دانست. این ریخت‌شناسی در مرحله جوانی بوده و رابطه‌ی مستقیمی بین توپوگرافی ناحیه با ساختارهای زمین‌شناسی وجود دارد. این ارتباط با بررسی شاخص‌هایی مورفومتریک مورد مطالعه قرار گرفته است.

در این نوشتار بخش ایرانی که داغ با بررسی تصاویر ماهواره‌ای لندست تی ام و برداشت‌های صحرایی به سه زیر پهنه ساختاری تقسیم شده است. در پیمایش‌های صحرایی داده‌های مورد نیاز برای شناخت سازوکار و نحوه دگرریختی ساختارهای گسلی و چین‌خورده برداشت شده و راستای تنش‌های دیرینه به کمک روش وارونه‌سازی تعیین گردیده‌اند. نتایج حاصل از بررسی این داده‌ها نشان می‌دهند که چهار فاز اصلی کشش پس از تریاس، واژگونی حرکت کششی به فشارشی در ماستریشین، آغاز حرکت چین‌خوردگی و راندگی در پایان میوسن و پیدایش سامانه گسلش راستالغز در پایان پلیوسن در فرگشت رسوبی و ساختاری این گستره نقش اساسی داشته‌اند. در جنوب که داغ، کوه‌های بینالود به صورت یک پهنه‌ی تدریجی بین پهنه‌های البرز و ایران مرکزی قرار گرفته‌اند. این ناحیه شکاف پالتوتیس در شمال ایران را در خود جای داده و شامل توالی به نسبت ستبری از سنگ‌های رسوبی، دگرگونی و آذرین است. مهم‌ترین رویدادهای زمین‌شناختی در این ناحیه از زمان پرمین شروع شده و تا انتهای ژوراسیک ادامه یافته‌اند.

ناحیه‌ی بینالود در بخش خاوری دارای روند شمال باختری - جنوب خاوری است که به تدریج و به سمت باختر روند خاوری - باختری تا شمال خاوری - جنوب باختری می‌یابد. قدیمی‌ترین دگرشکلی‌ها در بخش خاوری و در سنگ‌های دگرگون شده تشخیص داده شده‌اند. این دگرشکلی همراه با دگرگونی و در شرایط به طور کامل شکل - پذیر روی داده است. مرحله‌های دگرشکلی D_1 , D_2 و D_3 در ارتباط با این رویداد شناسایی شده‌اند. رویداد دگرشکلی D_4 پس از یک دوره رسوبگذاری و فرسایش بر سنگ‌های ناحیه اثر گذارده است.

گسل‌های رانده در بخش مرکزی و جنوبی بینالود خاوری و نیز گسل‌های بخش‌های مرکزی و باختری بینالود در ارتباط با رویداد شکننده D_5 دسته‌بندی شده‌اند. این رویداد مربوط به کوهراد آبی بوده و در حال حاضر نیز می‌توان گسل‌های پویا مربوط به این رویداد را در کوهپایه‌های جنوبی بینالود مشاهده کرد.

از دیدگاه ژئودینامیکی، ناحیه‌ی مورد مطالعه در زمان پالتوزویک بالایی یک گودال اقیانوسی را شکل می‌دهد که در اثر فروانش پوسته‌ی اقیانوسی پالتوتیس به زیر صفحه‌ی توران به وجود آمده است. شکل‌گیری این گودال اقیانوسی همزمان با انقباضی است که در جنوب ایران در پالتوزویک بالایی روی داده و نتیجه‌ی آن گسترش حوضه‌ی اقیانوسی نئوتیس در راستای کوهزاد زاگرس پس از زمان پرمین است.

در تریاس پسین رویداد سیمین پیشین در ناحیه بینالود به صورت برخوردی عمل کرده که حاصل آن دگرشکلی چند مرحله‌ای (D_1, D_2, D_3) و دگرگونی رسوبات پرمین و پیش از آن است. به دنبال این برخورد توده‌های نفوذی گرانیتی در حجمی به نسبت گسترده در ناحیه تزریق شده و بخشی از سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای را به دگرگونی مجاورتی تبدیل کرده‌اند.

