

### ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

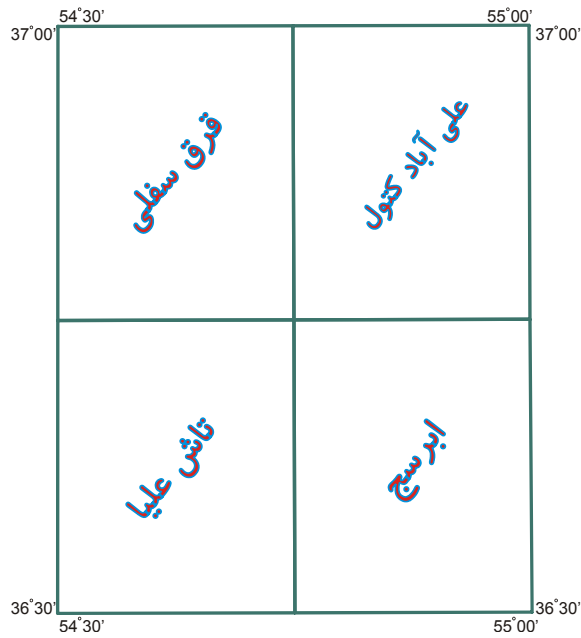
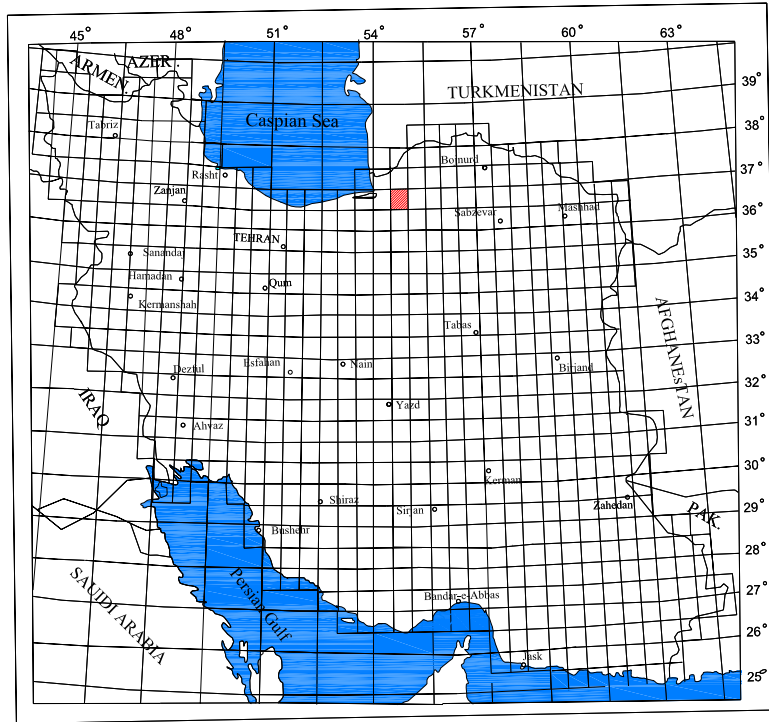
محدوده‌ی مورد مطالعه در شرق و شمال شرق استان‌های گلستان و شمال شرق استان سمنان، بین طول‌های  $54^{\circ} 30'$  تا  $55^{\circ} 00'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ} 30'$  تا  $37^{\circ} 00'$  شمالی واقع شده است (تصویر ۱-۳).

مهم‌ترین مراکز تجمع انسانی محدوده‌ی مورد بررسی عبارتند از: علی‌آباد کتول، تاش، ابرسج و قره‌آباد که علی‌آباد کتول، مرکز شهرستان علی‌آباد، از بزرگ‌ترین این شهرها به‌شمار می‌رود.

دسترسی به ناحیه مطالعاتی از طریق جاده‌ی گرگان - علی‌آباد برای بخش‌های شمالی و جاده‌ی تهران - شاهرود - مجن برای بخش جنوبی منطقه میسر می‌باشد (تصویر ۱-۱). کمپ گروه‌های نمونه‌برداری نیز در شهرهای گرگان و مجن قرار داشت. علی‌رغم توسعه نسبتاً خوب راه‌های خاکی در کل نقشه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ علی‌آباد، غالب این مسیرها در فصول سرد و پرباران سال لغزنده و صعب‌العبور بوده و به‌علاوه در بخش‌های مرتفع‌تر پوشیده از برف می‌باشند و لذا در نظر داشتن فصل مناسب اکتشاف جهت دسترسی آسان‌تر به منطقه امری ضروری است.



