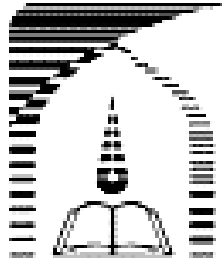


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده علوم پایه  
رساله دوره دکتری زمین شناسی (تکتونیک)

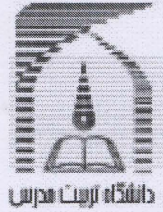
## تحلیل هندسی و جنبشی سیستم گسله‌های راندگی زاگرس مرتفع در ناحیه چهارمحال و بختیاری و جنوب لرستان

مسعود نعمتی

استاد راهنما :  
دکتر علی یساقی

استاد مشاور :  
دکتر محمدرضا کمالی

اسفند ۱۳۸۸



دانشگاه صنعتی شاهرود  
دانشکده علوم پایه

بسمه تعالی

## تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای مسعود نعمتی رساله واحدی خود را با عنوان: «تحلیل هندسی و جنبشی سیستم گسلهای رانندگی زاگرس مرتفع در ناحیه چهارمحال و بختیاری و جنوب لرستان» در تاریخ ۸۸/۱۲/۱۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می کند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	آقای دکتر علی یساقی	دانشیار	
۲- استاد مشاور	آقای دکتر محمدرضا کمالی	استادیار دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	آقای دکتر محمد محجل	دانشیار	
۴- استاد ناظر داخلی	آقای دکتر ماشاء... خامه چیان	دانشیار	
۵- استاد ناظر خارجی	آقای دکتر میرعلی اکبر نوگل سادات	دانشیار	
۶- استاد ناظر خارجی	آقای دکتر خالد حسامی آذر	استادیار	
۷- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	آقای دکتر محمد محجل	دانشیار	



بسمه تعالی

## آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:  
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته زمین شناسی است که در سال در دانشکده علوم دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر محمد رضا کمالی و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر \_\_\_\_\_ از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

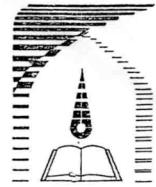
ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجوی تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب مسعود نعمتی دانشجوی رشته زمین شناسی مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: مسعود نعمتی

تاریخ و امضا: ۱۹/۰۱/۸۹



دانشگاه تربیت مدرس  
معاونت پژوهشی

جمهوری اسلامی ایران

شماره  
تاریخ  
پست

### آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثر هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۲ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب..... دانشجوی رشته..... ورودی سال تحصیلی..... مقطع.....  
دانشکده..... متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:  
تاریخ:  
۸۹/۴/۱

تهران، جلال‌آل محمد پل  
مردون پستی: ۲۱۸-۱۴۱۱۵  
تلفن: ۸۸۰۱۱۰۰۱  
دورنگار: ۸۸۰۰۵۰۳۵  
res@modares.ac.ir  
www.modares.ac.ir

تقدیم به:

مادران عزادار شهیدان

## تقدیر و تشکر

در آغاز، خداوند دانا و توانا را سپاس می‌گویم که هر دم از زندگی‌ام سرشار از لطف و مهربانی‌اش بوده و لحظه‌ای مرا تنها نگذاشته.

در مراحل انجام این کار و در طول تحصیل در این مقطع، از استاد ارجمند و گرانقدرم، جناب آقای دکتر یساقی دانش بسیار و فراتر از آن نوع نگاه کردن و چگونه اندیشیدن را آموخته‌ام. بی‌شک بخش بزرگی از این کار را مدیون راهنمایی و پیگیری دلسوزانه ایشان هستم. از ایشان بخاطر تک تک لحظاتی که با تمام وجود برای آموختن به من و پیش بردن این کار تلاش کردند صمیمانه سپاسگزارم.

از استاد محترم مشاور جناب آقای دکتر کمالی که در طول انجام این تحقیق و سالهای تحصیل در این مقطع همواره از راهنمایی و پشتیبانی همه جانبه ایشان بهره‌مند بوده‌ام نهایت قدردانی را دارم.

از اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر نوگل سادات، دکتر محجل و دکتر حسامی و همچنین جناب آقای دکتر خامه‌چیان که داوری این رساله را تقبل کرده و با نظرات ارزشمند خود باعث بهبود آن شدند صمیمانه قدردانی می‌کنم. از آقای ناصر جهانبخش که روزهای زیادی را حین مطالعات صحرایی در شرایط سخت با من یار و همراه بود سپاسگزاری می‌کنم.

در طول مراحل مطالعه سیالات درگیر از راهنمایی‌های مفید خانم میرشاهانی بهره‌مند بوده‌ام. از ایشان بخاطر همه کمک‌هایی که در این مرحله از کار داشتند صمیمانه سپاسگزارم.

همچنین، از مدیریت محترم پژوهشگاه صنعت نفت و مرکز مطالعات اکتشاف و تولید که شرایط ادامه تحصیل را برای من فراهم کرده و از انجام این کار تحقیقاتی حمایت کردند نهایت قدردانی را دارم.