پدیدارشدگی و سپس فرسایش سنگ‌های دگرگون و دگرشکل شده‌ی سیمین پیشین باعث تشکیل نهشته‌های مولاسی در یک حوضه‌ی پس‌کمانی به سن رتین لیباس شده است که قابل قیاس با سازند شمشک هستند. ادامه

همگرایی بین صفحه‌ی توران و ایران باعث دگرگون شدن این رسوبات و تبدیل شدن آن‌ها به مجموعه‌ای از فلیت و ماسه‌سنگ دگرگون شده است. این رویداد معادل رویداد سیمین میانی است که ساختارهای D_4 را به وجود آورده است.

در اواخر مزوزوییک و با شروع دوران سوم، در ادامه‌ی همگرایی بین صفحه‌های ایران و توران تنش فشاری در راستای شمال‌خاوری همزمان با رویداد لارامید موجب چین‌خوردگی لایه‌های کرناسه و قدیمی‌تر در پهنه‌ی کپه‌داغ شده است. این رژیم دگرشکلی در ناحیه‌ی بینالود باعث راندگی‌های متعدد به سوی جنوب تا جنوب‌باختری و قرارگیری توالی‌های پالئوزوییک و مزوزوییک بر روی یکدیگر و در حاشیه‌ی جنوبی بر روی رسوبات جوان شده است.

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱	گفتار نخست
۲	۱-۱) ویژگی‌های جغرافیایی و آب و هوایی
۴	۱-۲) ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناسی
۴	۱-۲-۱) ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناسی سامانه‌ی کپه داغ- هزار مسجد
۵	۱-۲-۲) ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناسی سامانه‌ی آلا داغ - بینالود
۶	۱-۲-۳) دشت سرخس
۷	۱-۳) جایگاه، ویژگی‌های زمین‌ساختی و پهنه‌بندی ناحیه‌ای
۱۲	گفتار دوم
۱۳	۲-۱) پیش درآمد
۱۳	۲-۲) هدف از بررسی‌های زمین‌ریخت‌شناسی
۱۴	۲-۳) زمین‌ساخت جوان ناحیه
۱۵	۲-۴) گسله‌های اصلی گستره‌ی مورد بررسی
۳۱	۲-۵) زمین‌ساخت پویا و مخروط افکنه‌ها
۳۵	۲-۶) زمین‌ساخت پویا و تنظیم کانال رودخانه‌ها
۳۵	۲-۶-۱) تاثیر زمین‌ساخت پویا بر نیمرخ درازایی رودخانه‌ها
۴۰	۲-۶-۲) انشعابات اصلی گستره‌ی مورد مطالعه
۴۱	۲-۶-۳) انشعابات دامنه‌ی شمالی رودخانه‌ی اترک
۴۵	۲-۶-۴) انشعابات دامنه‌ی جنوبی رودخانه‌ی اترک
۵۰	۲-۶-۵) انشعابات دامنه‌ی شمالی کشف رود
۵۱	۲-۶-۶) انشعابات دامنه‌ی جنوبی رودخانه‌ی کشف رود
۵۴	۲-۶-۷) انشعابات رودخانه‌ی جاجرم
۵۵	۲-۶-۸) انشعابات رودخانه‌ی گرگانرود
۵۸	۲-۶-۹) رودخانه‌های دشت ترکمنستان
۶۴	۲-۶-۱۰) تفسیر نقشه‌ی گرادیان شیب رود منطقه‌ی مورد مطالعه
۶۵	۲-۷) منحنی هیپسومتری و انتگرال هیپسومتری
۶۷	۲-۷-۱) زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز اترک‌رود
۷۱	۲-۷-۲) زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز کشف‌رود
۷۵	۲-۷-۳) زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز دشت ترکمنستان
۷۸	۲-۷-۴) زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز گرگانرود
۸۱	۲-۷-۵) زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز جاجرم
۶۵	۲-۷-۶) نتایج به دست آمده از نقشه‌ی انتگرال هیپسومتری
۸۸	۲-۸) لرزه‌خیزی گستره

