

## مورفوتکتونیک<sup>۱</sup> و مناطق عمده گسلی استان یزد

### چکیده

استان یزد با وسعت بیش از یکصد و سی و یک هزار کیلومتر مربع، به نسبت مساحت خود، پس از استان سیستان و بلوچستان، بیشترین نواحی کویری و بیابانی کشور را دربر می‌گیرد. این استان بر اثر تنوع و تضاد ارتفاع همراه با تفاوت شکل و جهت ناهمواری‌ها، از تنوع نسبی طبیعی، زیستی و جمعیتی برخوردار شده است. از دیدگاه طبیعی یکی از علل مهم این تنوع وجود واحدهای مختلف مورفوتکتونیک یا پیکر زمین ساختی است که ناشی از باقی ماندن آثار فعالیت‌ها و رویدادهای تکتونیک در دوره‌های بسیار قدیم (پروکامبرین) تا بسیار جدید (کواترنر) می‌باشد. در این مقاله ویژگی‌ها و روندهای فضایی تکتونیک استان یزد برای تشریح شرایط مورفوتکتونیک منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرند. این نوع بررسی‌ها می‌توانند به عنوان مقدماتی جهت مطالعات خاص و محلی برای شناخت مسایل تکتونیک موضعی، از جمله احتمال وقوع زمین لرزه، مورد استفاده قرار گیرند. کلید واژه‌ها: ژئومورفولوژی، تکتونیک، مورفوتکتونیک، جغرافیای طبیعی، یزد، ایران.

### مقدمه

با توجه به موقعیت کشور ایران در میانه کمربند آلپ - هیمالیا (نبوی، ۱۳۵۵؛ جباری عیوضی، ۱۳۷۴) روندهای فضایی و فعالیت‌های تکتونیک (زمین ساختی) در ایران تحت تأثیر صفحات و گسله‌هایی قرار دارد که در دوره‌های زمین‌شناسی مختلف در شکل‌گیری و تکامل فلات ایران نقش

داشته‌اند (علایی طالقانی، ۱۳۸۱؛ زمردیان، ۱۳۸۱). بخش مهمی از این گسله‌ها هم از نظر گسترش فضایی و هم از لحاظ قدمت جالب توجه‌اند به طوری که طول برخی از آنها به بیش از چند صد کیلومتر و پیدایش بعضی از آنها به بیش از ۶۰۰ میلیون سال قبل می‌رسد (خسرو تهرانی و درویش‌زاده، ۱۳۶۳؛ زمردیان، ۱۳۸۱). عملکرد این گسله‌ها در زمان‌های مختلف نواحی مورفوتکتونیک متفاوتی را پدید آورده است که یکی از مهمترین آنها، ناحیه تکتونیکی ایران مرکزی به شمار می‌رود.

استان یزد با وسعت بیش از ۱۳۱۰۰۰ کیلومتر مربع (سالنامه آماری استان یزد، ۱۳۸۰)، یکی از واحدهای سیاسی-اداری در ناحیه تکتونیکی ایران مرکزی به شمار می‌رود. این واحد با توجه به اینکه تقریباً در موقعیت مرکزی این ناحیه قرار دارد، وارث بیشتر ویژگی‌های زمین‌ساختی سایر نواحی تکتونیکی ایران می‌باشد. هدف این مقاله، مطالعه عمومی ویژگی‌های زمین‌ساختی و مورفوتکتونیک استان یزد در رابطه با گسله‌های شکل‌زا می‌باشد. بررسی و شناخت مقدماتی این ویژگی‌ها، با توجه به گسترش فیزیکی شهرها و رشد جمعیت شهری چه در بافت قدیمی و چه در بافت جدید در استان یزد (شماعی، ۱۳۸۰) جهت مواجهه عاقلانه با خطرات ناشی از لرزه‌زایی و حرکات مخرب زمین در منطقه، دارای اهمیت خاص می‌باشد. شناسایی شرایط زمین‌ساختی و مورفولوژی ناشی از آن یکی از راه‌های آشنایی با شرایط بالقوه طبیعی موجود در یک منطقه و نیز مبنایی جهت کمک به برنامه‌ریزی در آن منطقه می‌باشد (Cooke & Doornkamp, 1990; Cooke. et al, 1993).

### روندهای اصلی مورفوتکتونیک در ایران

منظور از روند در اینجا جهت و طرز استقرار نواحی مورفوتکتونیک ایران است که در مرحله نخست بر اثر نحوه شکل‌گیری و تکامل گسله‌های اصلی در هر منطقه قابل توجه‌اند. شناخت شرایط مورفوتکتونیک استان یزد بدون آشنایی با این روندهای اصلی و زمان پیدایش و نحوه عملکرد آنها امکان‌پذیر نخواهد بود.

نخستین مقاله علمی درباره ناحیه‌بندی تکتونیکی ایران توسط یوهان اشتوکلین زمین‌شناس اتریشی سازمان ملل متحد ارائه گردید. این زمین‌شناس، ایران را به طور کلی بر اساس روندهای گسلی و تکتونیکی و ویژگی‌های زمین‌شناسی به یازده واحد اصلی تکتونیک تقسیم نمود (Stocklin, 1968). زمین‌شناسان دیگر نیز بر اساس جزییات تکتونیکی و زمین‌شناسی، و همچنین با یافته‌های علمی

جدیدتر، تعداد بیشتری واحدهای زمین ساختی را تشخیص دادند (نبوی، ۱۳۵۵؛ درویش‌زاده، ۱۳۷۰). در تمامی این تقسیم‌بندی‌ها، ایران مرکزی، بزرگترین واحد تکتونیک فلات ایران به شمار می‌رود که تاریخچه زمین ساختی آن به دلیل قدمت فعالیت، نحوه عملکرد گسل‌ها، ترکیب فرآیندهای مختلف زمین‌شناسی و فرسایش شدید دارای پیچیدگی‌های ویژه است (Gansser, 1955, 279-300; Huber, 1955; Stocklin, 1968) (نبوی، ۱۳۵۵؛ درویش‌زاده، ۱۳۷۰).

