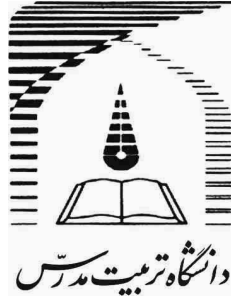


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی - پترولوژی

ژئوشیمی و پترولوژی توده گرانیتوئیدی در منطقه آورزمان (غرب ملایر)

ندا ماسوری

استاد راهنما:

دکتر نعمت اله رشیدنژاد عمران

استاد مشاور:

دکتر فریبرز مسعودی

زمستان ۱۳۸۹



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیات داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم ندا ماسوری رشته زمین شناسی (پترولوژی) تحت عنوان: «ژئوشیمی و پترولوژی توده گرانیتوئیدی در منطقه آوزمان (غرب ملایر)» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر نعمت ا... رشید نژاد عمران	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر فریبرز مسعودی	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر محمد رضا قربانی	استادیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر منصور قربانی	استادیار م	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمد رضا قربانی	استادیار	



بسمه تعالی

## آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (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 پایان‌نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته زمین‌شناسی - است که در سال ۸۹ در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر سیدزهره، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر سورک و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند 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.

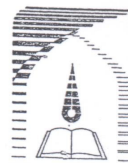
ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب ندرا سورک دانشجوی رشته زمین‌شناسی - مقطع کارشناسی ارشد متعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: ندرا سورک

تاریخ و امضا:

۱۹/۱۱/۳۰



دانشگاه تربیت مدرس  
معاونت پژوهشی

برستانی  
جمهوری اسلامی ایران

شماره  
تاریخ  
پیوست

آیین نامه 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 عنوان پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد 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 پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

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 آئین نامه 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 ۸۷/۴/۲۳ 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..... رشته..... دانشجوی رشته..... ورودی سال تحصیلی..... مقطع.....  
دانشکده..... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم 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، ۱۲، ۲۰

تهران، خیابان آیت الله محمد باقر  
مستوفی پستی: ۳۱۸-۱۴۱۱۵  
تلفن: ۸۸۰۰۱۱۰۰۱  
دورنگار: ۸۸۰۰۵۰۳۵  
res@modares.ac.ir  
www.modares.ac.ir

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم.....

## تشکر و قدردانی

حمد خدایی را که اول بزمی آثار هستی اوست و قبل از او اولی نبوده، و آخر است بی آنکه پس از او آخری باشد. (صحیفه سجادیه، دعای اول)

سپاس فراوان من نثار مهربانانی که بی مهرشان این راه به پایان نمی‌رسید.

با سپاس از استاد راهنمای عزیزم دکتر رشیدنژاد عمران، تکیه گاه امن لحظه های پراضطرابم که

همراهی و حمایتش را هیچگاه از من دریغ نکرد.

با تشکر از دکتر مسعودی که دانسته هایش را بی دریغ در اختیارم گذاشت.

از دکتر محمدرضا قربانی که افتخار شاگردیشان را داشتم و دکتر منصور قربانی که داوری این

پایان نامه را قبول زحمت فرمودند کمال تشکر را دارم.

