

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد  
(گرایش زمین شناسی اقتصادی)

عنوان:

زمین شناسی، پتروگرافی، آلتراسیون، کانی سازی و ژئوشیمی بخش شرقی  
معدن کائولن همدی هلاک آباد  
(جنوب غرب سبزواری)

و

زمین شناسی، پتروگرافی، کانی سازی، ژئوشیمی و اطلاعات دقیق  
مغناطیس سنجی شرق اسکارن آهن ابوذر  
(شمال شرق سبزواری)

اساتید راهنما:

پرفسور محمد حسن کریم پور  
دکتر محمد رضا حیدریان شهری

نگارنده:

محدثه پناهی شهری

بهمن ماه ۸۷

۱-۲	چکیده
۱	چکیده فارسی
۲	چکیده انگلیسی
۳-۱۲	فصل اول: کلیات
۳	مقدمه
۳	محل و موقعیت جغرافیایی
۴	راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه
۶	ژئومورفولوژی
۷	شاخص‌های اجتماعی و اقلیمی
۹	تاریخچه مطالعات پیشین
۱۰	اهداف و روش تحقیق
۱۰	اهداف
۱۱	روش تحقیق
۱۱	مطالعات کتابخانه‌ای
۱۱	مطالعات صحرایی
۱۲	مطالعات آزمایشگاهی
۱۳-۴۸	فصل دوم: زمین‌شناسی
۱۳	مقدمه
۱۳	زون‌های ساختاری ایران
۱۵	پهنه‌های رسوبی - ساختاری ایران
۱۶	واحدهای تکتونیکی ایران
۱۷	زمین‌شناسی ناحیه‌ای

۱۷	..... زون سبزوار
۱۸	..... گسل‌های محدود کننده زون سبزوار
۱۸	..... الف) گسل درونه
۱۹	..... ب) گسل بینالود
۲۰	..... زمین شناسی عمومی
۲۲	..... ورقه ششتمد
۲۲	..... تفسیر واحدهای زمین‌شناسی منطقه ششتمد
۲۶	..... چینه شناسی
۲۶	..... پالئوزوئیک
۲۶	..... مزوزوئیک
۲۸	..... سنوزوئیک
۳۱	..... بررسی فازهای کوهزایی مؤثر در منطقه ششتمد
۳۳	..... ماگماتیسم
۳۳	..... سنگ‌های اولترابازیک
۳۳	..... توده دیوریتی
۳۴	..... سنگ‌های میکروگرانیتی
۳۴	..... توده گرانیتی
۳۴	..... سنگ‌های ولکانیکی
۳۹	..... زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه
۴۳	..... زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه
۴۴	..... سن زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه
۴۴	..... تکتونیک محدوده مورد مطالعه
۴۴	..... پتروگرافی محدوده مورد مطالعه
۴۴	..... واحدهای سنگی آذرین نیمه عمیق

کوارتز مونزودیوریت پورفیری .....	۴۵
کوارتز مونزونیت پورفیری - کوارتز مونزودیوریت پورفیری .....	۴۵
آندزیت .....	۴۶
کوارتز آندزیت .....	۴۶
واحدهای سنگی آذرین بیرونی .....	۴۶
کوارتز دیوریت پورفیری .....	۴۶
مونزو دیوریت پورفیری .....	۴۶
هورنبلند آندزیت .....	۴۶
پیروکسن آندزیت .....	۴۷
پیروکسن-هورنبلند آندزیت .....	۴۷
هورنبلند داسیت .....	۴۷
پیروکسن - هورنبلند کوارتز لاتیت .....	۴۷
<b>فصل سوم: پتروگرافی .....</b>	<b>۴۹-۷۲</b>
مقدمه .....	۴۹
بافت‌های موجود در سنگ‌های منطقه مورد مطالعه .....	۵۰
بافت پورفیری .....	۵۰
بافت گلوپورپورفیری .....	۵۱
منطقه‌بندی در بلورهای پلاژیوکلاز .....	۵۳
پتروگرافی منطقه مورد مطالعه .....	۵۴
سنگ‌های آذرین نیمه‌عمیق (ساب‌ولکانیک) منطقه .....	۵۶
کوارتز مونزودیوریت پورفیری .....	۵۶
کوارتز مونزونیت پورفیری - کوارتز مونزودیوریت پورفیری .....	۵۸
کوارتز دیوریت پورفیری .....	۶۰