۸۸	۲-۸-۱) زمین لرزه‌های تاریخی
۹۰	۲-۸-۲) زمین لرزه‌های دستگاهی
۹۰	۲-۹) نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۹۲	گفتار سوم
۹۳	۳-۱) پیش درآمد
۹۳	۳-۲) موقعیت زمین ساختی کپه داغ
۹۴	۳-۳) ساختار کپه داغ
۹۴	۳-۳-۱) ساختار بخش ترکمنی کپه داغ
۹۷	۳-۳-۲) ساختار بخش ایرانی کپه داغ
۹۸	۳-۳-۲-۱) گستره کپه داغ خاوری
۱۰۲	روابط زمین ساختی - رسوبی
۱۰۲	الگوی ساختاری ناحیه‌ای
۱۰۹	وضعیت تنش‌های قدیمی
۱۱۳	۳-۳-۲-۲) گستره کپه داغ مرکزی
۱۱۳	الگوی ساختاری ناحیه‌ای
۱۱۸	وضعیت تنش‌های قدیمی
۱۲۰	۳-۳-۲-۳) گستره کپه داغ باختری (ناحیه کوه کورخود)
۱۲۰	الگوی ساختاری ناحیه‌ای
۱۲۱	وضعیت تنش‌های دیرین
۱۲۲	انواع گسله‌های ناحیه‌ای کوه کورخود
۱۲۲	گسله‌های راستالغز راست‌بر و چپ‌بر در ناحیه‌ای کوه کورخود
۱۲۶	گسله‌های معکوس و راندگی در ناحیه‌ای کوه کورخود
۱۲۷	گسله‌های عادی در ناحیه‌ای کوه کورخود

۱۳۱	گفتار چهارم
۱۳۲	۴-۱) ویژگی‌های زمین‌شناسی و مرز پهنه بینالود
۱۳۹	۴-۲) واحدهای تکتونواستراتیگرافی پهنه بینالود پیرامون مشهد
۱۳۴	۴-۲-۱) واحد نادگرگون و کم دگرگون پرکامبرین و پالئوزوئیک
۱۳۶	۴-۲-۲) مجموعه سنگ‌های آذرین و رسوبی دگرگون شده
۱۳۶	۴-۲-۲-۱) مجموعه سنگ‌های آذرین (سنگ‌های بازیک و اولترابازیک)
۱۴۲	۴-۲-۲-۲) سنگ‌های رسوبی دگرگون شده
۱۴۳	۴-۲-۳) رخنمون‌های سنگی به سن تریاس
۱۴۳	۴-۲-۳-۱) رخنمون‌های سنگی تریاس در بخش خاوری بینالود (گروه آق دربند)