## چکیده

توده گرانیتوئیدی جنوب آوزمان با سن کرتاسه در غرب شهرستان ملایر قرار گرفته است و از لحاظ تکتونیکی به عنوان بخشی از حوادث پلوتونیزم پهنه سنندج-سیرجان محسوب می‌شود. تزریق این توده در رسوبات قدیمی تر (تریاس بالا-ژوراسیک زیرین) باعث ایجاد دگرگونی مجاورتی و هاله های دگرگونی (هورنفلس و اسکارن کانه دار) در منطقه شده است. با توجه به شواهد صحرایی و پتروگرافی، پیکره اصلی این توده را گرانودیوریت و کوارتزیدیوریت تشکیل می دهند. دایک های متعدد آپلیتی و کوارتزی، توده نفوذی و سنگ های میزبان را قطع کرده اند. بافت غالب آن ها گرانولار و پورفیروئید می باشد. از نظر شیمیایی، ماگمای تشکیل دهنده این توده از نوع کالک آلکالن و غنی از پتاسیم است. از نظر درجه اشباع از آلومینیم، در محدوده پرآلومین تا کمی متاآلومین قرار می گیرند و نمونه های مورد مطالعه غالباً S-type می باشند، اما در مواردی تمایلاتی به I-type نیز مشاهده می شود. آنالیز شیمیایی کانی پیروکسن در این توده، ترکیب پیروکسن را از نوع دیوپسید-اوپت معرفتی کرده است. توده گرانیتوئیدی منطقه با استفاده از ترکیب بیوتیت، ماهیت کالکوآلکالن و پرآلومین دارد و محیط تکتونیکی قوس آتشفشانی را آشکار ساخته است. غنی شدگی نمونه های مورد مطالعه از LREE نسبت به HREE و تهی شدگی از عناصر Nb, Sr, P, Ti و واقع شدن آن ها در محدوده VAG حاکی از آن است که توده گرانیتوئیدی منطقه در محیط قوس آتشفشانی و در ارتباط با فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر ورقه ایران تشکیل شده است.

کلیدواژه: گرانیتوئید، آوزمان، کالک آلکالن، پرآلومین، قوس آتشفشانی.



صفحه	عنوان
۱	<b>فصل ۱ کلیات</b> .....
۲	۱-۱. موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه.....
۲	۲-۱. شرایط اقلیمی، آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه.....
۴	۳-۱. ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه.....
۴	۴-۱. اهداف پژوهش.....
۵	۵-۱. روش مطالعه و تحقیق.....
۶	۶-۱. سابقه مطالعات در منطقه.....
۷	<b>فصل ۲</b> .....
۷	زمین شناسی عمومی.....
۸	۱-۲. تکامل منطقه مورد مطالعه، به عنوان بخشی از زون سنندج-سیرجان.....
۱۲	۲-۲. چینه شناسی.....
۱۳	۳-۲. زمین شناسی ناحیه ای.....
۱۴	۱-۳-۲. واحدهای دگرگونی منطقه.....
۱۴	۱-۱-۳-۲. واحد Sk (اسکارن).....
۱۷	۲-۱-۳-۲. واحد h (هورنفلس).....
۱۷	۳-۱-۳-۲. واحد S.Sch (شیست لکه دار).....
۱۸	۴-۱-۳-۲. واحد سنگ آهک دگرگونه کریستالین.....
۱۹	۵-۱-۳-۲. واحد Sch,ms (شیست و ماسه سنگ دگرگونه).....
۲۰	۲-۳-۲. توده های آذرین منطقه.....
۲۰	۱-۲-۳-۲. واحد gd (توده گرانیتوئیدی).....
۲۲	۲-۲-۳-۲. واحد g-gn (توده گرانیت-گنیس).....

۲۳ ..... ۳-۲-۳. واحد g (گرانیت)

۲۳ ..... ۴-۲. زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

۲۵ ..... ۵-۲. زمین شناسی اقتصادی

## ۲۸ ..... فصل ۳

۲۸ ..... پتروگرافی

۲۹ ..... مقدمه

۳۲ ..... ۲-۳. پتروگرافی واحدهای سنگی موجود در منطقه مورد مطالعه

۳۲ ..... ۱-۲-۳. واحد گرانودیوریت

۳۵ ..... ۲-۲-۳. کوارتزیدیوریت

۳۸ ..... ۳-۲-۳. آپلیت

۴۰ ..... ۴-۲-۳. گرانیت گنیس دار

۴۱ ..... ۵-۲-۳. آنکلاو

## ۴۴ ..... فصل ۴ ژئوشیمی

۴۵ ..... ۱-۴. مقدمه

۴۷ ..... ۲-۴. طبقه بندی ژئوشیمیایی و نامگذاری

۴۷ ..... ۱-۲-۴. رده بندی و نامگذاری سنگها

۵۱ ..... ۲-۲-۴. تعیین ماهیت و سری ماگمایی

۵۱ ..... ۱-۲-۲-۴. شاخص اشباع از آلومین ( نمودار A/NK در مقابل A/CNK)