تصویر ۱-۱- راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه



تصویر ۱-۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه ۱:۱۰۰,۰۰۰ بر روی نقشه ایران و اسامی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه

### ۲-۱- آب و هوای منطقه

محدوده‌ی مورد مطالعه در دامنه‌ی رشته کوه‌های البرز قرار دارد. بخش شمالی، یا به عبارتی قسمتی از برگه که در استان گلستان واقع شده است، از آب و هوای معتدل و مرطوب خزری برخوردار بوده و بخش‌های جنوبی و مرتبط با استان سمنان دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با باران بهاره می‌باشد که به سمت جنوب و با فاصله گرفتن از دشت گرگان از میزان بارندگی‌ها به شدت کاسته می‌شود و زمستان‌های سخت و سرد و تابستان‌های نسبتاً گرم از مشخصه‌ی آن است.

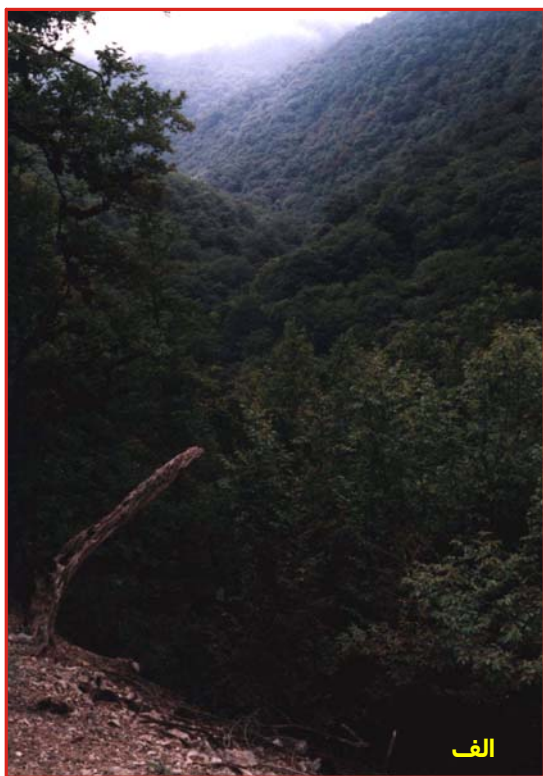
درجه حرارت متوسط در علی‌آباد ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد، معدل حداکثر درجه حرارت ۲۳/۱ درجه سانتی‌گراد و معدل حداقل آن ۱۲/۷ سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانه در این شهر ۵۳۴ میلی‌متر است که بیشترین بارش در فصول سرد رخ می‌دهد. تعداد روزهای یخبندان نیز ۱۳ روز و حداکثر سرعت وزش باد ۲۴ متر بر ثانیه می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان و حداکثر سرعت وزش باد برای بخش‌های جنوبی برگه بسیار بالاتر است.

ارتفاع منطقه از سطح دریا در بخش‌های شمالی و جنوبی به شدت متفاوت است. در حالی که شهر علی‌آباد ارتفاعی در حدود ۱۳ متر از سطح دریا دارد، ارتفاع متوسط بخش‌های جنوبی از ۱۴۰۰ متر فراتر رفته و ارتفاع در شاهوار به عنوان بلندترین قله‌ی استان سمنان واقع در مرکز این برگه به ۳۹۹۲ متر می‌رسد.

### ۳-۱- پوشش گیاهی

ریخت‌شناسی منطقه البرز، در بخش جنوبی استان گلستان، برجستگی‌های مرتفعی را به وجود آورده است که تماماً از جنگل پوشیده شده است. درختان و درختچه‌های این ناحیه عبارتند از: راش، ممرز، توسکا، ملج، افرا، آزاد، آلبالو، انار، خردمندی و ... به‌طور کلی پوشش جنگلی انبوه و نیز مراتع استان گلستان سبب گردیده تا در این استان سنگ‌ها رخنمون کافی نداشته باشند. به همین دلیل ذخایر معدنی استان نمود آشکاری ندارد و از این رو معدن‌کاری و توجه به ذخایر معدنی چندان مورد توجه نبوده است. بخش‌های جنوبی برگه‌ی علی‌آباد دارای پوشش گیاهی بسیار کمتری نسبتاً به آن چه در بخش‌های شمالی مشاهده می‌شود است و صرفاً به وجود جنگل‌های تنک اورس کوهی محدود می‌گردد (تصویر ۱-۳) و همین پوشش کمتر باعث گردیده تا فعالیت‌های

معدن کاری در این بخش‌ها از توسعه‌ی بیشتری برخوردار بوده و معدن کاری محدود به تعدادی معدن زغال‌سنگ و سرب و روی فعال یا متروک این نواحی باشد.