۶۱	..... مونزو دیوریت پورفیری
۶۲	..... سنگ‌های آذرین بیرونی (آتشفشانی) منطقه
۶۲	..... آندزیت
۶۴	..... هورنبلند آندزیت
۶۵	..... پیروکسن آندزیت
۶۶	..... پیروکسن - هورنبلند آندزیت
۶۸	..... کوارتز آندزیت
۶۹	..... هورنبلند داسیت
۷۱	..... پیروکسن - هورنبلند کوارتز لاتیت
۷۳-۱۲۹	..... فصل چهارم: آلتراسیون و کانی‌سازی
۷۳	..... مقدمه
۷۳	..... تفسیر آلتراسیون
۷۶	..... پدیده‌های آلتراسیون در ارتباط با ماده معدنی
۷۷	..... سنجش از دور (استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای)
۷۸	..... سنجش از دور و تفکیک واحدهای آلتراسیون در منطقه
۷۸	..... پردازش تصویر به منظور تفکیک واحدهای سنگی منطقه و بررسی پراکندگی آنها
۷۹	..... تشخیص و ترسیم شکستگی‌ها و گسل‌ها به منظور بررسی وضعیت ساختاری منطقه
۸۰	..... پردازش تصویر به منظور شناسایی و تفکیک زون‌های آلتراسیون منطقه
۸۱	..... تصاویر ماهواره لندست و تفکیک زون‌های آلتراسیون منطقه
۸۲	..... تصاویر ماهواره استر و تفکیک زون‌های آلتراسیون منطقه
۸۴	..... آلتراسیون در کل کمربند هلاک‌آباد سبزوار
۸۹	..... آلتراسیون پروپلیتیک
۹۱	..... آلتراسیون پروپلیتیک در منطقه مورد مطالعه

۹۵	..... زون آلتراسیون پروپلیتیک+کربنات+سیلیس
۹۶	..... زون آلتراسیون پروپلیتیک+آرژلیک
۹۸	..... آلتراسیون کربناته
۹۸	..... آلتراسیون کربناته در منطقه مورد مطالعه
۹۹	..... زون آلتراسیون کربنات+پروپلیتیک±ژئولیت
۱۰۱	..... زون آلتراسیون کربنات+پروپلیتیک+سرسیت
۱۰۱	..... زون آلتراسیون کربنات+پروپلیتیک+سیلیس
۱۰۲	..... آلتراسیون آرژلیک
۱۰۴	..... آلتراسیون آرژلیک در منطقه مورد مطالعه
۱۰۴	..... زون آلتراسیون آرژلیک
۱۰۴	..... زون آلتراسیون آرژلیک+سیلیس
۱۰۴	..... زون آلتراسیون آرژلیک+کربنات±سیلیس
۱۰۷	..... آلتراسیون سیلیسی
۱۰۷	..... آلتراسیون سیلیسی در منطقه مورد مطالعه
۱۰۸	..... زون آلتراسیون سیلیسی
۱۰۸	..... زون آلتراسیون سیلیسی+آرژلیک+کربنات±سرسیت
۱۰۹	..... زون آلتراسیون سیلیسی+آرژلیک+پروپلیتیک
۱۰۹	..... زون آلتراسیون سیلیسی+کربنات
۱۰۹	..... آلتراسیون سرسیتی
۱۱۰	..... آلتراسیون سرسیتی در منطقه مورد مطالعه
۱۱۱	..... زون آلتراسیون سرسیت+آرژلیک+پروپلیتیک+کربنات
۱۱۱	..... آلتراسیون در منطقه و مقایسه با سیستم‌های مس پورفیری
۱۱۵	..... کانی‌سازی
۱۱۵	..... کانی‌سازی در منطقه ششتمد سبزوار

۱۱۵	..... کانی‌سازی غیر فلزی
۱۱۶	..... کائولن و کاربردهای صنعتی
۱۱۷	..... کائولن هلاک‌آباد سبزوار
۱۱۸	..... کاربردهای صنعتی مهم کائولن هلاک‌آباد سبزوار
۱۱۹	..... کائولن دربند سبزوار
۱۲۰	..... کاربردهای صنعتی مهم کائولن دربند سبزوار
۱۲۱	..... کائولن بهارستان
۱۲۲	..... کاربردهای صنعتی مهم کائولن بهارستان
۱۲۲	..... کائولن همدی هلاک‌آباد
۱۲۳	..... کاربردهای صنعتی مهم کائولن همدی هلاک‌آباد
۱۲۴	..... سایر معادن
۱۲۴	..... معادن فعال فلزی
۱۲۶	..... کانی‌سازی در محدوده مورد مطالعه
۱۲۵	..... پیریت
۱۲۶	..... اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت، گوتیت، لیمونیت، ژاروسیت)
۱۲۸	..... پاراژنز کانی‌ها
۱۲۸	..... توالی پاراژنزی در منطقه مورد مطالعه
۱۳۰-۱۷۶	..... فصل پنجم: اکتشافات ژئوشیمیایی
۱۳۰	..... مقدمه
۱۳۱	..... عوامل مؤثر در تشکیل ذخایر معدنی
۱۳۱	..... اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای
۱۳۲	..... روش کار
۱۳۳	..... بررسی پراکندگی عناصر