با توجه به منابع فوق و مجموعه اطلاعاتی که در جدیدترین کتب ژئومورفولوژی ایران (همانند: نگارش و خسروی، ۱۳۷۸؛ علایی طالقانی، ۱۳۸۱؛ زمردیان، ۱۳۸۱) به چاپ رسیده است روندهای اصلی مورفوتکتونیک ایران را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

الف- روند شمال باختری- جنوب خاوری که به روند زاگرس مشهور می‌باشد و در نواحی جنوبی، جنوب باختری، مرکزی و شمال خاوری ایران دیده می‌شود (نقشه ۱). مشخص‌ترین ناحیه تکتونیک با این روند رشته کوه‌های زاگرس است که به موازات گسله اصلی زاگرس و بر اثر فشار صفحه عربی دچار چین خوردگی و رورانندگی شده است. این روند با امتداد محور دریای سرخ هماهنگی دارد (درویش‌زاده، ۱۳۷۰).

ب- روند شمال خاوری- جنوب باختری که بیشتر در منطقه مرکزی ایران و بخش خاوری البرز قابل مشاهده است (نقشه‌های ۱ و ۲). پیدایش اولیه چنین روندی را به چرخه زمین ساختی کالدونین<sup>۲</sup> نسبت داده‌اند (نبوی، ۱۳۵۵).

پ- روند شمالی- جنوبی که عمدتاً در خاور ایران و نواحی خاوری ایران مرکزی دیده می‌شود ولی اثراتی از آن را حتی در جنوب ایران و رشته کوه‌های زاگرس نیز می‌توان یافت. فرو افتادگی‌های لوت، چاله بافق، چاله رباط پشت بادام، ساغند و گسله‌های نه‌بندان، نای‌بند، میناب، کازرون، پشت بادام و کلمرد از این روند پیروی می‌نمایند (نبوی، ۱۳۵۵؛ خسروتهرانی و درویش‌زاده، ۱۳۶۳؛ درویش‌زاده، ۱۳۷۰).

ت- روند خاوری- باختری که گسله‌هایی همانند بشاگرد و گسل‌های البرز مرکزی، بخشی از گسل ترود و آبیگ در این امتداد پدید آمده‌اند (Stocklin, 1968) (نبوی، ۱۳۵۵؛ زمردیان، ۱۳۸۱).

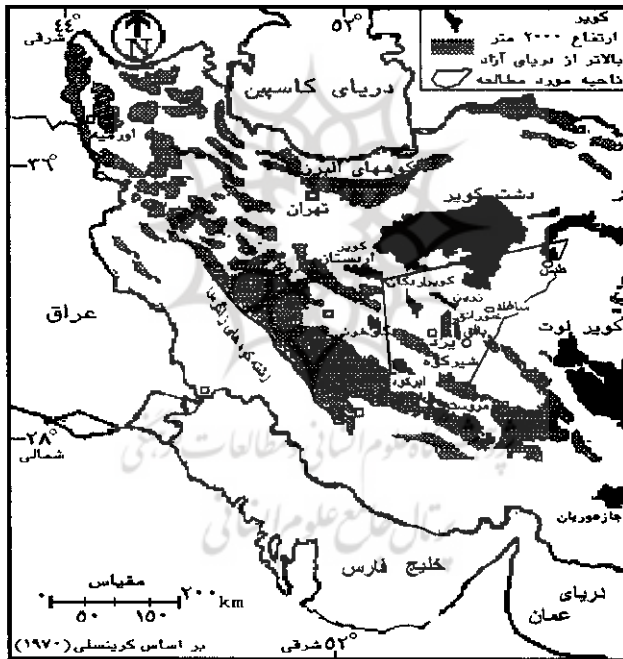
رویدادهای زمین ساختی کاتانگایی<sup>۳</sup> (اواخر پرکامبرین)، کالدونین و هرسی‌نین<sup>۴</sup> (در پالئوزویک)،

2. Caledonian.

3. Katangan or Assyntic.

4. Hercynian.

سیمرین<sup>۵</sup> پیشین (اوایل مزوزویک)، در پیدایش و نحوه عملکرد روندهای تکتونیکی و گسله‌های مربوطه تأثیر داشته‌اند، اگرچه به نظر می‌رسد نقش رویدادهای کاتگانگایی در شکل‌دهی اولیه زمین‌ساخت ایران زمین از همه مهم‌تر بوده است و اثرات آن را در برخی از گسله‌های فعال بازمانده از آن چرخه هنوز هم مشاهده می‌کنیم (نبوی، ۱۳۵۵؛ بربریان، ۱۹۷۶؛ حقی‌پور و همکاران، ۱۹۷۷). در ایران مرکزی، با توجه به شواهد چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی و فسیل‌شناسی به‌دست آمده، نه تنها همه این رویدادها کم و بیش نقش داشته‌اند، بلکه رویدادهای تکتونیکی ابتدا و انتهای دوران سوم زمین‌شناسی (چرخه‌های لارامین و پاسادین<sup>۶</sup>) نیز در شکل‌دهی مورفوتکتونیک این ناحیه تأثیرگذار بوده‌اند (Huber, 1975) (حقی‌پور و همکاران، ۱۹۷۷؛ واله و داوودزاده، ۱۹۷۷؛ خسروتهرانی و درویش‌زاده، ۱۳۶۳؛ درویش‌زاده، ۱۳۷۰).



نقشه ۱ موقعیت ناحیه مورد مطالعه و ارتفاعات ۲۰۰۰ متر بلندتر از سطح دریای آزاد. موقعیت مکان‌های مورد بحث نشان داده شده است.