تصویر ۱-۳- نمایی از جنگل‌های بخش جنوبی استان گلستان (الف) و جنگل‌های تنک اورس کوهی در حدفاصل استان گلستان و سمنان (ب) و منطقه بدون پوشش گیاهی در استان سمنان

#### ۱-۴- ژئومورفولوژی منطقه

از نظر زمین ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی) منطقه مورد مطالعه دارای سه بخش می‌باشد:

۱- منطقه البرز: در بخش جنوبی استان گلستان برجستگی‌های مرتفعی که به کلی از جنگل پوشیده شده است را به وجود آورده است. در سمت شمال این کوه‌ها، دامنه‌ها پرشیب بوده و تغییر ارتفاع از دشت به سمت کوه، تند و ناگهانی است. هم‌چنین شیب زیاد دامنه‌ها در فصول بارندگی زیاد می‌تواند به وجود آورنده سیلاب‌ها گردد. چنین مورفولوژی در بخش پایینی برگه‌ی مورد مطالعه نمود بهتری داشته و

کوه‌های مرتفع و صخره‌ای مهم‌ترین چشم‌انداز این ناحیه هستند. وجود سازندهای آهکی و مقاوم عامل اصلی در ایجاد چنین چشم‌اندازهایی است.

۲- کوه‌پایه‌های لسی: که رسوبات مخروط‌افکنه‌ای جنوب‌شرق و جنوب‌غرب گرگان را شامل می‌شود که به وسیله تپه‌هایی با پرتگاه‌های لسی قطع شده‌اند. این تپه‌ها ۵۰ تا ۱۰۰ متر مرتفع‌تر از دره‌ها بوده و به تدریج به رشته کوه‌های جنوبی آن متصل می‌شوند.

۳- مناطق پست دشت: که از حاشیه کوه‌ها به سمت دشت دارای سطح هموار و کم‌شیب شده و تدریجاً به مناطق کم‌ارتفاع‌تر می‌رسند. در استان گلستان به دلیل کشت و شرایط مناسب آب و هوایی زمین‌ها ریخت اولیه خود را از دست داده‌اند و عموماً هموار هستند. جلگه ساحلی گرگان عموماً توسط رسوبات آبرفتی عهد حاضر و مخروط‌افکنه‌ای پوشیده شده است و ارتفاع متوسط آن کمتر از ۱۰۰ متر از سطح دریا است اما در بخش‌هایی از منطقه که در استان سمنان قرار دارند علاوه بر مرتفع‌تر بودن دشت‌ها، با توجه به کمبود آب، زمستان‌های سخت و بسیار سرد و از همه مهم‌تر سنگ‌لاخی بودن این دشت‌ها که به واسطه‌ی تأثیر کمتر فرسایش در این نواحی می‌باشد، کشاورزی رونق کمتری داشته و لذا مورفولوژی آن دستخوش تحولات کمتری گردیده است.

#### ۱-۵- زمین‌ساخت منطقه مورد مطالعه

از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی این منطقه و به طور کلان کل ناحیه‌ی گلستان و سمنان مجموعاً در دو پهنه زمین‌ساختی متفاوت قرار گرفته است. بخش شمالی، جزیی از صفحه‌ی توران و بخش جنوبی نیز متعلق به صفحه ایران است و روزگاری بین این دو صفحه، اقیانوسی به نام پالئوتیتیس وجود داشته است که امروزه آن را به نام زمین درز پالئوتیتیس می‌شناسند و بیشتر کانون‌های زمین لرزه‌های قدیمی و کنونی این منطقه منطبق بر گستره این زمین‌درز است.

در منطقه گرگان و شاهرود، به خصوص شمال شاهرود، روی نهشته‌های آواری (شیل و ماسه‌سنگی) و دریایی کم‌عمق، متشکل از شیل و آهک فسیل‌دار از نوع اورتوسراتوئید ناتیلووئیدها، بیش از ۷۰۰ متر سنگ‌های آتشفشانی از نوع بازالت و اسپیلیت و آذرآواری (توف) قرار دارد که مربوط به فاز کوه‌زایی کششی-انبساطی تاکنونین (مرز بین اردویسین-سیلورین) می‌باشد.

پس از آن فاز فشاری و فشردگی سبب دگرگون شدن نهشته‌های قدیمی‌تر (حداکثر در درجه شیبست سبز) شده است. به طوری که به احتمال زیاد می‌توان یکی از سه سیستم شیستوزیته موجود در شیبست گرگان را مربوط به این فاز دانست؛ زیرا یکی از خطواره‌های این شیستوزیته درست در همان جهتی است که میکاها در شیل‌های دگرگون شده اردوئین دارا می‌باشند. روی سنگ‌های آتشفشانی یاد شده، کنگلومرای قاعده‌ای دونین زیرین با دگرشیبی زاویه‌دار قرار می‌گیرد که به تدریج تبدیل به رسوبات آواری و دریایی - آواری دونین زیرین - میانی و بالایی می‌گردد. رسوب‌گذاری دونین زیرین و بالایی همراه با ویژگی‌ها و تنوع خاصی در تمام دوره دونین در این ناحیه دیده می‌شود که آن را به نام سازند خوش‌بیلان می‌شناسیم.