۱۳۳	مس (Cu) .....
۱۳۶	نقره (Ag) .....
۱۳۷	سرب و روی (Pb, Zn) .....
۱۳۷	طلا (Au) .....
۱۳۷	آرسنیک (As) .....
۱۳۹	Li, Cs, U, Mo, F, Rb .....
۱۴۰	نیکل و کبالت (Co و Ni) .....
۱۴۱	کروم و وانادیوم (Cr, V) .....
۱۴۲	مجموعه عناصر .....
۱۴۳	ژئوشیمی در محدوده مورد مطالعه .....
۱۴۳	نمونه برداری .....
۱۴۳	روش و محل نمونه برداری از رسوبات رودخانه‌ای .....
۱۴۶	روش و محل نمونه برداری از نمونه‌های سنگی .....
۱۴۹	آماده‌سازی نمونه‌ها .....
۱۴۹	آماده‌سازی نمونه‌های خرده‌سنگی .....
۱۵۰	آماده‌سازی نمونه‌های رسوب آبراهه .....
۱۵۰	روش تجزیه نمونه‌های خرده‌سنگی و رسوب آبراهه .....
۱۵۰	روش آنالیز طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS) .....
۱۵۱	بررسی هاله‌های ژئوشیمیایی ثانویه (رسوبات رودخانه‌ای) در منطقه مورد مطالعه .....
۱۵۳	بررسی و تفسیر نتایج .....
۱۵۳	مس در رسوبات رودخانه‌ای .....
۱۵۵	روی در رسوبات رودخانه‌ای .....
۱۵۷	سرب در رسوبات رودخانه‌ای .....
۱۵۹	نقره، آنتیموان و مولیبدن در رسوبات رودخانه‌ای .....

۱۶۲	همبستگی عناصر در رسوبات رودخانه‌ای
۱۶۳	مس و روی
۱۶۴	مس-روی-سرب
۱۶۴	نقره و آنتیموان
۱۶۵	بررسی هاله‌های لیتوژئوشیمیایی اولیه
۱۶۷	بررسی و تفسیر نتایج
۱۶۷	مس در نمونه‌های خرده‌سنگی
۱۶۸	روی در نمونه‌های خرده‌سنگی
۱۶۸	سرب در نمونه‌های خرده‌سنگی
۱۷۱	نقره، آنتیموان و مولیبدن در نمونه‌های خرده‌سنگی
۱۷۳	همبستگی عناصر در نمونه‌های خرده‌سنگی
۱۷۳	مس و روی
۱۷۴	مس و روی-سرب
۱۷۵	مقایسه نتایج آنالیز عناصر در رسوبات رودخانه‌ای و نمونه‌های سنگی
۱۷۷-۱۸۵	فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۷۷	نتیجه‌گیری
۱۸۴	پیشنهادات
۱۸۶-۱۹۱	منابع
۱۸۶	منابع فارسی
۱۹۰	منابع لاتین

## ضمائم

مقاله شانزدهمین همایش انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران (دانشگاه گیلان، ۱۳۸۷)

منطقه هلاک آباد، در ۳۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان سبزوار واقع شده است. سنگ‌های نیمه عمیق منطقه شامل: کوارتز مونزودیوریت پورفیری، کوارتز مونزونیت- کوارتز مونزو دیوریت پورفیری، کوارتز دیوریت پورفیری و مونزو دیوریت پورفیری است. سنگ‌های ولکانیکی شامل آندزیت، هورنبلند آندزیت، کوارتز آندزیت، پیروکسن آندزیت، هورنبلند داسیت و پیروکسن- هورنبلند کوارتز لائیت تشکیل می‌دهد.

پنج نوع آلتراسیون پروپیلیتی، کربناته، آرژیلیک، سیلیسی و سرسیتی تشخیص داده شده است. این انواع بر اساس فراوانی کانی‌های حاصل از دگرسانی به سیزده زون تفکیک می‌گردند.

کانی‌سازی اولیه در منطقه از نوع کانی سولفیدی پیریت به صورت افشان و با فراوانی ۴-۳٪ می‌باشد. کانی‌سازی ثانویه اکسیدهای آهن از جمله لیمونیت، هماتیت، گوتیت و جاروسیت در سطح دگرسانی آرژیلیک وجود دارد.

جهت انجام مطالعه دقیق هاله‌های ژئوشیمیایی و مشخص کردن زون‌بندی ژئوشیمیایی عناصر، تعداد ۱۹ نمونه خرده‌سنگی و ۹ نمونه رسوب آبراهه برداشت گردید. نمونه‌ها به روش طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS) برای فراوانی عناصر (Cu, Zn, Pb, Ag, Sb) آنالیز شدند. در نمونه‌های رسوب رودخانه فراوانی عنصر مس در بیشترین مقادیر بالاتر از ۲۵۰ ppm می‌باشد در حالی که در نمونه‌های خرده‌سنگی بیشترین میزان این عنصر حدود ۱۷۵ ppm است.

حضور واحدهای سنگی حدواسط در منطقه، تأیید ارتباط کمربند ولکانیکی- پلوتونیک هلاک‌آباد با زون فرورانش حاشیه قاره‌ها، وجود زون‌های دگرسانی فراوان و متنوع و آنومالی‌های ژئوشیمیایی عناصر مرتبط، این منطقه را از دیدگاه اکتشاف نهشته‌های مس پورفیری حائز اهمیت نموده است.