۵۲ ..... ۲-۲-۲-۴. نمودار AB (دبون و لفورت، ۱۹۸۳)

۵۳ ..... ۳-۲-۲-۴. نمودار مجموع آلکالن در برابر سیلیس (ایروین- باراگار، ۱۹۷۱)

۵۴ ..... ۴-۲-۲-۴. نمودار مثلثی AFM (ایروین- باراگار، ۱۹۷۱)

۵۵ ..... ۵-۲-۲-۴. نمودار K2O در مقابل SiO2 (پسریلو و تیلور، ۱۹۷۶)

۵۶ ..... ۳-۲-۴. ژئوشیمی توده های گرانیتوئیدی منطقه

۵۷ ..... ۱-۳-۲-۴. ژئوشیمی عناصر اصلی

۵۹ ..... ۲-۳-۲-۴. ژئوشیمی عناصر کمیاب (Trace Element)

۶۱ ..... ۳-۳-۲-۴. ژئوشیمی عناصر نادر خاکی (REEs)

۴-۲-۴. عنکبوتی فراوانی عناصر کمیاب نرمالایز شده به کندریت (تامپسون، ۱۹۸۲). (علائم مانند شکل ۴-۲۲).....	۶۴
۴-۲-۵. ژئوشیمی و محیط تکتونیکی.....	۶۴
۴-۲-۵-۱. تعیین جایگاه تکتونیکی بر اساس عناصر اصلی.....	۶۵
۴-۲-۵-۲. تعیین جایگاه تکتونیکی بر اساس عناصر اصلی و کمیاب.....	۶۸
۴-۲-۵-۳. تعیین جایگاه تکتونیکی بر اساس عناصر کمیاب.....	۶۸
۴-۲-۶. رده بندی زایشی سنگ های منطقه.....	۷۲

## فصل ۵..... ۷۵

شیمی کانیها.....	۷۵
۵-۱. مقدمه.....	۷۶
۵-۱-۱. شیمی بیوتیت.....	۷۶
۵-۱-۱-۲. رده بندی بیوتیت ها.....	۷۷
۵-۱-۱-۳. تعیین سری ماگمای سازنده بیوتیت ها.....	۷۹
۵-۱-۲. شیمی کلینوپیروکسن.....	۸۱
۵-۱-۳. نمودارهای تعیین نوع پیروکسن.....	۸۲
۵-۱-۳-۱. نمودار Q-J (موریموتو، ۱۹۸۸).....	۸۲
۵-۱-۳-۲. نمودار مثلثی Wo-En-Fs (موریموتو، ۱۹۸۸).....	۸۳
۵-۱-۳-۳. نمودار Na-Mg-Fe <sup>2+</sup> (یاگی، ۱۹۶۶).....	۸۴