آخرین فاز این جنبش (تاکونین) در دونین میانی صورت گرفته که رژیم رسوب‌گذاری دریایی کم‌عمق را تبدیل به رسوبات خشکی نموده و پس از مدت کوتاهی مجدداً رسوبات دریایی کم‌عمق تا پایان دوره دونین نهشته شده است.

در واقع می‌توان با تکیه بر شواهد و دانسته‌های نوین از جنبش کوه‌زایی کالدونین در منطقه شاهرود و گرگان، بر وجود و انطباق فاز تاکونین با فاز کوه‌زایی کالدونین اشاره نمود. همچنین منطقه گرگان و شاهرود یکی از محدود نقاطی در ایران می‌باشند که ویژگی این جنبش قابل انطباق با الگوی زمین‌ساخت جهانی را دارد.

لازم به ذکر است که بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه و با در حقیقت رشته کوه‌های البرز، به دلیل این‌که در زمان‌های مختلف از نظر زمین‌ساختی، گستره‌ای پویا بوده و فعالیت‌های ماگمایی در دوره‌های مختلف آن وجود داشته، دارای تنوعی از سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی در بخشی از ارتفاعات منطقه می‌باشد.

با توجه به این‌که بر گه‌ی علی‌آباد در منتهی‌الیه شمال زون البرز مرکزی (زون گرگان - رشت) و در مجاورت زون‌های ساختاری کپه‌داغ-هزارمسجد و البرز شرقی واقع شده و در واقع جزئی از قسمت شمالی کوه‌زایی آلپ-هیمالایا محسوب می‌گردد، در آن گسل‌ها، راندگی‌ها، تغییر شکل‌ها و بعضاً چین‌خوردگی‌هایی هستند که از روند عمومی ساختار کلی البرز تبعیت می‌نمایند و به عبارتی گسل‌های اصلی و سازنده‌ی منطقه روند عمومی و کلی خاوری-باختری دارند. این گسل‌ها عمدتاً دارای مؤلفه‌های امتدادی نیز هستند به نحوی که حد جنوبی زون گرگان-رشت را گسل البرز محدود نموده و حد نهایی ارتفاعات با دشت را گسل‌های رانده‌ی دیگری در مجاورت لس‌ها کنترل می‌کند. گسل‌های امتدادی با مؤلفه‌ی شیب لغز معکوس و رورانده نیز در این ناحیه دیده می‌شوند

که سبب شده‌اند مجموعه سنگ‌های دگرگون شده منسوب به شیست گرگان روی تناوب ضخیمی از لس‌ها در شمال و واحدهای سنگی جوان‌تر در جنوب رانده شوند. حرکات امتدادی این گسل‌ها عموماً از نوع راست‌گرد می‌باشد و به نظر می‌رسد چنین حرکات گسلی سبب‌ساز اصلی حالت شیستوزیته در این مجموعه‌ی سنگی هستند و با دور شدن از محل راندگی‌های اصلی می‌توان درصد متفاوتی از پدیده‌ی شیستوزیته را مشاهده نمود.

#### ۱-۶-۴- چینه‌شناسی

##### ۱-۶-۱- سری دگرگونی شیست گرگان

مجموعه دگرگون شده گرگان با گسترش ۱۱۰ و عرض ۱۰-۲ کیلومتر، منتهی‌الیه شمالی بخش‌های مرتفع البرز مرکزی را تشکیل می‌دهد. تعیین یک ستون چینه‌شناسی مشخص و دقیق، در تمامی طول کمربند دگرگونی گرگان، با توجه به تغییرات شدید ساختاری توأم با پوشش شدید جنگلی و گسترش وسیع سنگ‌های ولکانیکی و ولکانوکلاستیک، مشکل و مبهم خواهد بود. این سری متشکل از گدازه‌های بالشی متابازالتی، گدازه‌های متابازالتی تا متاآندزیتی، متابرش ولکانیکی، متایگنمبریت، متاکنگلومراهای اپی‌کلاستیک، ماسه سنگ‌های دگرگون شده، کلریت-سرسیت شیست، فیلیت‌های سیاه‌رنگ و سبز تیره به همراه سیل‌هایی از متاگابرو و متادیوریت، متامونزو-گابرو، متاکوارتز مونزونیت و متامیکروگرانیت پورفیری دیده می‌شوند.

سری دگرگونی گرگان از مرز شرقی آن در دره زرین‌گل تا مرز غربی آن در منطقه‌ی گلوگاه در شرق بهشهر، با سازندهای متعددی در تماس می‌باشد که از جمله می‌توان به سازند پادها، خوش ییلاق، مبارک، قزل‌قلعه، شمشک، لار و بالاخره بازالت سلطان میدان اشاره نمود.