The Halakabad area is located in 30km to the southwest of Sabzevar. The subvolcanic rocks in the area consist of Quartz monzodiorite porphyry, Quartz monzonite-Quartz monzodiorite porphyry, Quartz diorite porphyry and Monzodiorite porphyry units. The volcanic rocks consist of Andesite, Hornblend andesite, Quartz andesite, Pyroxene andesite, Hornblend dacite and Pyroxene-Hornblend quartz latite.

Five type of alteration of Propylitic, Carbonate, Argilic, Silicification and Sericitic were recognized. The zones were further subdivided to thirteen subzones on the bases of mineral abundances resulted from alteration.

The primitive mineralization in area is disseminated sulphide mineral of pyrite and with 3-4% abundance. The secondary mineralization including Limonite, Hematite, Goethite and Jarosite are being observed in the argilic alteration surface.

Nineteen rock chip samples and nine stream sediment samples were taken to study the accurate geochemical haloes and recognize the element geochemical zonation. The samples were analysed for the concentration of Cu, Zn, Pb, Ag and Sb using Atomic absorbtion Spectrometrometric (AAS) method. According to the result of analysis Cu is grater than 250ppm among the maximum amount is the stream sediment samples while it is around 175ppm in the rock chip samples.

On the bases of the presence of subvolcanic units in the area; confirmation of the relation of Halak Abad volcanic-plutonic belt with subduction of continental margin; presence, variety and abundance of alteration zones; and related element geochemical anomalies the area has potential and important from the prespective exploration of porphyry Copper deposits.

## مقدمه

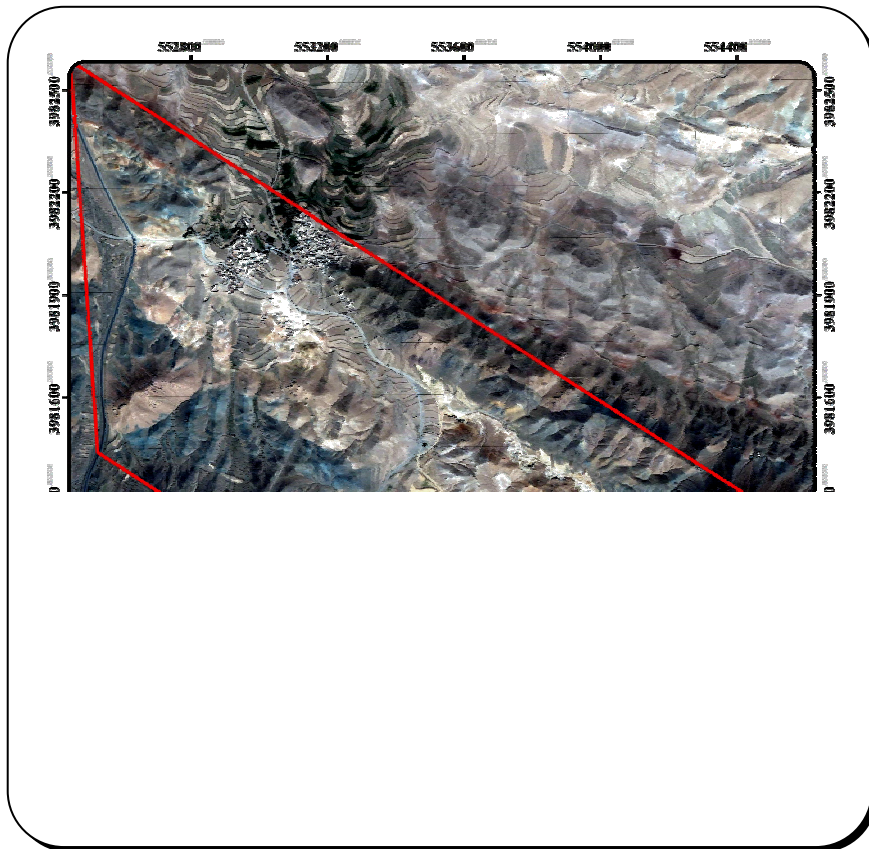
سرزمین ایران به دلیل ساختارهای خاص زمین‌شناسی دارای منابع و ذخایر بزرگ معدنی است که به منظور دسترسی به آنها بایستی برنامه‌های مدون در قالب طرح‌ها و پروژه‌های اکتشافی تعریف شده و همچنین سرمایه‌های لازم اختصاص داده شود. لذا بهره‌جستن از دانش نوین در اکتشاف ذخایر معدنی، ضمن کاهش زمان و هزینه‌های اکتشاف نقش مؤثری در استفاده از این ذخایر خدادادی را به همراه خواهد داشت. یافته‌های حاصل از مطالعات و بررسی‌های زمین‌شناسی جایگاه مناسب استان خراسان رضوی را به لحاظ پتانسیل و تنوع ذخایر معدنی در کشور نشان می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که ذخایر معدنی از جمله مس، روی، آهن، زغال‌سنگ، سنگ‌های ساختمانی، منیزیت، خاک‌های صنعتی و ... در این استان کشف و یا در حال بهره‌برداری است.