## فصل ۶..... ۸۶

نتیجه گیری.....	۸۶
مقدمه.....	۸۷

# فصل ۱

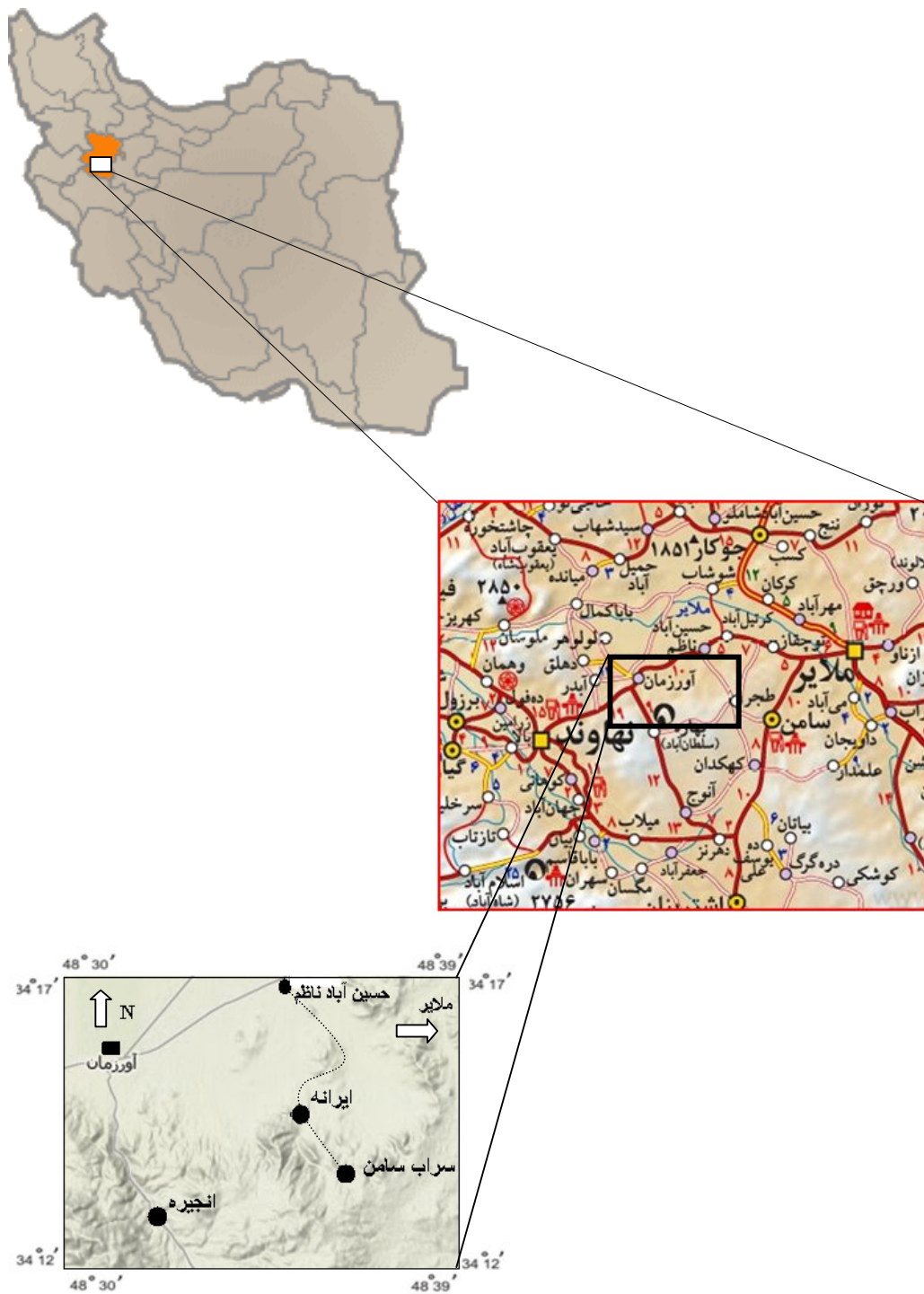
## کلیات

### ۱-۱. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان همدان و در غرب شهرستان ملایر واقع شده است. این گستره در نیمه جنوب غربی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ملایر، بین طولهای جغرافیایی  $30^{\circ} 48'$  و  $39^{\circ} 48'$  شرقی و عرضهای جغرافیایی  $12^{\circ} 34'$  و  $17^{\circ} 34'$  شمالی قرار دارد. منطقه از شمال به آوزمان و روستای حسین آباد ناظم و از جنوب به کمر بنه و قلعه علیمراد ختم می شود. روستاهای انجیره و ایرانه و سراب سامن در مرکز منطقه واقع هستند. راه دسترسی به محدوده از طریق جاده ملایر-نهادوند بعد از طی حدود ۲۵ کیلومتر از طریق دوراهی آوزمان امکان پذیر است. بطوریکه بعد از طی حدود ۵ کیلومتر جاده آسفالته دسترسی به بخش های شمالی منطقه از جمله روستای انجیره میسر می شود، دسترسی به روستاهای ایرانه و سراب سامن از طریق جاده خاکی که از روستای حسین آباد ناظم نرسیده به آوزمان است امکان پذیر می باشد (شکل ۱-۱).