در محدوده‌ی برونزد این شیست‌ها می‌توان به سنگ‌های آذرین مانند ایگنمبریت دره‌الستان، سینیت دره‌ی توسکستان و گابرو-دیوریت نهارخوران نیز اشاره نمود.

سری گرگان شامل سه واحد لیتولوژیکی می‌باشد که این واحدها از قدیم به جدید عبارتند از:

**واحد زیرین شامل:** توالی از گدازه متابازالتی با ساخت بالشی به همراه فیلیت سبز تا خاکستری تیره می‌باشد. این توالی در برخی نقاط فاقد بافت بالشی بوده و توسط لایه‌های نسبتاً ضخیمی از متاچرت پوشیده شده است. لازم به ذکر است که بخش فوقانی گدازه‌ی بالشی با فیلیت‌های سبزرنگ پوشیده شده است که

بر اساس مطالعات پالینومورفی (قویدل سیوکی، ۱۳۷۱) سن دونین بالایی را نشان می‌دهد. هم‌چنین این فیلیت‌ها در بین گدازه‌های بالشی نیز مشاهده می‌شوند.

**واحد میانی شامل:** توالی از سنگ‌های اپی‌کلاستیک کنگلومرا، ماسه‌سنگ‌های دگرگون شده و فیلیت‌های سیاه‌رنگ می‌باشد. در متاپپی‌کلاستیک کنگلومراها دانه‌بندی تدریجی<sup>۱</sup> مشاهده شده و معمولاً به طور متناوب با فیلیت‌های مذکور یافت می‌شوند. این دانه‌بندی تدریجی با سطوح فرسایشی مشخص در قاعده و افزایش اندازه دانه‌ها به سمت بالا مشخص می‌گردند. در برخی نقاط قطعاتی زاویه‌دار از سنگ‌های ولکانیکی به طور پراکنده و محدود در زمینه‌ای فیلیتی قرار گرفته‌اند که در اثر جریان‌های گلی<sup>۲</sup> حاصل شده‌اند.

**واحد فوقانی:** شامل توالی از سنگ‌هایی نظیر متابرش ولکانیکی، متاایگنمبریت، گدازه‌ی بازالتی یا بازالت آندزیتی و فیلیت سبزرنگ می‌باشد. در متابرش ولکانیکی قطعاتی عدسی شکل از سنگ‌های ولکانیکی شدیداً حفره‌دار در زمینه‌ای از فیلیت‌های توفی سبزرنگ به موازات تورق قرار گرفته‌اند.

این سنگ‌ها غالباً با مرزی عادی توسط فیلیت‌های سبزرنگ پوشیده می‌شوند. متاایگنمبریت‌های یاد شده با ساخت جریانی خود به وضوح در مشاهدات صحرایی قابل تشخیص بوده به طوری که قطعات عدسی شکل از پومیس با حفرات زیاد و بلورهای درشت فلدسپار که به یکدیگر جوش خورده، به موازات فولیاسیون قرار گرفته‌اند. در قاعده‌ی این سنگ‌ها فیلیت‌های سبزرنگ با آثار نهشته‌های پیروکلاستیک خزشی<sup>۳</sup> مشاهده می‌شود. در این سری تراشه‌هایی از سنگ‌های متاگابرو، متاکوارتز مونزونیت و سیل‌های متامیکروگابرو و میکرودیوریت به همراه سنگ‌های میکروگرانیت یافت می‌شوند. حاشیه‌ی این تراشه‌ها اکثراً خرد و برشی شده و با تشکیل رگه‌ها و رگچه‌های فراوانی از کوارتز همراه است. ضمناً هیچ‌گونه کانی دگرگونی فشار پایین- درجه حرارت بالا (دگرگونی مجاورتی) در حاشیه‌ی آن‌ها دیده نشده است. شیبست‌های گران در محدوده‌ی درازنو تا دره شصت کلاه دارای ساختار ناودیدی و راستای شرق، شمال‌شرقی- غرب و جنوب‌غربی است که یال جنوب‌شرقی آن به وسیله‌ی سازند آهکی لار که به سمت شرق، نوار باریکی از ماسه‌سنگ‌های سازند شمشک