۱۴۵	بخش باختری بینالود (۴-۲-۳-۲)
۱۴۵	رسوبات کم دگرگون شده رتولیا سیک (فیلیت های مشهد) (۴-۲-۴)
۱۴۶	رسوبات به سن ژوراسیک (۴-۲-۵)
۱۴۷	سازندهای ژوراسیک از حوضه کپه داغ (۴-۲-۵-۱)
۱۴۹	سازندهای ژوراسیک مشابه حوضه البرز (۴-۲-۵-۲)
۱۵۰	رسوبات ژوراسیک خاص حوضه بینالود (۴-۲-۵-۳)
۱۵۰	رخنمون های سنگی کرتاسه (۴-۲-۶)
۱۵۰	کرتاسه ی زیرین
۱۵۲	کرتاسه ی بالایی
۱۵۳	سنگ های رسوبی و آذرین دوران سوم (۴-۲-۷)
۱۵۳	پالتوسن
۱۵۳	اتوسن
۱۵۴	الیگوسن
۱۵۵	الیگو - میوسن
۱۵۵	رسوبات با سن کلی نئوژن
۱۵۵	توده های نفوذی (۴-۲-۸)
۱۵۵	توده های نفوذی گرانیتوئیدی پیرامون مشهد (۴-۲-۸-۱)
۱۶۰	توده های نفوذی پیرامون تربت جام (۴-۲-۸-۲)
۱۶۵	ساختار عمومی بینالود (۴-۳)
۱۶۶	ویژگی های ساختاری بخش مرکزی و باختری (۴-۳-۱)
۱۶۶	ویژگی های ساختاری بخش خاوری (۴-۳-۲)
۱۷۰	بررسی مرحله های دگرشکلی در بخش خاوری بینالود (۴-۴)
۱۷۱	برگوارگی اولیه (نشانه هایی از حوضه ی رسوبگذاری اولیه) (۴-۴-۱)
۱۷۳	الگوی واتنشی مرحله دگرشکلی D ₁ (۴-۴-۲)
۱۷۷	الگوی واتنشی مرحله دگرشکلی D ₂ (۴-۴-۳)
۱۸۶	کینماتیک پهنه های برشی شکل گرفته در جریان دگرشکلی D ₂
۱۸۷	الگوی واتنشی مرحله دگرشکلی D ₃ (۴-۴-۴)
۱۹۱	فرانهادگی ساختارها
۱۹۳	الگوی واتنشی مرحله دگرشکلی D ₄ (۴-۴-۵)
۱۹۴	الگوی واتنشی مرحله دگرشکلی D ₅ (۴-۴-۶)
۲۰۲	رویدادهای دگرشکلی جوان (۴-۴-۷)
۲۰۳	دگرگونی (۴-۵)
۲۰۳	دگرگونی ناحیه ای مرحله اول (۴-۵-۱)
۲۰۳	دگرگونی مجاورتی (۴-۵-۲)

- ۲۰۵ ۴-۵-۳) دگرگونی ناحیه‌ای مرحله دوم
- ۲۰۷ ۴-۵-۴) ظهور کانی‌ها در ارتباط با مرحله‌های دگرشکلی و دگرگونی
- ۲۰۷ ۴-۶) الگوی دگرشکلی و دینامیک ناحیه‌ای (پخش شدگی واتنش و توالی دگرشکلی)
- ۲۰۷ ۴-۶-۱) تکامل ساختاری- دگرگونی ناحیه پیش از تریاس، دگرشکلی پیشرونده (D_1-D_3)
- ۲۱۲ توالی رویدادهای دگرشکلی در مقیاس میکروسکوپی (روابط پورفایروبلست‌ها با برگوارگی)
- ۲۱۴ ۴-۶-۲) تکامل ساختاری- رسوبی ناحیه ای پس از تریاس (مرحله‌های دگرشکلی D_4 و D_5)

۲۱۶ گفتار پنجم

- ۲۱۷ ۵-۱) رویدادهای زمین ساختی ناحیه‌ای
- ۲۱۷ ۵-۱-۱) اثرات رویداد هم‌ارز هرسینین
- ۲۱۸ ۵-۱-۲) رویداد سیمیرین پیشین
- ۲۱۹ ۵-۱-۳) رویداد سیمیرین بیانی
- ۲۲۰ ۵-۱-۴) رویداد سیمیرین پسین
- ۲۲۰ ۵-۱-۵) رویدادهای چرخه‌ی کوهزاد آبی
- ۲۲۰ ۵-۲) مدل ژئودینامیکی در قلمرو تیتیس