### ۱-۲. شرایط اقلیمی، آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه

این محدوده به علت دارا بودن ارتفاعات نسبتاً زیاد از سطح دریا دارای تابستان های معتدل و زمستانهای سرد و نسبتاً طولانی می باشد. بطوریکه عملیات صحرایی در فصل زمستان امکان پذیر نمی باشد. بنابراین، بهترین زمان جهت عملیات صحرایی اردیبهشت تا آبان می باشند. میانگین بارندگی سالانه ۲۴۲.۲ میلی متر است. با توجه به لیتولوژی منطقه، نزولات جوی به سفره های آب زیرزمینی کمتر نفوذ کرده و جریانات به صورت سطحی می باشد. مخازن کارستی و یا چشمه هائی که قابل توجه باشند در منطقه وجود ندارد. در مجموع منطقه کم آب است و کشاورزی به روش دیم با محصول گندم می باشد. پوشش گیاهی به صورت استپ کوهپایه ای است و منطقه دارای باغات انگور و گردو می باشد (گزارش نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ملایر).



شکل ۱-۱. موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه (مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰).

### ۳-۱. ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

به طور کلی ارتفاع متوسط این ناحیه (از سطح دریا) زیاد است، حدود ۲۴۳۰ متر، اما کوه های بلندی را در منطقه نمی توان دید. مورفولوژی منطقه تقریباً هموار است که این وضع در وهله اول محصول نوع سنگهای سازنده ارتفاعات می باشد. بخش عمده ای از این سنگ ها فیلیت های سیاه رنگ میزبان توده های گرانیتوئیدی و خود توده های نفوذی گرانیتوئیدی می باشند. ماهیت فیزیکی هر دو نوع سنگ به گونه ای است که در مقابل عوامل هوازدگی مقاومت چندانی ندارد و فرسوده می شوند. دره های منطقه نیز شیب ملایمی دارند (شکل ۱-۲).



ب



الف

شکل ۱-۲. تصویری از ارتفاعات منطقه مورد مطالعه، الف- روستای سراب سامن ب- روستای انجیره

### ۴-۱. اهداف پژوهش

گرانیت ها یا محصول اولین ذوب پوسته و یا آخرین محصول تفریق ماگماهای بازیک هستند، که در هر دو مورد ویژگی های خاص خود را دارند. مطالعه گرانیت ها می تواند به تشخیص هر یک از فرایندهای ذوب پوسته یا تکوین ماگماهای بازیک کمک کند. در این پژوهش، اهداف زیر مورد توجه بوده است:

- بررسی سنگ شناسی بخش های مختلف توده و رده بندی آنها.

- بررسی سری ماگمایی و ویژگی های ژئوشیمیایی این توده.
- بررسی پتروژنز توده نفوذی و تحولات ماگمایی موثر در تشکیل و جایگزینی این توده.

### ۱-۵. روش مطالعه و تحقیق

به منظور دستیابی به اهداف پژوهش در ابتدا به گردآوری اطلاعات لازم از طریق بررسی های کتابخانه ای و مقالات و پایان نامه های موجود و جمع آوری نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای منطقه پرداخته شد. سپس مطالعات میدانی جهت نمونه برداری به منظور تهیه و مطالعه مقاطع سنگ شناسی، ثبت مشاهدات صحرایی، بررسی واحدهای سنگ شناسی، هاله های دگرگونی و آلتراسیون ها؛ در منطقه صورت گرفت. طی این مطالعه ۷۴ نمونه دستی جهت بررسی و مطالعات آزمایشگاهی برداشته شد، به منظور مطالعات میکروسکوپی و آزمایشگاهی ۶۱ عدد مقطع نازک<sup>۱</sup> و نازک- صیقلی<sup>۲</sup> تهیه و برای بررسی ویژگی های ژئوشیمیایی توده نفوذی منطقه، تعداد ۱۲ نمونه از میان نمونه های کمتر دگرسان شده از واحدهای اصلی انتخاب شد و در SGS Minerals Services کشور کانادا به روش ICP مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفته است. جهت تعیین دقیق ترکیب بعضی از کانی ها تعداد ۶ مقطع نازک-صیقلی تهیه و جهت آنالیز میکروپروب به دانشگاه سیدنی استرالیا ارسال و طی آن کانی های مختلف مورد تجزیه قرار گرفتند، علیرغم ارسال ۶ مقطع برای شیمی کانی ها و پیش بینی نقاط متعدد برای آنالیز انواع کانی های مورد نظر متأسفانه به دلیل محدودیت زمانی نقاط پیش بینی شده به تمامی آنالیز نشده اند. داده های حاصل با استفاده از نرم افزارهای EXEL، NEWPET، MINPET و GCDKIT پردازش گردیده و بر روی نمودارهای مختلف