1 - Graded bedding

2- Mud flow

3- Pyroclastic surge deposit



نیز در مرز آن مشاهده می‌شود پوشیده شده است. در این محدوده که به کوه ماسلنگه<sup>۱</sup> شهرت دارد، شیست‌ها مورفولوژی پست‌تری را نسبت به ارتفاعات بالا دست خود یعنی کوه‌های درازنو و چکلسر دارا می‌باشند و تماماً با سازندهای آهکی چهره‌ساز لار مشخص می‌شوند. این تفاوت ارتفاع احتمالاً حاصل اختلاف مقاومت فرسایشی این دو سازند بوده و در این بخش مشخصاً در مرز این دو سازند، گسل خوردگی قابل تشخیص نیست. بخشی از مرز شمالی شیست‌های گرگان در دشت گرگان با آهک‌های لار و رسوبات لسی پوشیده شده است. در محدوده دره شصت کلاه، شیست با ساختاری تاقدیسی شکل گرفته است. تاقدیس مذکور تا دره انجیلاب ادامه دارد. در طول دره شصت کلاه، شیست‌ها معمولاً به وسیله‌ی رسوبات آبرفتی و لس‌های و هم‌چنین بخش‌هایی از سازند شمشک پوشیده شده است.

از محدوده‌ی دره‌ی انجیلاب، به سمت شرق و مرز جنوبی، دگرگونی شیست گرگان توسط سازند خوش‌بیلاق پوشیده شده که تا جنوب شهر علی‌آباد و دره‌ی زرین‌گل، که انتهای رخنمون شیست‌ها می‌باشد، ادامه می‌یابد. این مرز با یک گسل رورانده توأم می‌باشد که به آن گسل راندگی زیارت نیز گفته می‌شود. در محدوده‌ی دره‌ی انجیلاب - دره‌ی رودخانه امام‌زاده در شرق توسکستان تنها یال شمال‌غربی تاقدیس شصت کلاه قابل رؤیت بوده و یال جنوب‌شرقی آن با راندگی زیارت قطع گردیده است. در جنوب این تراس، آهک‌های چهره‌ساز سازند لار در غرب نهارخوران توسعه یافته است. شایان ذکر است که در قسمت شرقی (دره‌ی امام‌زاده تا شرق دره‌الستان) جایی که تحت عنوان کوه سرخ‌پشته نامیده می‌شود مجدداً تاقدیس دیگری در شیست‌های گرگان مشهود می‌باشد که در این محدوده بخشی از یال جنوب‌شرقی نیز قابل تشخیص است. در این محدوده مرز شمالی شیست شامل رخنمونی از ماسه‌سنگ‌های سازند شمشک و عمدتاً رسوبات لسی دشت گرگان می‌باشد. توده‌های نفوذی اصلی در شیست‌های گرگان که تاکنون و با توجه به مطالعات زمین‌شناسی سطح‌الارضی مشخص گردیده‌اند به تمامی در شرق دره‌ی رودخانه انجیلاب تشکیل گردیده‌اند.

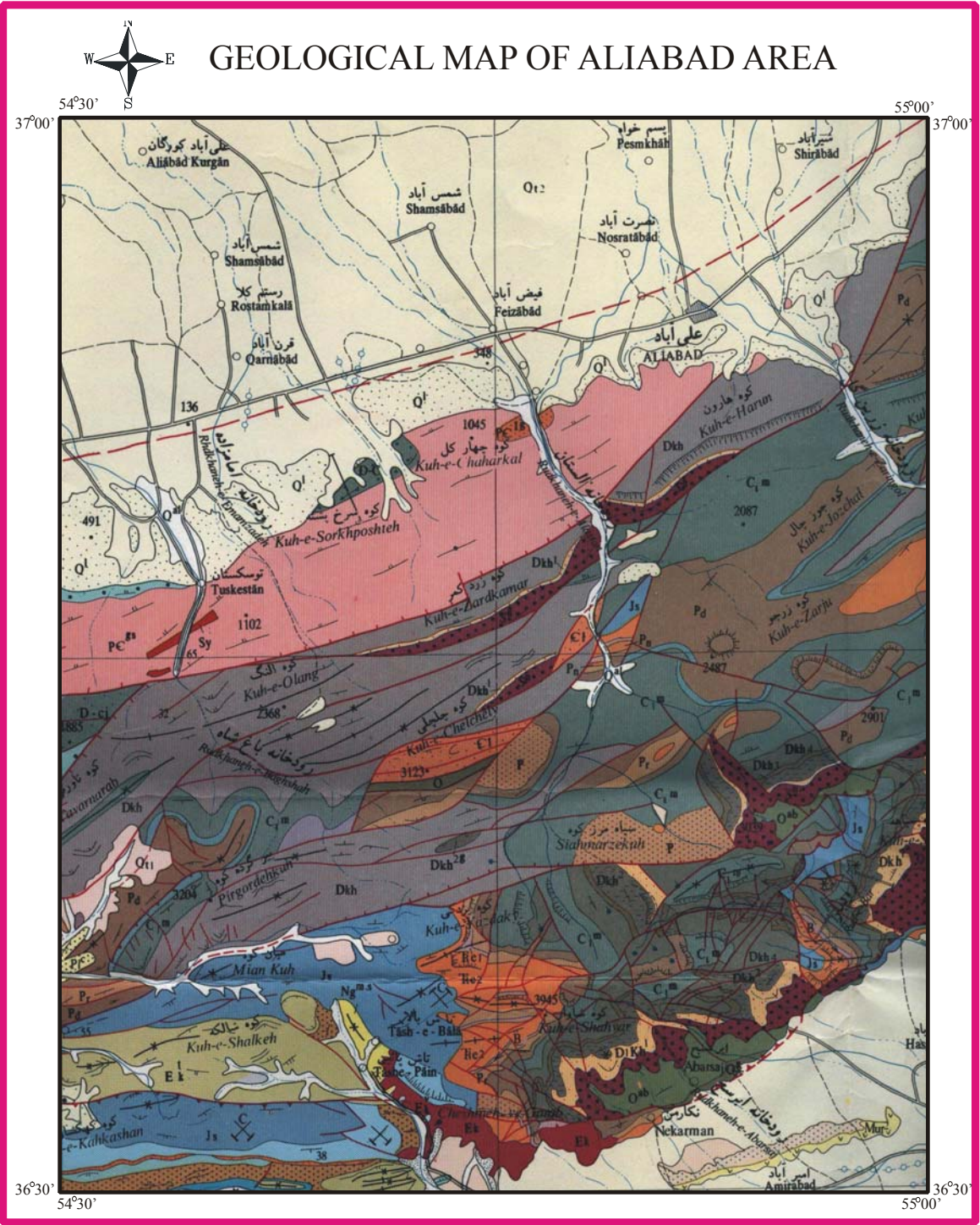
این توده‌های نفوذی به صورت سیل‌هایی با گسترش و ضخامت چشم‌گیر تشکیل گردیده‌اند که عبارتند از: توده‌های گابرو-دیوریتی نهارخوران و توده‌های سینیتی توسکستان. لازم به ذکر است که توده‌ی ایگنمبریتی