5. Cimmerian.

6. Passadenian.



نقشه ۲ موقعیت چاله‌ها و ارتفاعات استان یزد

### موقعیت و ویژگی‌های جغرافیای انسانی عمومی

استان یزد با مساحتی در حدود ۱۳۱۵۵۱ کیلومتر مربع در بخش مرکزی فلات ایران قرار گرفته است (نقشه ۱). این استان مابین  $29^{\circ} 52'$  تا  $33^{\circ} 27'$  عرض شمالی و  $52^{\circ} 55'$  تا  $56^{\circ} 37'$  طول خاوری واقع شده است. استان یزد با توجه به تقسیمات کشوری سال ۱۳۸۰، دارای ۱۰ شهرستان، ۲۱ شهر، ۱۹ بخش و ۵۱ دهستان بوده است. این استان در سال ۱۳۸۰ بیش از ۷۵۰۰۰۰ نفر جمعیت داشته است که بیش از ۶۵ درصد آن در نواحی شهری و بیش از ۳۵۰۰۰۰ نفر تنها در شهر یزد سکونت داشته‌اند (سالنامه آماری استان، ۱۳۸۰).

### مشخصات طبیعی عمومی

استان یزد با وجود تسلط شرایط بیابانی و کم آبی، از نظر ناهمواری، آب و هوا و مشخصات زیستی جانوری و گیاهی دارای تنوعاتی است که بیشتر ناشی از اختلاف ارتفاع و طرز استقرار واحدهای مختلف طبیعی می‌باشد. ارتفاع پست‌ترین نقطه در چاله طبس کمتر از ۶۵۰ متر است، در حالی که مرتفع‌ترین نقطه استان در قله شیخ علیشاه شیرکوه بالغ بر ۴۰۷۵ متر از سطح آزاد دریاها می‌باشد. اختلاف ارتفاع بین چاله‌های وسیع و کوه‌های مرتفع موجب وزش بادهای محلی و گاه شدیدی، می‌شود که جهت مسلط در آنها از سمت بلندترین ارتفاع به سمت دشت‌های مجاور است (محمودی، ۱۳۶۸، صص ۲۳-۴). به عنوان مثال در دشت یزد توفان‌های شدید محلی در بهار از سمت جنوب غربی می‌وزد، در حالی که وزش بادهای شدید در زمستان از سمت جنوب خاوری صورت می‌پذیرد (مهرشاهی، ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹). جهت مسلط باد با توجه به آمار چهل ساله از سمت باختر، و به ویژه در شش ماه بهار و تابستان، از شمال باختری است (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵).

مقدار متوسط بارش در استان یزد از کمتر از ۵۰ میلی‌متر در کویرهای سیاهکوه، زرین و بافق تا حداکثر ۳۵۰ میلی‌متر در ارتفاعات شیرکوه و باجگان (باقی) تغییر می‌کند. میزان بارش میانگین ۴۰ ساله در شهر یزد نزدیک به ۶۰ میلی‌متر بوده است که مقدار آن از کمتر از ۲۰ میلی‌متر تا بیش از ۱۶۶ میلی‌متر متغیر بوده است. به دلیل نوسان شدید میزان بارندگی از سالی به سال دیگر، احتمال وقوع سیل و خشکسالی در دوره‌های مختلف و در نقاط متفاوت استان وجود دارد (قبادیان، ۱۳۶۱؛ مهرشاهی، ۱۳۶۹؛ اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵).

### ویژگی‌های جغرافیایی واحدهای زمین‌ساختی

واحدهای زمین‌ساختی استان یزد جزئی مهم از ناحیه تکتونیک ایران مرکزی را تشکیل می‌دهد. یکی از دلایل اهمیت آن به خاطر وجود قدیمی‌ترین سنگ‌های پوسته اولیه ایران و قدیمی‌ترین چرخه تکتونیک در بخشی از ساغند (موسوم به کلوت چاپدون) است که سنی بیش از یک میلیارد سال دارند (خسروتهرانی و درویش‌زاده، ۱۳۶۳).

واحدهای زمین‌ساختی استان یزد را از نظر روند استقرار و شکل می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: روند شمالی- جنوبی با انحنایی به سمت باختر؛ روند شمال باختری- جنوب خاوری (زاگرسی) به

صورت رشته کوه‌های رسوبی و آتشفشانی و چاله‌های مابین آنها؛ و روند خاوری - باختری شامل چین خوردگی‌های کم ارتفاع و گودال‌های زمین‌ساختی مربوطه (واله و داوود زاده، ۱۹۷۷؛ حقی‌پور و آقا نباتی، ۱۳۶۰).

روند نخست (شمالی - جنوبی) در مشرق استان، به موازات قدیمی‌ترین گسله‌های منطقه مانند رباط پشت بادام، ساغند و بهاباد دیده می‌شود که کویرهای ساغند، بافق (درانجیر) و الله‌آباد تحت تأثیر آن شکل گرفته‌اند. جهت گسله‌های مربوطه در این بخش در قسمت شمالی‌تر، شمال خاوری - جنوب باختری است که به تدریج به حالت شمالی - جنوبی و نهایتاً به حالت شمال باختری - جنوب خاوری در می‌آیند. انحنای رو به باختر این روند در فعالیت‌های تکتونیک بعد از ائوسن حاصل شده است (حقی‌پور و همکاران، ۱۹۷۷).

روند دوم (زاگرسی یا شمال باختری - جنوب خاوری) (مابین رشته شیرکوه و رشته زاگرس) باعث پیدایش چاله‌ها و کویرهای تاقتان، ابرکوه، هرات و مروست شده است. همین روند چاله و دشت یزد - اردکان را در مابین رشته خورائق و شیرکوه پدید آورده است. در انتهای این دشت، کویر اردکان به شکل چاله‌ای همراه با فرونشینی مستمر، دارای دو نیمه یا بخش است که نیمه باختری روند شمال باختری - جنوب خاوری دارد و نیمه خاوری، دارای روند خاوری - باختری است.