به نظر استاد راهنمای محترم جناب آقای پروفسور کریم‌پور تصمیم بر این شد که برای تحت پوشش قرار دادن کل کمربند ولکانیکی- پلوتونیکي آلتیره منطقه هلاک‌آباد سبزوار، اینجانب به همراه سه نفر از دوستانم خانم‌ها، مظلوم، شبانی و حسینی‌نژاد پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را با توجه به شواهد موجود از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی در کمربند ولکانیکی- پلوتونیکي مذکور، به منظور بررسی پتروگرافی، آلتراسیون، ژئوشیمی و کانی‌سازی با رویکرد اکتشاف مس پورفیری در چهار محدوده جداگانه انجام دهیم.

لازم به ذکر است که منطقه مورد مطالعه اینجانب از غرب بخشی از محدوده تحت مطالعه شبانی (۱۳۸۷) و از شرق بخشی از محدوده مطالعاتی مظلوم (۱۳۸۶) را در بر می‌گیرد و به عنوان محدوده کنترل‌کننده آنها در نظر گرفته شده است.

## محل و موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۲ کیلومتر مربع در استان خراسان رضوی و در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان سبزوار در محدوده  $57^{\circ} 34'$  طول شرقی و  $35^{\circ} 58'$  عرض شمالی واقع گردیده است. شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه را که با استفاده از نرم‌افزار Google earth به دست آمده نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمایی کلی از محدوده مورد مطالعه (نرم افزار Google earth)

### راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

جهت دسترسی به محدوده مورد مطالعه پس از گذشتن از شهرهای مشهد و سبزوار می‌توان در مسیر جاده آسفالت سبزوار- بردسکن حرکت نمود و بعد از عبور از روستاهای حارث‌آباد و نخبر به روستای هلاک‌آباد رسید. محدوده مورد نظر در سمت راست جاده، مجاورت روستای هلاک‌آباد و شرق معدن کائولن همدی هلاک‌آباد واقع شده است. راه‌های دسترسی و موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل (۲) نشان داده شده است.

## مقدمه

بر اساس تقسیم بندی نبوی (۱۳۵۵)، منطقه مورد مطالعه که در جنوب شهرستان سبزوار واقع است، جزء بخش شمالی خرد قاره ایران مرکزی است.

ایران مرکزی به شکل مثلثی است که از شرق به بلوک لوت، از شمال به رشته کوه‌های البرز و از جنوب به منطقه ساندج-سیرجان محدود می‌شود. با توجه به تنوع واحدهای تکتونیکی، سنگ‌شناسی و سرگذشتی که از پرکامبرین تا عهد حاضر بطور تقریباً مستمر گذرانده است می‌توان شاهد فرآیندهای مختلف متالوژنی و در نتیجه کانی‌سازیه‌های گوناگون در مقیاس‌های مختلف باشیم.

ذخایر آهن، مس، سرب و روی، طلا، منگنز (تیپ‌های رگه‌ای و لایه‌ای)، آنتیموان، کرومیت، فسفات (تیپ‌های آذرین و رسوبی)، عناصر کمیاب، بر، سولفات سدیم، پتاس، ذغال سنگ، باریت، زئولیت، سیلیس، بنتونیت، فلوریت، نمک، گچ، سلسنتین، انواع سنگ‌های تزئینی و دولومیت از عمده ذخایر قابل ملاحظه‌ای هستند که در این واحد زمین‌ساختی در اندازه و ابعاد مختلف شناخته شده و در حال حاضر اکثراً در دست استخراج و بهره‌برداری می‌باشند.

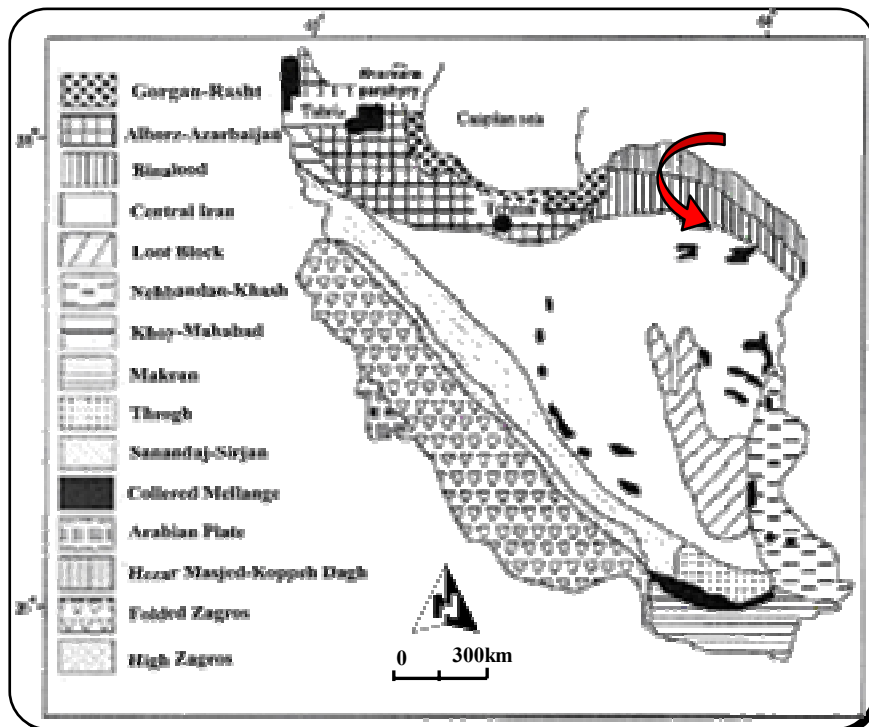
سری بسیار ضخیمی از سنگ‌های دگرگونی، رسوبی، ولکانیکی و رخساره‌های گوناگون سنگ‌های آذرین درونی از پرکامبرین تا عهد حاضر در این فلات پهناور نمایان شده است.