الستان بیشتر دارای مورفولوژی لاکولیتی می‌باشد. اطلاق نام سیل به این توده‌ها به دلیل هم‌شیب بودن آن‌ها با لایه‌های شیست می‌باشد. هاله‌ی دگرگونی این توده‌ها گسترش محدودتری داشته و شدت دگرگونی مجاورتی آن‌ها نیز پایین است. توده‌های مذکور به دلیل مقاومت فرسایشی بالاتر نسبت به شیست گرگان علی‌رغم پوشش شدید جنگلی به خوبی مشهود می‌باشند. البته باید در نظر داشت که در سری دگرگونی شیست‌های گرگان میان لایه‌های متعدد آذرینی وجود دارد که به همراه شیست‌ها، دگرگونی ضخیمی را در حد شیست سبز تحمل نموده‌اند و نباید آن‌ها را با توده‌های نفوذی مذکور اشتباه گرفت. چرا که در این توده‌ها هیچ‌گونه اثری از دگرگونی ناحیه‌ای مشاهده نشده و مشخصاً پس از دگرگونی شیست‌ها<sup>۱</sup> تشکیل شده‌اند. میان لایه‌های یاد شده در سری رسوبی سنگ اولیه سری دگرگونی گرگان (احتمالاً سازنده‌های پادها و خوش بیلاق) شکل گرفته‌اند.

مطالعات و بررسی‌های انجام شده در شیست‌های گرگان مشخص نموده است که درصد فراوانی میان لایه‌های متاولکانیک در سکنس شیست گرگان از سمت غرب (کردکوی) به سمت شرق (الستان) افزایش می‌یابد. در بخش‌های شرقی که درصد متاولکانیک‌ها افزایش می‌یابد، مشخصاً شیست مورفولوژی خشن‌تر و پایداری بیشتری پیدا می‌کند.

---

1- Post tectonic



تصویر ۱-۸- نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین شناسی محدوده مورد مطالعه که از

تغییر مقیاس نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ گرگان به دست آمده است.



LEGEND

QUATERNARY	Q <sup>CS</sup>	Q <sup>CS</sup> : Caspian Sea
	Q <sup>m</sup> - Q <sup>st</sup>	Q <sup>m</sup> : Mud flat. Q <sup>st</sup> : Kavir; Salt flat, playa lake
	Q <sup>al</sup>	Q <sup>al</sup> : Recent alluvium. river beds.
	Q <sup>ls</sup>	Q <sup>ls</sup> : Land slide
	Q <sub>t2</sub>	Q <sub>t2</sub> : Young terraces and alluvial fan
	Q <sub>t1</sub>	Q <sub>t1</sub> : Old terraces and gravel fan
	Q <sub>tr</sub>	Q <sub>tr</sub> : Travertin
	Q <sup>l</sup>	Q <sup>l</sup> : Loss
	Q <sup>sc</sup>	Q <sup>sc</sup> : Sandy- Silty clay, clay
	PLIO-PLIOS.	Q-P <sup>c</sup>
P <sup>c</sup>		P <sup>c</sup> : Conglomerate, sandstone
NEOGENE	Ng <sup>ms</sup>	Ng <sup>ms</sup> : Marl, sandstone, gypsiferous marl, red
	Ng <sup>c</sup>	Ng <sup>c</sup> : Conglomerate, red
	Mur <sup>2</sup>	Mur <sup>2</sup> : Marl, gypsiferous marl, red
	Mur <sup>1</sup>	Mur <sup>1</sup> : Sandstone, conglomerate
	Mur <sup>4</sup>	Mur <sup>4</sup> : Gypsum