در پایان از همسر و دخترم که در تمام مدت تحصیل در این دوره صبورانه مرا تحمل کردند و همواره مشوق و باعث دلگرمی‌ام بودند از صمیم قلب تشکر می‌کنم.

## چکیده:

به نقشه درآوردن و بررسی ساختاری کمربند زاگرس بلند و حاشیه جنوب غربی پهنه سنندج-سیرجان در منطقه چهارمحال و بختیاری منجر به شناسایی سیستم گسل‌های راندگی با رانش به سوی جنوب غرب شده است. این سیستم از شمال شرق بطرف جنوب غرب شامل برگ‌های راندگی بن، هفشجان، فارسان، کوه‌رنگ-اردل و بازفت می‌باشد. بر اساس بررسی ساختاری و جنبشی این برگ‌های راندگی با استفاده از ساختارهای دگرشکلی پهنه‌های قاعده‌ای آنها، به همراه اطلاعات ژئوفیزیکی از راس پی‌سنگ به دو گروه برگ‌های راندگی داخلی و خارجی تقسیم گردیده‌اند. برگ‌های راندگی داخلی دارای هندسه دوپلکسی بوده و در آنها پی‌سنگ نیز درگیر می‌باشد و شرایط دگرشکلی آنها شکل‌پذیر-شکنا می‌باشد، در حالیکه برگ‌های راندگی خارجی دارای هندسی فلسی بوده و بر روی مجموعه نمکی هرمز بعنوان سطح جدایش اصلی توسعه یافته است و شرایط دگرشکلی آنها عمدتاً شکنا می‌باشد.

ارزیابی کمی شرایط دگرشکلی برگ‌های راندگی با استفاده از ریزساختارهای کوارتز، ماکلهای کلسیت و دمای همگونی ادخالهای اولیه نشان داد که برگ‌های راندگی بن و هفشجان در دمای حدود ۲۵۰ درجه سانتیگراد دگرشکل شده‌اند. این بررسی بر روی نمونه‌های بدست‌آمده از پهنه‌های قاعده‌ای برگ‌های راندگی فارسان، کوه‌رنگ-اردل و بازفت نیز نشان‌دهنده دمای دگرشکلی حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد برای این برگ‌های راندگی می‌باشد. این برآورد نشان می‌دهد که شرایط دگرشکلی از حاشیه جنوبی پهنه سنندج-سیرجان به طرف کمربند زاگرس بلند تغییر زیادی نمی‌کند. افزایش دمای دگرشکلی از برگ‌های راندگی داخلی به خارجی تدریجی است و هیچ تغییر ناگهانی در دمای دگرشکلی در گذر از برگ‌های راندگی رخ نمی‌دهد.

بر اساس مطالعه حاضر، انتقال از بخش‌های داخلی به خارجی کمربند کوهزایی زاگرس انتقالی بوده و بنابراین مرز پهنه سنندج-سیرجان بعنوان بخش داخلی کوهزاد و زاگرس بلند بعنوان بخش خارجی کوهزاد زاگرس ناگهانی نبوده و در راستای یک پهنه انتقالی شامل یک سیستم راندگی با هندسه دوپلکسی است که در آن پی‌سنگ نیز درگیر است قرار دارد. این برگ‌های راندگی داخلی به سمت عمق همگرا می‌شوند و یک راندگی شکل‌پذیر را با مقیاس پوسته‌ای در عمق تشکیل می‌دهند که در اینجا بعنوان پهنه ریشه‌ای کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس در نظر گرفته شده است. این راندگی با مقیاس پوسته‌ای بعنوان زمین‌درز کوهزاد زاگرس و مرز بین ورقه عربی و ایران مرکزی در عمق



پیشنهاد شده است و در سطوح بالاتر پوسته با مجموعه‌ای از برگه‌های راندگی یعنی بن، هفشجان و فارسان جایگزین می‌شود.

در زاگرس بلند، زمان آغاز حرکات راندگی بر اساس سن سازند همزمان با زمین‌ساخت، یعنی کنگلومرای بختیاری، میوسن پسین می‌باشد که با زمان تصادم قاره-قاره ورقه‌های عربی و اوراسیا بر اساس بازسازی ورقه‌ها همخوانی دارد. هندسه و میزان دگرشکلی کنگلومرای بختیاری یک توالی راندگی رو به پیش‌بوم را در منطقه مطالعه نشان می‌دهند.