روند سوم (خاوری - باختری) با گسل‌های اصلی و فرعی به صورت برجستگی‌ها و چاله‌های تاقدیس و ناودیس در قسمت‌های مختلف استان مانند دشت ابراهیم‌آباد مهریز، تپه‌های کلوت اردکان و کوه پیرزن اردکان و نیز چاله‌های خطی کوچک مانند دغ ارنان (جنوب شیرکوه و مجاور مخروط آتشفشانی ارنان) دیده می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

ویژگی‌های مورفوتکتونیک واحدهای زمین‌ساختی

شرایط مورفوتکتونیک استان یزد هماهنگ با روند گسترش و فعالیت گسله‌های اصلی استان یزد شکل گرفته است. به عنوان مثال، می‌توان به گسل اصلی رورانده شمال زاگرس اشاره کرد که روندی شمال باختری - جنوب خاوری دارد و چاله‌های گاوخونی، ابرکوه و هرات و مروست از یک سو، در رابطه با حرکت این گسل و از سوی دیگر، در ارتباط با بالا آمدن رشته شیرکوه و دنباله‌های آن با همان روند ساختمانی شکل گرفته‌اند (مهرشاهی، ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹).

اشکال مورفوتکتونیک در استان یزد با توجه به توضیحات بخش پیش، در چهار واحد مختلف به شرح زیر قابل طبقه‌بندی هستند:

(۱) مناطق خاوری رشته‌کوه خورائق (خرائق) از قبیل: کوه‌ها و چاله‌های ساغند، کویر بافق (درانجیر) دشت بهاباد، و کویر الله‌آباد (نقشه ۲ و ۴)

(۲) مناطق مرکزی مابین رشته‌کوه‌های خورائق در سمت خاوری و شیرکوه در سمت باختری همانند: کویر سیاهکوه (یا اردکان یا عقدا)، دشت یزد - اردکان و دشت بهادران در جنوب خاوری یزد و کوه‌های مشرف بر آنها.

(۳) چاله‌ها و کوه‌های پراکنده جنوبی مابین رشته‌کوه زاگرس و رشته‌شیرکوه مانند ابرکوه، ارتان، طاقستان و هرات و مروست.

(۴) چاله‌ها، کوه‌ها و تپه‌های شمالی استان از چاله‌های زرین و کلوت اردکان تا چاله طیس که آنها را می‌توان تحت عنوان چاله‌ها و کوه‌های حاشیه‌ای کویر بزرگ عنوان کرد.

در ادامه این بخش ضمن بیان ویژگی‌های هر یک از واحدهای چهارگانه مذکور، برای تشریح هر واحد، مثالی آورده می‌شود.

#### (۱) واحد خاوری رشته‌کوه خورائق

واحد نخست که تحت عنوان مناطق خاوری رشته‌کوه خورائق نام برده شد از کوه‌های نسبتاً کم ارتفاع و چاله‌های کویری تشکیل شده است. در این واحد ارتفاعاتی مانند کوه‌های ساغند و دنباله رشته‌کوه بنان (کوه‌های بافق، بدبخت‌کوه، و شتری)، از یک سو، و چاله‌های کویری مانند: کویر بافق (درانجیر)، کویر الله‌آباد و کویر ساغند، از سوی دیگر، دیده می‌شوند.

یکی از ویژگی‌های جالب این واحد این است که این ناحیه حوضه آبرگیر بخش باختری کرمان شامل انار، نوق، سیریز و کوهبنان را در بر می‌گیرد و به همین دلیل به‌طور فصلی رود شور و مرداب محلی را در جنوب کویر بافق پدید می‌آورد. حیات جانوری و گیاهی در شرایط کنونی به صورت محدود و متمرکز (در حاشیه و دامنه کوهستان‌ها) به چشم می‌خورد. بلندترین کوه‌های این واحد عموماً کمتر از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند، به طوری که به عنوان مثال حداکثر بلندی ارتفاعات ناحیه ساغند به بیش از ۲۲۶۷ متر (قله چاه محمد)، در بدبخت‌کوه به ۲۲۹۰ متر، در کوه شتری به ۲۳۷۰ متر از سطح



دریای آزاد می‌رسد. تنها استثنا در اینجا کوه بن لخت مابین بهاباد و کوه بنان است که به بیش از ۳۰۰۰ متر می‌رسد، در حالی که ارتفاعات این واحد در جنوب دشت بهادران به حدود ۱۱۲۰ متر نزول می‌کند (مهرنهاد، ۱۳۸۱). ارتفاع کویرهای بافق (به کویر کور یا درانجیر نیز موسوم است)، ساغند و مهدی‌آباد به ترتیب ۹۲۵، ۱۰۲۲ و ۱۰۹۰ متر فراتر از سطح دریا می‌باشد. کویر بافق توسط یک مجرای سرریز یا کانال سرریز<sup>۷</sup> وسیع به عرض تا حدود پانصد متر به کویر زرین در سمت شمال متصل می‌شود. کویرهای دیگر نیز به صورت حوضه‌های بسته‌ای در میان ارتفاعات به وجود آمده‌اند که پیدایش آنها اغلب منشاء تکتونیکی دارد (مهرشاهی، ۱۳۸۳).

در این بخش ناحیه ساغند به عنوان یکی از زیرواحد‌های واحد مورفوتکتونیک خاور خورانیق مورد توجه قرار می‌گیرد. زیر ناحیه ساغند شامل دو بخش ارتفاعات و چاله‌های کویری است که روندی تقریباً شمال خاوری - جنوب باختری دارند. این روند با گسل‌های اصلی ناحیه، یعنی گسل‌های پشت بادام و چاپدوننی هماهنگ است (مهرنهاد، ۱۳۸۱). ارتفاعات ناحیه از سنگ‌های دگرگونی درجه بالا (مانند گنایس و میکاشیست) به سن پرکامبرین، مزمر و آهک‌های کرتاسه درست شده است (حققی‌پور و همکاران، ۱۹۷۷).