## زون‌های ساختاری ایران

بر اساس دسته بندی نوگل سادات (۱۹۶۲)، ایران به ۱۵ زون ساختاری تقسیم می‌شود :

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| (۱) زون ساختاری تالش      | (۲) زون ساختاری خزر - مغان  |
| (۳) ایالت ساختاری کپه داغ | (۴) زون ساختاری بینالود     |
| (۵) زون ساختاری البرز     | (۶) زون ساختاری سبزوار      |
| (۷) زون ساختاری کویر      | (۸) زون ساختاری تبریز       |
| (۹) زون ساختاری بزمان     | (۱۰) زون ساختاری مثلث مرکزی |
| (۱۱) زون ساختاری مکران    | (۱۲) زون ساختاری زاگرس      |

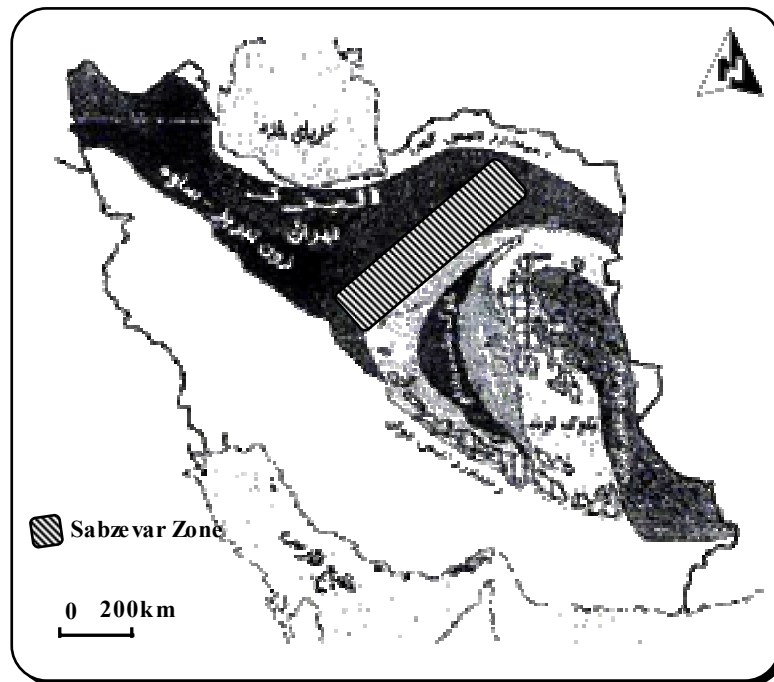
- ۱۳) پهنه ساختاری زاگرس مرتفع
- ۱۴) نوار دگرگونی سنندج - سیرجان
- ۱۵) زون ساختاری لوت و سیستان
- نوگل سادات و الماسیان (۱۹۹۳) ایران مرکزی را به بخش‌های متعدد مرکزی ماگمایی، مرکزی دگرگونی، مثلث میانی، زون انتقالی منطبق برینالود، حد سیستان و بلوک هیلمند تقسیم کرده‌اند که محدوده مورد مطالعه در بخش مرکزی ماگمایی این تقسیم‌بندی قرار می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱. تقسیم بندی زمین‌شناسی ساختمانی ایران (نبوی، ۱۳۵۵) و موقعیت قرارگیری محدوده مورد مطالعه

طبق نظر علوی (۱۹۹۱) چهار گوش ششتمد جزء زون سبزوار (قسمتی از ایران مرکزی که بین البرز و گسل درونه واقع است) محسوب می‌شود (شکل ۲).