---

<sup>۱</sup> Thin Section

<sup>۲</sup> Thin Pulish Section



منتقل شده اند. جهت رسم نقشه ها از نرم افزارهای GIS، Corredraw و Microstation استفاده شد. در انتها نتایج مطالعات به صورت نوشته حاضر ارائه شده است.

### ۱-۶. سابقه مطالعات در منطقه

توده نفوذی جنوب ملایر اولین بار در سال ۱۳۴۸ توسط فرقانی مورد مطالعه کانی شناسی قرار گرفت. در سال ۱۹۷۳ مجیدی و علوی سنگهای نفوذی و دگرسانی منطقه همدان و ملایر را بررسی کردند. مدنی (۱۳۵۹) زمین شناسی توده نفوذی سامن را در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مورد مطالعه قرار داده است. در سال ۱۳۷۴ گودرزی متامورفیسم و ماگماتیسم منطقه ملایر-بروجرد را در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد خود مورد بررسی قرار داد. نقشه زمین شناسی ملایر با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در سال ۱۹۹۹ توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی تهیه شد. حسین پور در سال ۱۳۸۲ پایان نامه خود را تحت عنوان پتروگرافی و پترولوژی توده نفوذی سامن و دگرگونی اطراف آن ارائه نمود. بهاری فر در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۸۳ پایان نامه کارشناسی ارشد و رساله دکترای خود تحت عنوان «نگرشی نو بر پتروژنز سنگ های دگرگونی ناحیه ای همدان» و «پترولوژی سنگهای دگرگونی منطقه همدان» را ارائه داد. در سال ۱۳۸۸ خدائیان چگنی پایان نامه کارشناسی ارشد خود را با عنوان پترولوژی متاپلیت ها و گرانیتوئیدهای غرب سامن ارائه داد و نادری نژاد در سال ۱۳۸۸ پترولوژی و ژئوشیمی توده های گرانیتوئیدی محدوده قلعه نقدعلی-علی آباد (ملایر) در شعاع چندکیلومتری منطقه مورد پژوهش را در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مورد بررسی قرار داد. احدنژاد (۱۳۸۹) در رساله دکترای خود پترولوژی، ژئوشیمی و آنیزوتروپی خودپذیری مغناطیسی پلوتون گرانیتوئیدهای جنوب ملایر را مورد بررسی قرار داده است که در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه واقع شده است.

# فصل ۲

زمین شناسی عمومی

## ۲-۱. تکامل منطقه مورد مطالعه، به عنوان بخشی از زون سنندج-سیرجان

منطقه مورد مطالعه، طبق تقسیم بندی اشتوکلین<sup>۱</sup> (۱۹۶۸)، در پهنه سنندج-سیرجان واقع شده است. از زمانی که وی اصطلاح سنندج-سیرجان را برای پهنه طویل دگرگونی و ماگماتیسم غرب ایران بکار برد، تا کنون مقالات متعددی در مورد تکوین آن منتشر شده است. این پهنه با طول بیش از ۱۵۰۰ کیلومتر از شمال غرب تا جنوب شرق ایران گسترش دارد. به طور کلی، تکامل این پهنه در قالب تکتونیک صفحه‌ای، ناشی از جدایش ایران از گندوانا و حرکت آن به سوی شمال در طول تریاس (بسه و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸) توجیه می‌شود که منتهی به بسته شدن پالتوتتیس در شمال ایران شده، از سوی دیگر نفوتتیس در جنوب و غرب ایران گسترش می‌یابد (بهاری فر، ۱۳۸۳).