رخمون‌های اصلی این سنگ‌ها غالباً توسط گسل‌های فرعی و اصلی محصور شده‌اند و حد بین دشت و کوه را گسل‌ها تشکیل می‌دهند. در پیرامون گسل چاپدوننی انطباق خوب بین آبراهه‌های بزرگ و گسل‌های اصلی دیده می‌شود. در این قسمت آبراهه‌ها با امتداد مشخص شمال خاوری - جنوب باختری به سمت کویر زرین همگرایی می‌یابند. کلوت چاپدوننی (در بردارنده قدیمی‌ترین سنگ‌های فلات ایران) به صورت یک برآمدگی هورست مانند مشخص بین گسل‌های چاپدوننی و پشت بادام قرار دارد. سیستم شبکه آبراهه‌ها از این قسمت به صورت شعاعی به سمت مرکز کویر ساغند ادامه می‌یابد و جریان‌های سطحی اتفاقی ناشی از بارندگی نیز از طریق همین مسیل‌ها به کویر ساغند هدایت می‌شوند. تثبیت شعاعی آبراهه‌های ورودی به کویر ساغند دلیلی بر استقرار آنها در مناطق برشی مابین گسل‌هاست (مهرنهاد، ۱۳۸۱، ۱۱۵). ناحیه ساغند (شامل ساغند، رباط پشت بادام و چاپدوننی) از اواخر پرکامبرین به لحاظ تکتونیکی به صورت مجموعه‌ای از فرازمین‌ها<sup>۸</sup> و فروزمین‌ها<sup>۹</sup> عمل کرده است.

7. overflow channel.

8. Horsts.

9. Grabens.

چاله‌های مهم این ناحیه مانند الله‌آباد، ساغند و بافق (درانجیر یا کور) به صورت کویرهایی با سطح آب زیرزمینی بالا در آمده‌اند. در کویر بافق آثار ارتباط سطحی با کویر شمالی آن، یعنی کویر زرین، به صورت مسیلی بسیار پهن و گاهی فعال هنوز هم قابل مشاهده است. در اینجا به‌طور خلاصه به ویژگی‌های جغرافیایی کویر ساغند پرداخته می‌شود.

کویر ساغند حوضه‌ای است بسته که توسط کوه‌های کم ارتفاع احاطه شده است. امتداد این کویر تقریباً خاوری- باختری است ولی روند کلی منطقه که شمال خاوری- جنوب باختری است در همه جا دیده می‌شود. فعالیت شدید گسل پشت بادام سبب بیرون‌زدگی ارتفاعات بخش شمالی حوضه شده است. شیب توپوگرافی پدیمنت‌های قدیمی باعث شده است که جریان‌های سطحی حاصل از بارش‌های شدید پس از حفر مسیل‌هایی در رسوبات مخروط افکنه‌ها حد فاصل کوه و دشت به کویر ساغند هدایت گردند. رسوبات مخروط افکنه‌ها در اینجا به صورت سنگفرشی و سنگلاخی در آمده‌اند که نشانه سیلابی بودن منشاء آنها می‌باشد. در حاشیه خاوری کویر ساغند تلماسه‌های بادی به شکل تپه‌های موازی و برخان گسترش چشمگیری نشان می‌دهند که نشانه عملکرد بادهای باختری می‌باشند (مهرزاد، ۱۳۸۱، ۱۱۶ و ۱۱۷). یکی از ویژگی‌های کویر ساغند پیدایش فصلی پهنه آبدار به صورت دریاچه کم عمق فصلی است که امروزه وسعت آن حداکثر از چند کیلومتر مربع بیشتر نمی‌شود.

واحد فوق مهم‌ترین واحد تکتونیکی استان از نظر کانی‌های معدنی استراتژیک از قبیل آهن، اورانیوم، سرب و روی به شمار می‌رود.

## ۲) واحد مرکزی مابین رشته کوه‌های شیرکوه و خورائق و شعبات آن

مناطق مرکزی مابین رشته کوه‌های خورائق در سمت خاور و شیرکوه در سمت باختر (از قبیل کویر سیاهکوه، و دشت یزد- اردکان) و دشت بهادران در جنوب خاوری یزد و کوه‌های مشرف بر آنها جزو این واحد محسوب می‌شوند. این واحد از دو زیر واحد ارتفاعات (شامل کوه‌ها و تپه‌ها) و چاله‌های کویری تشکیل شده است.

ارتفاعات اصلی این واحد از دو رشته کوه، یعنی خورائق و شیرکوه، با روند شمال باختری- جنوب خاوری درست شده است که روند رشته خورائق متمایل به شمال و روند رشته شیرکوه بیشتر متمایل به

باختر است (نقشه ۲ و ۴). مابین این دو رشته کوه، عوارض دوران سوم به صورت تپه‌ها و کوه‌های کم ارتفاع و بیشتر کنگلومرای- ماسه‌سنگی بیرون‌زدگی دارند که به‌طور محلی موجب تغییر توپوگرافی شده‌اند و شرایط ژئومورفولوژیک خاصی را پدید آورده‌اند (مهرشاهی، ۱۹۹۹). ارتفاعات مهم و مرتفع منطقه بیشتر از سازندهای آهکی مربوط به کرتاسه تشکیل شده است. بلندترین قله با ارتفاع ۴۰۷۵ متر از سطح دریا، در شیخ علی‌شاه شیرکوه و گودترین نقطه با ۹۵۶ متر از سطح دریا در بخش خاوری کویر اردکان دیده می‌شود. ارتفاعات منطقه از سه واحد اصلی پرتگاه‌ها یا دیواره‌ها (شیب بالای ۴۵ درجه)، دامنه‌های نسبتاً تند تا ملایم (مابین ۱۵ تا ۳۵ درجه) و شیب‌های کم در پدیمنت یا دشت سر (کمتر از ۱۰ درجه) تشکیل شده‌اند. اغلب پدیمنت‌های این واحد در ناحیه شیرکوه بر روی سنگ مادر قدیمی گرانیتی (ژوراسیک) شکل گرفته است (Hagedorn, et al, 1978). در رشته کوه خورائق سطوح پدیمنت بیشتر تا روی شیل‌های ژوراسیک پیشرفت کرده و بر آنها منطبق شده‌اند.