**کلیدواژه‌ها:** کمربند چین‌خورده رانده زاگرس، کمربند زاگرس بلند، پهنه انتقالی کمربند کوهزایی زاگرس، ریزساختار کوارتز، ماکل کلسیت، سیالات درگیر

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
<b>فصل اول: کلیات</b>	<b>۱</b>
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- زمین‌شناسی کوهزاد زاگرس	۷
۱-۲-۱- کمربند آتشفشانی ارومیه دختر	۹
۲-۲-۱- پهنه سنندج-سیرجان	۱۲
۳-۲-۱- کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس	۱۹
۱-۳-۲-۱- گسل اصلی معکوس زاگرس	۲۰
۲-۳-۲-۱- کمربند رانده زاگرس بلند (پهنه زاگرس بلند)	۲۱
۳-۳-۲-۱- گسل زاگرس بلند	۲۲
۴-۳-۲-۱- کمربند ساده چین‌خورده	۲۴
۵-۳-۲-۱- گسل پیشانی کوهستان	۲۸
۶-۳-۲-۱- پیش‌گودال زاگرس و فروبار دزفول	۲۹
۴-۲-۱- پی‌سنگ زاگرس	۳۰
۵-۲-۱- لرزه خیزی زاگرس	۳۵
۳-۱- تاریخچه مطالعات پیشین	۳۶
۴-۱- تعریف مسئله و اهداف مطالعه	۴۴
۵-۱- روش مطالعه	۴۹
<b>فصل دوم: چینه‌شناسی</b>	<b>۵۱</b>
۱-۲- مقدمه	۵۲
۲-۲- چینه‌شناسی محدوده شمال شرقی منطقه	۵۳
۱-۲- چینه‌شناسی محدوده میانی منطقه	۵۸
۱-۲- چینه‌شناسی محدوده جنوب غربی منطقه	۶۱
<b>فصل سوم: تحلیل هندسی و جنبشی برگ‌های راندگی</b>	<b>۸۰</b>
۱-۳- مقدمه	۸۱
۲-۳- برگ‌های راندگی	۸۳
۱-۲-۳- برگه راندگی بن	۸۷
۲-۲-۳- برگه راندگی هفشجان	۹۲
۳-۲-۳- برگه راندگی فارسان	۹۶
۴-۲-۳- برگه راندگی نیاکان	۱۰۰
۵-۲-۳- برگه راندگی کوه‌رنگ-اردل-ناغان	۱۰۳
۶-۲-۳- برگه راندگی دوپلان	۱۱۳
۷-۲-۳- برگه راندگی بازفت	۱۱۶