پهنه سنندج-سیرجان از سمت جنوب و جنوب غربی به پهنه راندگی و چین خورده زاگرس و از سمت شمال شرق به پهنه ماگمائی ارومیه- دختر محدود می‌شود. مرز میان پهنه سنندج-سیرجان با مجموعه ماگمائی ارومیه دختر در شمال شرق، بوسیله یکسری ساختمان های فرو افتادگی شناخته می‌شود (علوی، ۱۹۹۴).

سری هیتات (پیلگریم<sup>۳</sup>، ۱۹۰۸)، پهنه همدان (گرگوری<sup>۴</sup>، ۱۹۲۹)، پهنه ساختاری پیچیده همراه با سنگ های دگرگونی (فالکن<sup>۵</sup>، ۱۹۶۱)، سنندج-سیرجان (اشتوکلین، ۱۹۶۸)، پهنه دگرگونی زاگرس (برو و ریکو<sup>۶</sup>، ۱۹۷۱)، اسفندقه-رضاییه (تکین<sup>۷</sup>، ۱۹۷۱)، مریوان-منوجان (هوشمندزاده،

<sup>۱</sup> Stocklin

<sup>۲</sup> Besse, et al.

<sup>۳</sup> Pilgrim

<sup>۴</sup> Gargouri

<sup>۵</sup> Falcon

<sup>۶</sup> Bru & Ricou

<sup>۷</sup> Takin

۱۹۷۶)، اسفندقه-میریوان (نوگل، ۱۹۷۷)، الاکوژئوسینکلینال<sup>۱</sup> پروتروزوئیک-تریاس (سبزه ایی، ۱۹۷۴ و ۱۳۷۵) نام های مختلفی است که برای این پهنه پیشنهاد شده است، که از بین آنها، سنندج-سیرجان شناخته شده تر است و کاربرد بیشتری دارد.

همخوانی روند ساختاری، یکسانی الگوی ساختاری، چیرگی راندگی ها به ویژه پذیرش الگوی استاندارد مناطق کوهزادی در پهنه های برخوردی، باعث شده است تا زمین شناسان از جمله فالکن (۱۹۶۱)، برو و ریکو (۱۹۷۱)، هینز و مک کوپلین<sup>۲</sup> (۱۹۷۴)، فرهودی (۱۹۷۸) و علوی (۱۹۹۴)، سنندج-سیرجان را زیرپهنه ای از کوهزاد زاگرس بدانند. رویدادهای زمین ساختی و فعالیت های ماگمایی-دگرگونی سبب شده است تا گروهی بزرگ از زمین شناسان، ویژگی های سنندج-سیرجان را با مناطق پرتحرک مرکز و شمال ایران مقایسه کرده و آن را زیرپهنه ای از ایران میانی بدانند (آقانباتی، ۱۳۸۳).

موقعیت منطقه مورد پژوهش در پهنه سنندج-سیرجان مطابق با نقشه تقسیم بندی پهنه های ساختاری ایران (آقانباتی، ۱۳۸۳) نشان داده شده است (شکل ۲-۱).

پهنه سنندج-سیرجان، جزو ناآرامترین و پر تکاپوترین پهنه ساختمانی ایران بشمار می رود که تا سنوزوئیک، فازهای دگرگونی و ماگمایی مهمی را متحمل شده است (نبوی، ۱۳۵۵؛ بربریان و کینگ<sup>۳</sup>، ۱۹۸۱؛ سبزه ایی، ۱۹۷۴ و ۱۳۷۵؛ درویش زاده، ۱۳۷۰؛ مجل، ۱۹۹۷). این پهنه، در ادوار مختلف، مورد هجوم توده های متعدد گابرویی و گرانیتی بوده است؛ اما به نظر سبزه ایی (۱۳۷۵) یکی از اساسی ترین فازهای نفوذ و جایگزینی ماگما در این پهنه، در پریود زمانی بین تریاس میانی تا

<sup>۱</sup> Elacogeosinclinal

<sup>۲</sup> Haynes & McCoin

<sup>۳</sup> Berberian & King