۲۲۵ فهرست منابع

پیوست‌ها

- نقشه یک: نقشه لرزه زمین ساخت ناحیه‌ی کپه‌داغ- بینالود
- نقشه ۲: نقشه گرادیان شیب رودخانه‌های گستره کپه داغ- بینالود
- نقشه ۳: نقشه انتگرال هیپسومتری حوضه‌های کپه‌داغ- بینالود

شکل‌های گفتار نخست

- شکل ۱-۱) سامانه رشته کوه‌های شمال خاوری ایران.
- شکل ۱-۲) پهنه‌ی کپه‌داغ- بینالود و نواحی مجاور آن در آسیای میانه.
- شکل ۱-۳) مرزبندی پهنه‌های کپه‌داغ و بینالود در این پژوهش.

شکل‌های گفتار دوم

- شکل ۲-۱) تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM) گسله قره‌داغ.
- شکل ۲-۲) تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM) از گسله‌های باغان و قوچان.
- شکل ۲-۳) گسله قوچان و بادانه‌ی آن (تاق‌دیس قوچان) بر روی نقشه برجسته سایه روشن.
- شکل ۲-۴) اثر سطحی گسله‌های قوچان و باغان بر روی نقشه برجسته سایه روشن.
- شکل ۲-۵) اثر سطحی گسله باغان و بوسطن آن به راندگی بینالود در تصویر سایه روشن منطقه.
- شکل ۲-۶) تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM) از گسله شوقان.
- شکل ۲-۷) اثر خطی گسله توس و گسله کشف‌رود بر روی آبرفت‌های دشت کشف‌رود.
- شکل ۲-۸) اثر خطی گسله میامی بر روی نقشه سایه روشن منطقه.
- شکل ۲-۹) تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM) از گسله سبزوار.
- شکل ۲-۱۰) مخروط‌افکنه‌های پویای ایجاد شده در جبهه کوه گسله عشق‌آباد.
- شکل ۲-۱۱) مخروط‌افکنه‌های پویا در جبهه کوه گسله‌های پویا.
- شکل ۲-۱۲) (الف) نقشه برجستگی سایه روشن در محدوده گسله شاوار. (ب) تصویر ماهواره‌ای ETM سنجنده لندست. (پ) نیمرخ‌های ساختار ایجاد شده بر روی مخروط‌افکنه‌های گسله شاوار.
- شکل ۲-۱۳) نقشه کنتور شاخص SL در کوه‌های سان گابریل، کالیفرنیا، جنوبی.
- شکل ۲-۱۴) مقایسه‌ی نیمرخ‌های نیمه لگاریتمی رودخانه‌ها (با مقادیر SL) و نیمرخ‌های توپوگرافی (با نرخ برپایی) در شمال کالیفرنیا.
- شکل ۲-۱۵) نیمرخ درازایی و شاخص گرادیان (K) رودخانه‌های هیمالیا.
- شکل ۲-۱۶) (الف) نیمرخ درازایی رودخانه اترک رود. (ب) تصویر دره‌ی شاندری اترک‌رود.
- شکل ۲-۱۷) نیمرخ درازایی رودخانه کشف‌رود.
- شکل ۲-۱۸) نیمرخ درازایی رودخانه گرگان‌رود.
- شکل ۲-۱۹) نیمرخ درازایی رودخانه جاجرم.
- شکل ۲-۲۰) نیمرخ‌های درازایی رودخانه‌های دامنه شمالی اترک‌رود.
- شکل ۲-۲۱) نیمرخ درازایی رودخانه‌های دامنه جنوبی اترک‌رود.
- شکل ۲-۲۲) نیمرخ درازایی رودخانه‌های دامنه شمالی کشف‌رود.
- شکل ۲-۲۳) نیمرخ درازایی رودخانه‌های دامنه جنوبی کشف‌رود.
- شکل ۲-۲۴) نیمرخ درازایی انشعاب‌های رودخانه‌ی جاجرم.