از بین چاله‌های موجود در این واحد که به شکل کویرها، شوره‌زارهای لکه‌ای و دق‌ها، ظاهر می‌شوند، به شرح کویر اردکان می‌پردازیم که در انتهای شمال باختری دشت یزد- اردکان واقع شده است. وسعت کل چاله اردکان از خط هم ارتفاع ۱۰۰۰ متر در حدود ۱۲۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد که بیش از ۸۵۰ کیلومتر مربع آن کویر و نمک‌زار می‌باشد (مهرشاهی، ۱۹۹۹؛ مهرنهاد، ۱۳۸۱). ارتفاع بلندترین نقطه این کویر در خط تقسیم آب با کویر کلوت اردکان (جمال‌خانه) حدود ۹۸۶ متر از سطح دریا و ارتفاع پست‌ترین نقطه آن حدود ۹۵۶ متر می‌باشد که در بخش خاوری آن قرار دارد. دشت‌هایی که به کویر اردکان وصل می‌شوند دارای شیب کلی کمتر از ۵ درجه می‌باشند و تنها دشت، یا به عبارت درست‌تر، دشت سر پای سیاهکوه در قسمت شمالی آن است که با شیب بیش از ۵ درجه و در برخی از نقاط بیش از ده درجه به سطح کویر وصل می‌شود. علت این امر نزدیک بودن فاصله این کوه با کویر در این قسمت می‌باشد که حداکثر آن به حدود ۶ کیلومتر می‌رسد، در حالی که فاصله این کویر تا کوه‌های عقدا در جنوب باختری آن به بیش از ۳۰ کیلومتر و تا رشته شیرکوه در جنوب آن به بیش از ۷۵ کیلومتر می‌رسد.

این کویر گودترین ناحیه دشت یزد- اردکان محسوب می‌شود و در نتیجه نقش زهکش تمامی آب‌های زیرزمینی و سطح‌الارضی این دشت را ایفا می‌کند، یا به عبارتی سطح اساس اصلی دشت یزد- اردکان

محسوب می‌شود (جویا، ۱۳۷۰). از نظر تکتونیک دارای حرکت منفی (فرونشینی<sup>۱</sup>) می‌باشد که موجب شیبدار شدن مشخص دشت سرهای شمالی آن در حد فاصل کویر و دامنه غربی و مرکزی تپه‌های کلوت اردکان شده است (مهرشاهی، ۱۳۷۰).

دشت یزد- اردکان که با طول بیش از ۱۳۰ کیلومتر و میانگین پهنای حدود ۳۵ کیلومتر، بیش از سه چهارم جمعیت استان را در خود جای داده است، زیر واحد مهمی از واحد مورفوتکتونیک فوق می‌باشد. این دشت در اصل به دلیل شرایط تکتونیکی خاص خود از دو بخش تشکیل شده است: بخش مرتفع‌تر تحت عنوان دشت پایکوهی یا دشت سر که قسمت‌های حاشیه‌ای را در همه جا می‌سازد و بخش پست‌تر یا مرکزی که از آبادی فهرج در محور دشت شروع شده و تا اردکان ادامه می‌یابد و از فرسایش برجستگی‌های دوران سوم (به ویژه نئوژن) در طول کواترنر پدید آمده است. بخش دوم در برخی قسمت‌ها (مانند زارچ و الله‌آباد اشکذر) در سطح زمین به صورت رخنمون‌های سنگی خطواره‌ای و تپه‌های خطی مشاهده می‌شود که مانع حرکت ماسه‌های بادی شده‌اند. قسمت محوری دشت، یعنی بخش مرکزی، به جز پدیده‌های فرسایشی، نشانگر فرآیندهای تراکمی بادی- آبی نیز می‌باشد و پهنه‌های رسی (تمام شهر یزد)، ماسه‌ای (شمال اشکذر و یزد تا فهرج) و لسی (میبد) را در بر می‌گیرد (مهرشاهی، ۱۳۸۳). پدیمت‌ها یا دشت سرهای حاشیه‌ای این دشت که مابین کوهستان، از یک سو و دشت مرکزی از سوی دیگر قرار دارند در بیشتر نقاط توسط رسوبات ضخیم تا نازک سیلابی پوشیده شده‌اند ولی حتی در این نقاط نیز ممکن است سنگ بستر را در عمق کم، و داخل آب بریدگی‌ها و چاه‌ها، مشاهده نمود.

### ۳) واحد مورفوتکتونیک جنوب استان یزد

این واحد مابین رشته شیرکوه و عقدا در سمت شمال و رشته زاگرس در سمت جنوب قرار دارد و واحد گذار از ناحیه ساختمانی ایران مرکزی به زون دگرگونی سندج- سیرجان می‌باشد که روند آن به موازات همین زون شکل گرفته است و چاله‌های تکتونیکی ابرکوه، ارنان، هرات و مروست در آن قرار دارند. یکی از ویژگی مهم این واحد وجود زیر واحد آتشفشانی ارنان و بیرون‌زدگی‌های آذرین مشابه

است که جزو آتشفشان‌های نیمه‌فعال یا جوان محسوب می‌شوند (میراب و همکاران، ۱۳۶۸). این واحد خود از پنج زیرواحد دامنه‌های جنوبی شیرکوه در شمال (توران پشت- کهدوییه- زردین)، گاریزات شامل چاله‌های خطی شمالی (از جمله دق‌های ارنان و علی‌آباد)، مجموعه آتشفشانی مرکزی (مانند آتشفشان‌های ارنان، چاه تلخ و چاه زبر)، چاله‌های کویری جنوبی (ابرکوه، هرات و مروست) و زیرواحد تکتونیکی آمیزه رنگین (به موازات گسل دهشیر- بافت) تشکیل شده است.