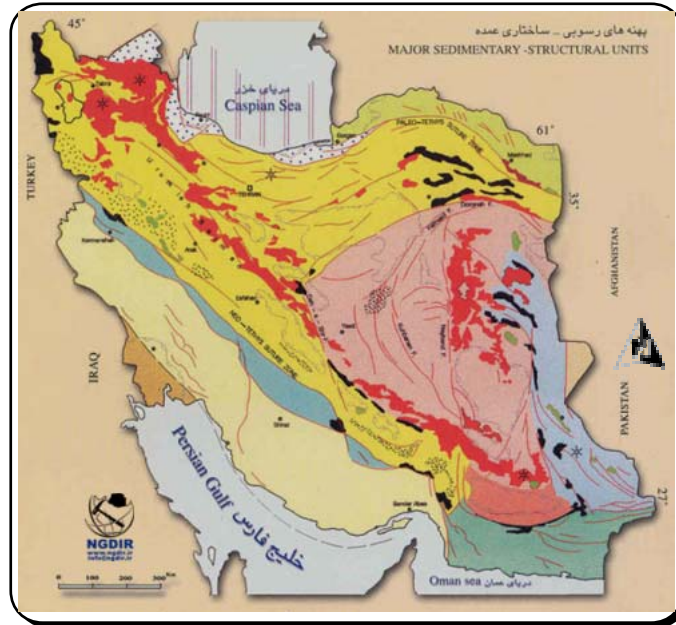


شکل ۲. زیرپهنه‌های ایران مرکزی (علوی، ۱۹۹۱) و موقعیت زون سبزوار

### پهنه‌های رسوبی - ساختاری ایران

براساس داده‌های زمین‌شناختی ایران، فرآیندهای درونی و بیرونی زمین، در زمین و مکان پیامدهایی متفاوت داشته‌اند که باعث ایجاد پیچیدگی خاصی در الگوی ساختاری، تحولات زمین‌ساختی، شرایط رسوبی و زیستی ایران در دوره‌های گوناگون زمین‌شناختی شده است. ناهمسانی رسوبی و زمین‌ساختی، بیان ویژگی‌های یکسان را برای بسیاری از مناطق ایران ناممکن می‌سازد و بنابراین تقسیم ایران به پهنه-های رسوبی - ساختاری گوناگون از دیرباز مورد توجه بوده است. نخستین بار اشتوکلین (۱۹۶۸)، ایران را به چند حوضه رسوبی - ساختاری تقسیم کرد. پس از او نبوی (۱۳۵۵)، افتخارنژاد (۱۳۵۹)، اشتامفلی (۱۹۷۸)، بربریان (۱۹۸۱)، علوی (۱۹۹۱)، آقانباتی (۱۳۸۳) تقسیم‌بندی‌های جامع‌تری را انجام دادند. بر اساس جدیدترین تقسیم‌بندی پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده در ایران که توسط آقانباتی (۱۳۷۶) انجام گرفته (شکل ۳) برگه ششم جزء پهنه ایران مرکزی معرفی شده است. این تقسیم‌بندی بر مبنای زمین‌درزهای تتیس کهن در شمال و تتیس جوان در جنوب ارائه شده است و مقایسه شاخصه‌های زمین‌شناسی شمال زمین درز تتیس با سایر نواحی ایران نشان می‌دهد که بخش شمالی زمین درز، جزء

حاشیه جنوبی ورقه اوراسیا است، در حالی که بخش جنوبی آن (شامل البرز، ایران مرکزی و زاگرس) لبه شمالی ورقه گندوانا را تشکیل می‌دهد.



شکل ۳. پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده ایران (آقائاتی، ۱۳۸۳)

## واحدهای تکتونیکی ایران

عمده ترین و اصلی ترین واحدهای تکتونیکی ایران عبارتند از:

۱) زاگرس

آ. دشت خوزستان

ب. زاگرس چین خورده

پ. منطقه رورانده زاگرس (زاگرس مرتفع)

۲) سنج - سیرجان ، ۳) ایران مرکزی ، ۴) البرز - تالش ، ۵) شرق ایران و رشته کوه‌های مکران،

۶) کپه داغ، ۷) بلوک لوت، ۸) کمان ماگمایی سهند - بزمان، ۹) افیولیت‌ها و سنگ‌های اولترامافیکی.

بررسی تکتونیک بلوکی نشان می‌دهد که قاره گندوانا، خود قابل تقسیم‌بندی به زون‌ها و بلوک‌های

جداگانه‌ای است که مهمترین تفکیک را می‌توان در دو سوی زمین درز تئیس جوان انجام داد. با در نظر

گرفتن این مسئله، پهنه‌هایی که طبق تقسیم‌بندیهای قبلی تحت عنوان ایران مرکزی شهرت داشته‌اند،

جزء پهنه خرد قاره ایران مرکزی و پهنه مرکزی هستند و در محدوده شمالی قاره گندوانا یعنی نواحی بین زمین درز تیس کهن و جوان قرار دارند (آقناباتی، ۱۳۷۹). برخی از زمین‌شناسان این ناحیه را بخش مرکزی زون سبزوار فرض می‌کنند (جعفریان، ۱۳۷۷) که بین کوه‌های البرز و بینالود در شمال و بلوک لوت در جنوب واقع شده است. رخنمون‌های کوچکی از سنگ‌های اولترابازیک به سن کرتاسه فوقانی تقریباً در امتداد هم و در طول گسل‌های راندگی سرتاسری جای گرفته‌اند که احتمالاً متعلق به پوسته اقیانوسی حوضه اقیانوسی سبزوار- نائین بوده و شواهدی از کافت‌های قاره‌ای و یا برخورد دو خشکی را در خود دارند.