۱۲۰ ..... ۸-۲-۳- راندگی مافارون

۱۲۳ ..... ۳-۳- نتیجه گیری

## ۱۲۶ ..... فصل چهارم: شریط دگرشکلی برگهای راندگی

۱۲۷ ..... ۱-۴- مقدمه

۱۲۹ ..... ۲-۴- روشهای زمین-دماسنجی

۱۲۹ ..... ۱-۲-۴- زمین-دماسنجی بوسیله ریز ساختارهای کوارتز

۱۳۳ ..... ۲-۲-۴- زمین-دماسنجی بوسیله ریز ساختارهای کلسیت

۱۳۵ ..... ۳-۲-۴- زمین-دماسنجی با استفاده از سیالات درگیر

۱۳۸ ..... ۳-۴- زمین-دماسنجی برگهای راندگی بوسیله ریز ساختارهای کوارتز

۱۴۴ ..... ۴-۴- زمین-دماسنجی برگهای راندگی بوسیله ریز ساختارهای کلسیت

۱۴۸ ..... ۵-۴- زمین-دماسنجی برگهای راندگی بوسیله سیالات درگیر

۱۵۴ ..... ۶-۴- نتیجه گیری

## ۱۵۶ ..... فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۱۵۷ ..... ۱-۵- مقدمه

۱۵۸ ..... ۲-۵- سبک ساختاری منطقه مطالعه

۱۶۲ ..... ۳-۵- مرز بخش داخلی و خارجی کوهزاد زاگرس

۱۶۴ ..... ۴-۵- حرکات راستالغز به موازات کمربند زاگرس

۱۶۵ ..... ۵-۵- سن حرکات راندگی

۱۶۷ ..... ۶-۵- نتیجه گیری

## ۱۷۰ ..... فهرست منابع

## فهرست اشکال و جداول

- شکل (۱-۱) نمای کلی یک کمر بند چین خورده-رانده..... ۳
- شکل (۲-۱) سیستمهای راندگی و تنوع هندسی آنها..... ۴
- شکل (۳-۱) واحدهای اصلی زمین‌ساختی کوهزاد زاگرس..... ۵
- شکل (۴-۱) زیرپهنه‌های ساختاری کمر بند چین خورده-رانده زاگرس..... ۶
- شکل (۵-۱) دو تفسیر متفاوت از ساختارهای ناحیه‌ای کوهزاد زاگرس..... ۸
- شکل (۶-۱) نقشه زمین‌ساختی پهنه سنندج-سیرجان و زیرپهنه‌های آن..... ۱۵
- شکل (۷-۱) برش ساختاری ترکیبی از پهنه سنندج-سیرجان و پهنه خرد شده..... ۱۸
- شکل (۸-۱) تصویر ماهواره‌ای از تاقدیسهای کمر بند ساده چین خورده زاگرس در منطقه لرستان..... ۲۵
- شکل (۹-۱) نقشه ناحیه‌ای عمق راس پی سنگ زاگرس..... ۳۱
- شکل (۱۰-۱) نقشه ساختارهای پی سنگی ورقه عربی..... ۳۲
- شکل (۱۱-۱) شواهد کافت‌زایی و زمین‌ساخت کششی..... ۳۴
- شکل (۱۲-۱) برش ساختاری از مرز زاگرس بلند و کمر بند چین خورده زاگرس..... ۴۲
- شکل (۱۳-۱) فهرست نقشه‌های زمین‌شناسی که منطقه مطالعه را پوشش می‌دهند..... ۴۳
- شکل (۱۴-۱) برش ساختاری از یک کوهزاد نمونه..... ۴۵
- شکل (۱۵-۱) برشهای ساختاری که دو تفسیر مختلف از یک سری داده را نشان می‌دهند..... ۴۶
- شکل (۱۶-۱) برشهای ساختاری از کمر بند چین خورده زاگرس..... ۴۸
- شکل (۱-۲) نقشه زمین‌شناسی منطقه مطالعه و نواحی مجاور..... ۵۴
- شکل (۲-۲) واحدهای سنگی برگه راندگی بن..... ۵۵
- شکل (۳-۲) سنگهای کربناته پرمین (P) در شمال شرق راندگی بن..... ۵۶
- شکل (۴-۲) سنگهای آتشفشانی در برگه راندگی بن..... ۵۷
- شکل (۵-۲) واحدهای سنگی برگه راندگی هفشجان..... ۵۹
- شکل (۶-۲) تصویر برجسته مایل (Google Earth) از برگه راندگی فارسان..... ۶۰
- شکل (۷-۲) لایه‌های کنگلومرای پالئوسن در فرودپواره راندگی فارسان..... ۶۱
- شکل (۸-۲) نقشه زمین‌شناسی زاگرس بلند در جنوب چلگرد..... ۶۱

- شکل ۲-۹) واحدهای رسوبی پالئوزوئیک در زاگرس بلند..... ۶۳
- شکل ۲-۱۰) ستون چینه‌ای رسوبات زاگرس بلند در منطقه بختیاری..... ۶۵
- شکل ۲-۱۱) ستون چینه‌ای خلاصه شده سازندهای پرمین و مزوزوئیک در زاگرس بلند..... ۶۹
- شکل ۲-۱۲) واحدهای رسوبی پالئوزوئیک و مزوزوئیک در برگه راندگی بازفت..... ۷۰
- شکل ۲-۱۳) تصاویر واحدهای رسوبی سنوزوئیک در زاگرس بلند..... ۷۴
- شکل ۲-۱۴) رابطه سازند آسماری و سازندهای روی آن در زاگرس بلند..... ۷۶
- شکل ۲-۱۵) چینه‌شناسی ناحیه‌ای رسوبات تخریبی پس از آسماری در حوضه زاگرس..... ۷۸
- شکل ۲-۱۶) تصاویر سازند بختیاری در زاگرس بلند..... ۷۹
- شکل ۳-۱) نقشه ساختاری بخش میانی کوهزاد زاگرس..... ۸۱
- شکل ۳-۲) نقشه ساختاری برگه‌های راندگی در بخش گذر از مناطق داخلی به خارجی کوهزاد زاگرس..... ۸۲
- شکل ۳-۳) نمای مایل تصویر ماهواره‌ای برجسته (Google Earth) از بخش‌های شمالی منطقه مطالعه..... ۸۴
- شکل ۳-۴) نقشه ساختارهای عمده منطقه مطالعه..... ۸۵
- شکل ۳-۵) برش تلفیقی از مرز بالایی پی سنگ در منطقه بختیاری..... ۸۶
- شکل ۳-۶) راندگی بن و سفره‌های نابرجایی که از آن منشاء گرفته‌اند..... ۸۹
- شکل ۳-۷) سنگهای گسلی پهنه راندگی بن..... ۹۰
- شکل ۳-۸) تصویر استریوگرافیک نیمکره زیرین و تحلیل جنبشی ساختارهای پهنه گسلی بن..... ۹۱
- شکل ۳-۹) شواهد دگرشکلی و برش در برگه راندگی هفشجان..... ۹۴
- شکل ۳-۱۰) سنگهای گسلی در پهنه راندگی راندگی هفشجان..... ۹۵
- شکل ۳-۱۱) تصویر استریوگرافیک از ساختارهای پهنه راندگی هفشجان و تحلیل جنبشی آن..... ۹۷
- شکل ۳-۱۲) ساختارهای پهنه راندگی فارسان..... ۹۹
- شکل ۳-۱۳) تصاویری از سنگهای گسلی پهنه راندگی فارسان..... ۱۰۱
- شکل ۳-۱۴) برش ساختاری نمونه از بخش بالایی برگه راندگی نیاکان..... ۱۰۱
- شکل ۳-۱۵) تصویر و ترسیم خطی ساختارهای بخش شمال شرقی برگه نیاکان..... ۱۰۲
- شکل ۳-۱۶) تصاویر پهنه راندگی کوه‌رنگ..... ۱۰۴
- شکل ۳-۱۷) تصاویر پهنه راندگی اردل..... ۱۰۶
- شکل ۳-۱۸) تصویر چین خوردگی در بخش شمال شرقی برگه راندگی اردل..... ۱۰۷