EOCENE	E <sup>k</sup>	Ek: Karaj formation ingeneral	KARAJ F.	
	E <sup>s</sup>	E <sup>s</sup> : Shale, sandstone, tuffaceous sandstone		
	E <sup>g</sup>	E <sup>g</sup> : Gypsum		
	E <sup>k1</sup>	E <sup>k1</sup> : Tuff, tuffaceous shale locally intercalated with volcanic rocks		
	E <sup>k2</sup>	E <sup>k2</sup> : Volcanic rocks		
PALEOC.	E <sup>z</sup>	E <sup>z</sup> : Numulitic limestone	ZIARAT F.	
	E <sup>v</sup>	E <sup>v</sup> : Volcanics, locally intercalated with numulitic limestone		
	Pgf	Pgf: Conglomerate, sandstone		
JURASSIC	J <sub>1</sub>	J <sub>1</sub> : Limestone, massive dolomite	LAR F.	
	J <sub>3</sub>	J <sub>3</sub> : Conglomerate, sandstone		
	J <sub>2</sub>	J <sub>2</sub> : Shale, Coaly argillite, Coale lenses		SHEMSHAK F.
	J <sup>v</sup>	J <sup>v</sup> : Volcanic rocks		
	J <sub>1</sub>	J <sub>1</sub> : Sandstone, siltstone, shale, grey		
TRIASSIC	Re	Re: Thin bedded, vermicular limestone, massive dolomite	ELIKAH F.	
	Re	Re: Bauxite and ferrogenous beds at the base		
PERMIAN	P	P: Permian in general	NESEN F.	
	P <sub>a</sub>	P <sub>a</sub> : Limestone with chert, sandstone, and shale at the base	RUTEH F.	
	Pr	Pr: Limestone, grey, well bedded, fossiliferous, locally diabase at the base	DORUD F.	
	Pd	Pd: Sandstone, quartzitic sandstone, algal fusulina bearing limestone.		
CARBO-IFEROUS	C <sup>0</sup>	C <sup>0</sup> : Limestone, oolitic, sandy limestone	QEZELQALEH F.	
	C <sup>m</sup>	C <sup>m</sup> : Dark-grey shale, limestone, quartzitic sandstone at the base.	MOBARAK F.	
DEVONIAN	D <sub>4b</sub> <sup>4</sup>	D <sub>4b</sub> <sup>4</sup> : Limestone, marly limestone and marl, strongly fossiliferous	KHOSHYELAQ F.	
	D <sub>4a</sub> <sup>4</sup>	D <sub>4a</sub> <sup>4</sup> : Coarse, red sandstone and conglomerate		
	D <sub>4c</sub> <sup>4</sup>	D <sub>4c</sub> <sup>4</sup> : Conglomerate, sandstone, diabase, limestone, fossiliferous, locally		
	D <sub>4b</sub> <sup>2</sup>	D <sub>4b</sub> <sup>2</sup> : Gypsum		
	D <sub>4a</sub> <sup>1</sup>	D <sub>4a</sub> <sup>1</sup> : Sandstone, quartzitic sandstone, shale basal conglomerate		
SILURIAN	S <sup>n</sup>	S <sup>n</sup> : Spillite, basalt, andesite porphiric	NEKARMAN VC	
	O <sup>sh</sup>	O <sup>sh</sup> : Micaceous shale, quartzitic sandstone	ABARSAJ F.	
ORDOV.	O <sup>s</sup>	O <sup>s</sup> : Dolomite, limestone, shale, fossiliferous	ABASTU F.	
	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup> : Red, quartzitic sandstone, basic volcanic in north	LALUN F.	
PRECAMBRIAN	Pe <sup>1b</sup>	Pe <sup>1b</sup> : Ignimbrite, conglomerate, sandstone	GORGAN SCHISTS	
	Pe <sup>1a</sup>	Pe <sup>1a</sup> : Green schist, metadiabase, quartzite, marble, slate		
	Gb	Gb: Gabbro, diorite		
	Sy	Sy: Syenite		