زیرواحد دامنه‌های جنوبی شیرکوه از فرسایش قهقرایی گرانیته‌ها و آهک‌های شیرکوه در اواخر دوران سوم و کواترن به وجود آمده است که به احتمال زیاد گسترده‌ترین پدیمت استان یزد را پدید آورده است. این زیرواحد را گسله‌های متعدد محلی منشعب از گسل دهشیر از زیرواحد بعدی (چاله‌های خطی) جدا می‌کند که در محل این گسل‌ها، تراوش چشمه‌های تراورتن‌زا یکی از زیباترین و چشمگیرترین پدیده‌های مورفوتکتونیک این منطقه را به وجود آورده است.

زیرواحد چاله‌های خطی گاریزات از دق‌هایی تشکیل شده است که بر اثر سد شدن مسیر حرکت جریانهای زیرزمینی و سطحی گذشته، پس از فوران آتشفشان‌های دوران چهارم به وجود آمده است و برای مدت کوتاهی از سال نیز شاهد استقرار دریاچه کم عمقی (تا پنجاه سانتی‌متر عمق) با وسعت پنج- شش کیلومتر مربع می‌باشد. در این قسمت و با توجه به پادگانه‌های ساحلی باقی‌مانده، دریاچه‌ای با عمق تا بیش از هفت متر در بخشی از کواترن تشکیل می‌شده است که سن و زمان دقیق آن معلوم نیست. دق ارنان و دق‌های دیگر منطقه با بلندی حدود ۱۹۰۰ متر بلندترین چاله‌های استان به شمار می‌روند و پدیده یخبندان در این ناحیه تا حدود چهار ماه از سال در طول شب روی می‌دهد. وقوع چنین شرایطی همزمان با ظهور دریاچه محلی کم عمق در دق ارنان، منجر به تشکیل ورقه‌های یخی و وقوع پدیده حرکت سنگ‌های لغزان در حاشیه این دق می‌گردد که یکی از پدیده‌های کم نظیر ژئومورفولوژی در ایران به شمار می‌رود (مهرشاهی، ۱۳۷۸، صص ۳۶-۳۳).

زیرواحد آتشفشانی شامل کوه‌های دنبال هم از جنس داسیت و تراکیت می‌باشد که مواد فورانی آنها به دلیل فراوانی اکسید سیلیسیم (کوارتز) و گرانروی بالا، منجر به ظهور مخروط‌های آتشفشانی گردیده است که مهم‌ترین آنها در این منطقه، آتشفشان ارنان، با قله‌ای به بلندی بیش از ۲۹۰۰ متر است که نسبت به سطح دق ارنان که در ارتفاع ۱۹۰۰ متری واقع شده است یک هزار متر اختلاف ارتفاع دارد.

پیدایش و تثبیت زیر واحد آمیزه رنگین به موازات گسل اصلی دهشیر- بافت در ارتباط با بسته شدن اقیانوس باریک و عمیق پس از کرتاسه در منطقه توجیه شده است که موجب بالا آمدگی و خورد شدن سنگ‌های اولترابازیک مانند دونیت و سنگ‌های رادیولاریتی در طول یک نوار مشخص باریک شده است (درویش‌زاده، ۱۳۷۰، میراب و همکاران، ۱۳۶۸). این زیر واحد در نوع خود و از دیدگاه تکتونیک- زمین‌شناسی یکی از نواحی بسیار جالب است که به شکل رشته تپه‌های رنگین قرمز، جگری، خاکستری، سیاه، سبز تیره و روشن و سفید قابل مشاهده است.

چاله‌های جنوبی کویری (مانند ابرکوه) به موازات گسل اصلی زاگرس و زون دگرگونی سندج- سیرجان شکل گرفته‌اند و زمین‌شناسان پیدایش آنها را از سویی دیگر حاصل عملکرد گسل دهشیر- بافت نیز می‌دانند. به این ترتیب این چاله‌ها به سطح اساس اصلی بخش مهمی از نواحی شمالی، مرکزی و جنوبی گودال مابین شیرکوه و زاگرس تبدیل شده‌اند. چاله‌های هرات و مروست در این رابطه و به عنوان سطح اساس آبهای وارده از زاگرس دارای سطح آب زیرزمینی بسیار بالا می‌باشند که به صورت سفره‌های تحت فشار و چاه‌های آرتزین عمل می‌کنند.

#### ۴) واحد مورفوتکتونیک شمال استان یزد

چاله‌های تکتونیک که در شمال استان واقع شده‌اند، از قبیل طبس، زرین و کلوت اردکان و کوه‌ها و تپه‌هایی که آنها را احاطه می‌کنند، در حال حاضر، بزرگ‌ترین واحد مورفوتکتونیک استان را در قسمت شمالی استان و حاشیه جنوبی کویر بزرگ می‌سازند. مساحت این واحد، حدود ۶۰۰۰۰ کیلومتر مربع، یعنی نزدیک به نیمی از وسعت استان یزد را در سال ۱۳۸۲ در بر می‌گیرد.

همچنین این واحد پست‌ترین دشت استان واقع در چاله طبس را نیز در بر می‌گیرد که ارتفاع آن به کمتر از ۶۵۰ متر از سطح دریا می‌رسد. در ضمن این واحد را می‌توان بعد از واحد خاوری (ساغند و بافق)، یکی از مهمترین واحدهای تکتونیک استان یزد از لحاظ وجود ذخایر معدنی ذغال‌سنگ (طبس) و سنگ نمک (کلوت اردکان) به شمار آورد.