- شکل ۳-۱۹) تصاویر و نقشه ساختاری گسل راستالغز در امتداد برگه راندگی دوپلان..... ۱۰۸
- شکل ۳-۲۰) تصویر ماهواره‌ای برجسته مایل (google earth) از برگه راندگی اردل..... ۱۰۹
- شکل ۳-۲۱) گسل‌های اریب لغز با روند پراکنده در منطقه ناغان..... ۱۱۰
- شکل ۳-۲۲) بخشی از پهنه راندگی ناغان و برونزد سنگ‌های پالئوزوئیک زیرین در امتداد آن..... ۱۱۱
- شکل ۳-۲۳) مقطع ساختاری نمونه از راندگی فارسان و نا..... ۱۱۲
- شکل ۳-۲۴) تصویر ماهواره‌ای از بخش انتهایی جنوب شرقی راندگی دوپلان..... ۱۱۲
- شکل ۳-۲۵) یک راندگی کوچک درون واحدهای آهک-آهک رسی کرتاسه برگه دوپلان..... ۱۱۵
- شکل ۳-۲۶) نمونه‌هایی از انواع مختلف گسلها درون برگه راندگی دوپلان..... ۱۱۵
- شکل ۳-۲۷) نقشه راندگیهای بازفت و دوپلان و شاخه‌های واگرا و ارتباطی بین این دوراندگی..... ۱۱۶
- شکل ۳-۲۸) نقشه ساختاری از شاخه واگرای میلی از راندگی بازفت..... ۱۱۸
- شکل ۳-۲۹) برش ساختاری از شاخه میلی گسل بازفت..... ۱۱۹
- شکل ۳-۳۰) چین خوردگی و گسلش در لایه‌های کربناته در قاعده برگه راندگی بازفت..... ۱۱۹
- شکل ۳-۳۱) ساختارهای پهنه راندگی بازفت-شاخه سرخون..... ۱۲۰
- شکل ۳-۳۲) جابجایی راستالغز در امتداد برگه راندگی بازفت..... ۱۲۱
- شکل ۳-۳۳) تصاویر راندگی و برگه راندگی مافارون..... ۱۲۲
- شکل ۳-۳۴) برش ساختاری عمود بر روند زاگرس..... ۱۲۴
- شکل ۴-۱) ریزساختارهای شاخص در سه مکانیسم تبلور دوباره کوارتز..... ۱۳۱
- شکل ۴-۲) شرایط دما و نرخ واتنش در رژیمهای دگرشکلی کوارتز در شرایط آزمایشگاه..... ۱۳۲
- شکل ۴-۳) تصاویر میکروسکوپ نوری از نمونه‌های کوارتز دگرریخت شده در آزمایشگاه..... ۱۳۳
- شکل ۴-۴) نمایش هندسه ماکلهای مکانیکی کلسیت و تغییرات آن با افزایش دما..... ۱۳۵
- شکل ۴-۵) نمونه‌هایی از سیالات در گیر در بلورهای طبیعی..... ۱۳۷
- شکل ۴-۶) نقشه ساختاری منطقه مطالعه و موقعیت نمونه‌های برداشت شده..... ۱۳۹
- شکل ۴-۷) ریزساختارهای دگرشکلی در دانه‌های کوارتز در برگه راندگی بن..... ۱۴۱
- شکل ۴-۸) ریزساختارهای دگرشکلی در دانه‌های کوارتز در برگه راندگی هفشجان و ناغان..... ۱۴۲
- شکل ۴-۹) ماکلهای مکانیکی کلسیت در برگه‌های راندگی بن و هفشجان..... ۱۴۶
- شکل ۴-۱۰) ماکلهای مکانیکی کلسیت در برگه‌های راندگی فارسان، اردل و بازفت..... ۱۴۷