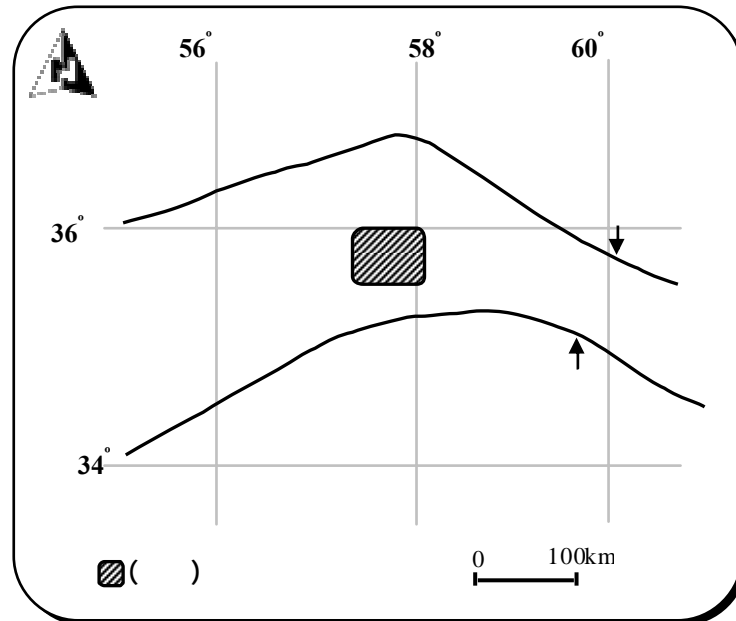
### زمین‌شناسی ناحیه‌ای

پی‌سنگ یکپارچه پرکامبرین ایران در اواخر پرکامبرین تا کامبرین، تحت تأثیر نیروهای کششی شکسته و به قطعات کوچک‌تری تقسیم شده است. تأثیر این نیروها باعث شده که قطعات مزبور نسبت به یکدیگر و در امتداد گسل‌ها و شکستگی‌ها به صورت هورست و گرابن درآیند. از آنجا که شرایط رسوبگذاری در هر قطعه متفاوت بوده، حوضه‌های رسوبی متفاوتی پدید آمده که هر یک تاریخچه تکوین و تکامل زمین-شناسی متفاوتی را پشت سر گذاشته است و بعدها واحد زمین‌شناسی مستقلی را تشکیل داده‌اند. مسلماً عوامل تکوینی و فعالیت‌های آذرین در روند این تحولات نقش بسزایی داشته‌اند (درویش‌زاده، ۱۳۸۳)، به همین جهت تقسیم‌بندی پهنه‌های ساختاری ایران برای زمین‌شناسان یکی از مسائل مهم بوده است. منطقه مورد مطالعه در زون سبزوار جای می‌گیرد.

### زون سبزوار

ورقه ششتم در زون سبزوار از زون‌های ساختاری بزرگ ایران مرکزی، قرار دارد. در نگاهی وسیع‌تر این ناحیه بین دو گسل بزرگ درونه (در جنوب) و گسل بینالود (در شمال) واقع شده است. زون سبزوار از شمال با زون بینالود و از جنوب با زون بلوک لوت در ارتباط است. این ارتباطات تکتونیکی و گسله هستند (شکل ۴). شکل ساختاری منطقه مورد مطالعه بدون شک تحت تأثیر گسل‌هایی مانند درونه و

تکنار قرار گرفته است. روند عمومی ساختارها، شمال‌غرب - جنوب‌شرقی تا شرقی - غربی می‌باشد. این روند در بخش جنوب‌شرقی در جهت شمال‌شرق - جنوب‌غرب تغییر نموده است. در این تغییر روندها، گسل‌های محلی نیز می‌توانند نقش عمده‌ای را بر عهده داشته باشند.



شکل ۴. موقعیت برگه ششتم یا اوریان در زون سبزوار (با تغییرات پس از لیندبرگ و همکاران، ۱۹۸۳)

### گسل‌های محدود کننده زون سبزوار

#### الف) گسل درونه

گسل درونه یک گسل چپ‌گرد بوده و با طول تقریبی ۷۰۰ کیلومتر از مرز شرقی ایران تا کویر مرکزی کشیده شده است. این گسل از نزدیکی روستای درونه عبور کرده که در این ناحیه امتداد بخش غربی و شرقی آن با یکدیگر فرق می‌کند. نام این گسل توسط ولمن (۱۹۶۶) از روستای درونه گرفته شده است. این گسل از شمال نایین تا نواحی درونه دارای امتداد شمال شرق - جنوب غربی است و بقیه ادامه آن تا مرز افغانستان به علت گسل هریرود به سمت جنوب منحرف می‌گردد.

روند آن از مرز شرقی ایران تا کویر مرکزی ادامه یافته و قطعه شرقی گسل به سمت جنوب خمش پیدا می‌کند. بخش غربی آن دارای روند شمال شرق - جنوب غرب و بخش شرقی آن روند شرقی - غربی و