- شکل ۴-۱۱) سه نوع اصلی از ادخالهای سیال در نمونه های مورد مطالعه..... ۱۵۰
- شکل ۴-۱۲) نمودار دمای همگونی انواع مختلف ادخالهای سیال در نمونه های مطالعه شده..... ۱۵۱
- شکل ۴-۱۳) نمودار دمای انجماد انواع مختلف ادخالهای سیال بر گره راندگی بن و هفشجان..... ۱۵۲
- شکل ۴-۱۴) دمای همگونی در برابر درجه شوری سیالات در گیر..... ۱۵۳
- شکل ۵-۱) برش ساختاری عمود بر روند زاگرس در بخش جنوب منطقه مطالعه..... ۱۵۹
- شکل ۵-۲) تصویر سنگهای آهکی در پهنه های برشی قاعده برگهای راندگی منطقه مطالعه..... ۱۶۰
- شکل ۵-۳) مدل دو بعدی ساختارهای پوسته ای کوهزاد زاگرس بر اساس داده های گرانی سنجی و لرزه ای..... ۱۶۳
- شکل ۵-۴) سازند بختیاری در فرودپواره راندگی های کمربند زاگرس بلند..... ۱۶۷
- جدول ۴-۱) مشخصات نمونه ها و ریزساختارهای مشاهده شده در بلورهای کوارتز..... ۱۴۴
- جدول ۴-۲) توزیع انواع ماکلهای مکانیکی کلسیت و برآورد دمای دگرشکلی..... ۱۴۸

# فصل اول

کلیات

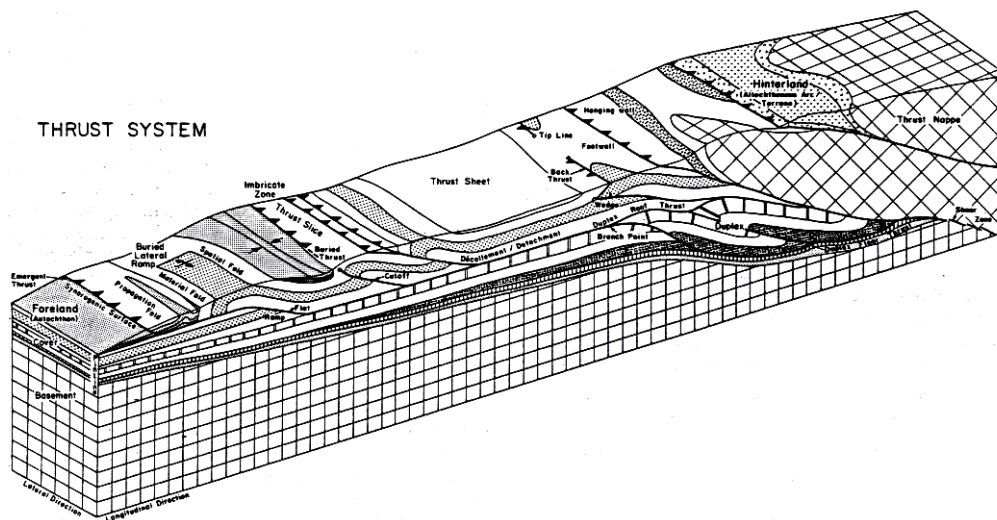


## ۱-۱- مقدمه

کمربند های چین خورده-رانده (fold-thrust belts) از حاشیه آرام قاره ها یا ریفتهای درون قاره ای و حوضه رسوبی همراه آنها منشاء می گیرند. عرض این کمربندها به دهها تا صدها کیلومتر می رسد و معمولاً در لبه خارجی کوهزاد (orogen) واقع شده اند (Nemčok et al., 2005).

در برخی از کمربندهای چین خورده-رانده پوشش رسوبی توسط سطوح گسلی از پی سنگ جدا می شود. این سبک دگرریختی را مدل نازک پوسته (thin-skinned model) می نامند. در این سبک دگرریختی، یک لایه نامقاوم باعث جدایش مکانیکی پی سنگ و پوشش رسوبی می شود. در نقطه مقابل، در برخی دیگر از کمربندهای راندگی، سنگهای دگرگونی یا آذرین متشکله پی سنگ در دگرشکلی درگیر می شوند و گاهی توسط گسلهای معکوس پرشیب تر به سطح آورده می شوند. به این سبک دگرریختی مدل ستر پوسته (thick-skinned model) گفته می شود (Tozer et al., 2002; Hatcher, 2007). این گسلهای معکوس معمولاً گسلهایی هستند که در گذشته در یک رژیم زمین ساختی کششی شکل گرفته اند و حین دگرریختی بعدی فشارشی بصورت گسلهای معکوس، فعال شده اند (Jackson, 1980; Gillerist et al., 1987; Hayward and Graham, 1989; Coward, 1996). در طبیعت نمی توان مرز مشخص و دقیقی بین کمربند های نازک پوسته و ضخیم پوسته ترسیم کرد. چرا که در برخی کمربند های نازک پوسته نیز پی-سنگ بطور محدودی درگیر دگرریختی می شود و راندگیهای عمیق در آن نفوذ می کنند (Nemčok et al., 2005). علاوه بر آن الگوی دگرشکلی در بخشهای مختلف یک کمربند چین خورده-رانده ممکن است متفاوت باشد و در طول (Allmendniger et al, 1997; Bergh et al., 1997; McClelland and Oldow, 2004) یا عرض (Hamilton, 1988) کمربند یا

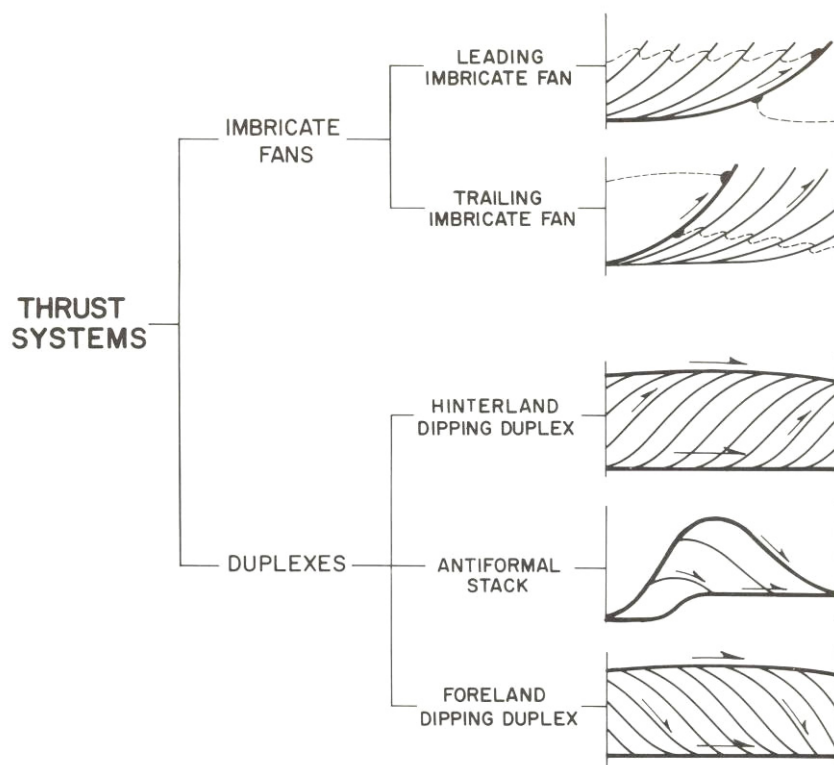
حتی با گذشت زمان (Kulik and Schmidt, 1988) تغییر کند. حوضه های حاشیه آرام قاره-ای که دارای منشور گسترده ای از رسوبات که به سمت خارج نازک می شوند می باشند معمولا مستعد تشکیل کمربند چین خورده-رانده نازک پوسته می باشند (Nemčok et al., 2005). الگوی ستر پوسته دگرریختی معمولا در بخشهای داخلی کمربند های چین-خورده-رانده دیده می شوند در حالی که در بخشهای خارجی بیشتر الگوی نازک پوسته غالب است (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱) نمای کلی یک کمربند چین خورده-رانده (De Paor 1988). معمولا در بخشهای داخلی (سمت راست) پی سنگ در دگرشکلی درگیر می شود اما در بخشهای خارجی پی سنگ در زیر یک سطح جدایش بصورت دست نخورده باقی می ماند.

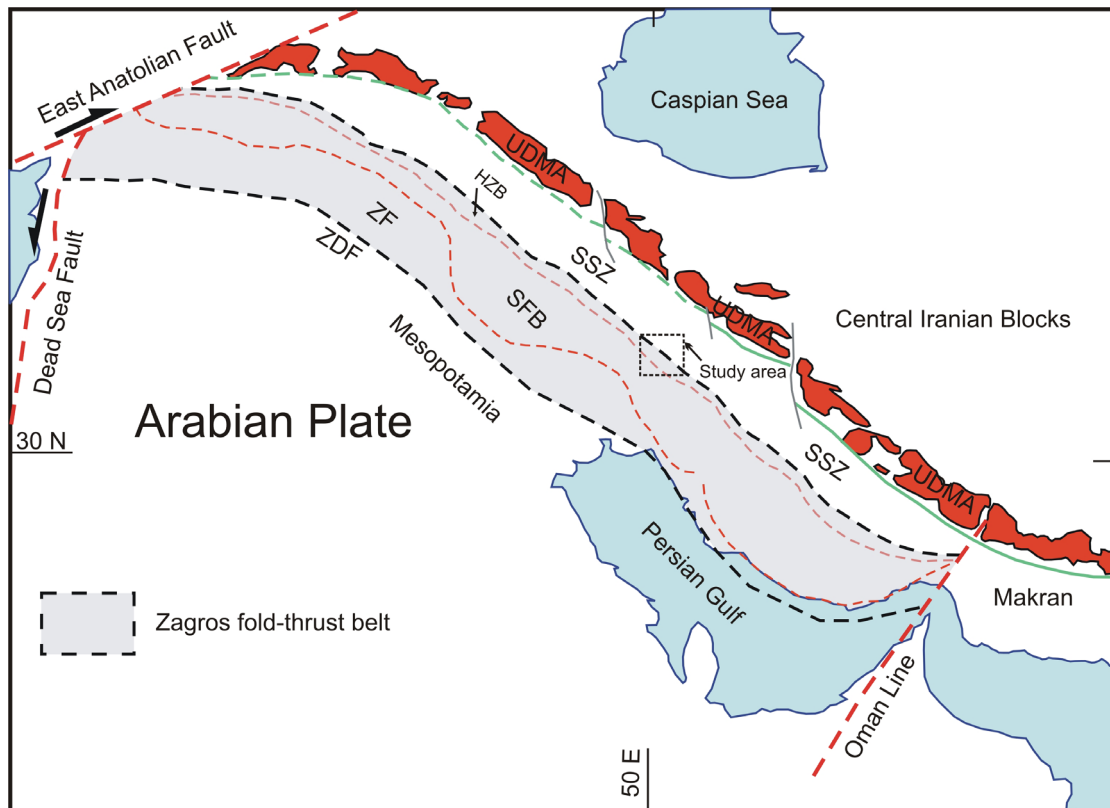
بر اساس چگونگی آرایش راندگی ها در یک کمربند چین خورده-رانده، دو نوع هندسه اصلی ایجاد می شود که سیستم راندگی فلسی (imbricate fan thrust system) و سیستم راندگی دوپلکسی (duplex thrust system) نامیده می شوند (شکل ۲-۱). در سیستم راندگی فلسی چندین راندگی با فاصله کم در عمق به یک گسل قاعده ای کم شیب (sole fault) می پیوندند اما به سمت بالا جابجایی آنها کم شده و سرانجام با انتقال جابجایی به یک چین یا تقسیم آن به چندین شاخه در انتهای گسل محو می شوند. این راندگیها ممکن است به سطح زمین نیز برسند (Mitra, 1986). سیستم راندگی دوپلکسی آرایه ای از خرکهاست (horse) است که از پائین توسط گسل قاعده ای (floor thrust) و از بالا توسط گسل فوقانی (roof thrust) محاط می-

شوند (McClay, 1992). سیستمهای راندگی فلسی و دوپلکس تنوع زیادی در هندسه نشان می‌دهند که خود نتیجه تنوع رابطه هندسی و جنبشی بین چینها و راندگی ها و عوامل ساختاری درونی می‌باشد (Mitra, 1986).



شکل ۱-۲) سیستمهای راندگی و تنوع هندسی آنها. اقتباس از (Boyer and Elliott (1982)

کمربند چین خورده-رانده زاگرس که بخش خارجی کوهزاد زاگرس را تشکیل می‌دهد بر روی حاشیه شمال شرقی ورقه عربی شکل گرفته است (شکل ۱-۳). در این کمربند توالی رسوبی پالئوزوئیک زیرین تا نئوژن به ضخامت ۷ تا ۱۲ کیلومتر در زمان نئوژن دچار دگرریختی شده است. در بخشهای داخلی‌تر این کمربند (کمربند زاگرس بلند) (شکل ۱-۴) راندگیهای متعددی با روند شمال غرب-جنوب شرق دیده می‌شوند که واحدهای رسوبی پالئوزوئیک زیرین-کواترنری را به سمت جنوب غرب رانده‌اند. به سمت جنوب غرب، راندگیها کمتر به سطح می‌رسند و دگرریختی بر روی زمین بصورت تاقدیسهای عظیم به طول دهها کیلومتر و عرض چند کیلومتر در توالی رسوبی پالئوزوئیک-سنوزوئیک دیده می‌شود. این بخش از زاگرس، کمربند ساده چین خورده نامیده شده



شکل ۱-۳) واحدهای اصلی زمین‌ساختی کوهزاد زاگرس: کمان ماگمایی ارومیه-دختر (UDMA)، پهنه سنج-سیرجان (SSZ) و کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس که در واقع بخش شمال شرقی ورقه عربی را تشکیل می‌دهد. SFB: کمربند ساده چین‌خورده زاگرس، HZB: کمربند زاگرس بلند، ZF: پیش‌گودال زاگرس، ZDF: پیشانی دگرریختی زاگرس. اقتباس از (Alavi 2007).

است. در جنوب غرب این کمربند تاقدیسها بزرگ در توالی پالئوزوئیک-میوسن توسط یک پهنه جدایشی (سازند تبخیری گچساران) از رسوبات تخریبی جوانتر جدا می‌شوند و اثر آنها در سطح زمین دیده نمی‌شود. این بخش از کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس پیش‌گودال زاگرس نامیده می‌شود. زیرپهنه‌های ساختاری زاگرس دارای سبک دگرریختی و مرفولوژی متمایز بوده و توسط گسل‌های بزرگ ناحیه‌ای از یکدیگر جدا می‌شوند. بطور عمومی در بخش‌های داخلی‌تر (شمال شرقی) کوتاه‌شدگی شدیدتر بوده و دگرشکلی زودتر آغاز شده است و به سمت جنوب غرب از شدت دگرریختی کاسته می‌شود.