از نظر مورفوتکتونیک این واحد را می‌توان به سه زیر واحد با اسامی زیر تقسیم نمود: کوه‌ها و چاله طبس؛ کوه‌ها و چاله زرین؛ تپه‌ها و چاله کویری کلوت اردکان؛ که هر یک دارای تاریخچه و

ویژگی‌های زمین‌ساختی مخصوص به خود هستند. در آخرین بخش این نوشتار هر یک از این زیر واحدها به اختصار توضیح داده می‌شوند.

زیر واحد طبس از چاله تراکمی گرابین مانند طبس که توسط کوه‌هایی نسبتاً کم ارتفاع از سنگ‌های متعلق به دوران اول و دوم، محصور شده است، تشکیل می‌شود. روند تکتونیکی مسلط در آن شمالی-جنوبی است که مشابه روند اصلی شرق ایران و دشت لوت است.

زیر واحد کویر و ریگ زرین نیز از کوه‌های عمدتاً آهکی و مارنی که رسوبات آنها متعلق به دوران دوم و به ویژه دوره کرتاسه می‌باشند تشکیل شده است. ریگ زرین که از ماسه‌های بادی محلی شکل گرفته است بر روی بخشی از کویر زرین متراکم شده است که در طول سال دارای رطوبت بیشتری می‌باشد (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵). زیر واحد فوق یکی از دور افتاده‌ترین و دست‌نخورده‌ترین کویرهای ایران است.

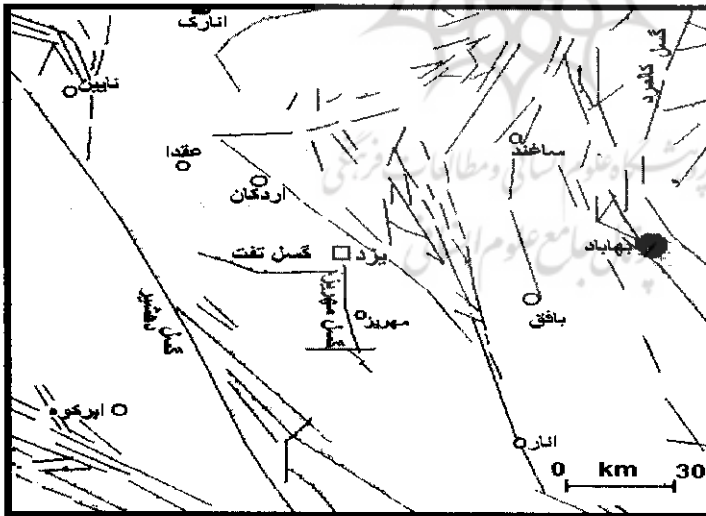
زیر واحد کویر و تپه‌های کلوت اردکان واقع در ۶۰ کیلومتری شمال شهر اردکان، یکی از دیدنی‌ترین واحدهای مورفوتکتونیک کشور، و حتی جهان، به شمار می‌آید. چنین ویژگی منحصر به فردی به دلیل اثرات مورفوتکتونیک بالا آمدن گنبد‌های نمک در تپه‌های کلوت و دق‌های حاشیه آن است که مشخص‌ترین گنبد‌های نمک دیابیریک ایران را به نمایش می‌گذارند. بلندی مرتفع‌ترین این گنبد‌ها به حدود ۹۰ متر از سطح زمین می‌رسد که در میان گرابین تپه‌های کلوت مرکزی بالا آمده است (مهرشاهی، ۱۳۷۰).

طبقات ضخیم نمک و همچنین شدت فرآیندهای فرسایش هرزآبی و کارستی، ناشی از وجود املاح گچ و نمک در طبقات رسوبی نئوژن، یکی از چشم‌اندازهای بدیع ژئومورفولوژی ایران را به صورت دامنه‌های بدلندی ظریف و دره‌های کور و شبکه‌های زیرزمینی کم عمق که مینیاتوری زیبا از چاه‌ها و میله‌های قنات را به ذهن تداعی می‌نمایند به وجود آورده‌اند. این نوع چشم‌انداز را به ویژه در شمال معدن سنگ نمک کلوت (یکی از گنبد‌های نمک خالص) و در دامنه‌های شمالی و جنوبی تپه‌های مرکزی کلوت می‌توان مشاهده نمود (مهرشاهی، ۱۳۷۰).

گسل‌های شمال-جنوبی در محدوده کلوت اردکان سه زیر واحد محلی را نیز به وجود آورده‌اند که شامل ناودیس خاوری، گرابین مرکزی و تاقدیس باختری می‌شوند (Huber, 1955).

## نتیجه

مطالعه اوضاع تکتونیک و ژئومورفولوژیک استان یزد نشان می‌دهد که با وجود یکنواختی ظاهری اقلیم، ایالت‌ها یا واحدهای مورفوتکتونیک متنوعی در این منطقه شکل گرفته است. پیدایش چهار قلمرو یا واحد مورفوتکتونیک در این استان که هر یک خود به زیر واحدهایی با مشخصات ویژه قابل تقسیم‌بندی هستند، نتیجه سیر تکوینی و تکاملی ناهمگن تکتونیک در قسمت‌های مختلف این ناحیه است. وجود چنین شرایطی را می‌توان به موقع خاص استان یزد در بخش میانی ایران مرکزی نسبت داد. چنین موقع جغرافیایی باعث شده است که این منطقه در طول دوره‌های زمین‌شناسی کانون انواع فشارهای تکتونیک و محل برخورد انواع گسل‌ها، با روندها و سنین مختلف از یک سو، و انواع حوزه‌های تکتونیک، با روندها و شدت‌های فرسایش و رسوبگذاری متفاوت، از سوی دیگر، قرار داشته باشد. گوناگونی شرایط تکتونیک و تفاوت نحوه رسوبگذاری و برداشت حاصله از این شرایط، باعث گردیده است که به مرور و حداقل در طول کوتاه‌تر شرایط مورفوتکتونیک متفاوتی در نقاط مختلف استان پدید آید. مطالعه دقیق‌تر این تفاوت‌ها و به ویژه بررسی جزئیات نحوه عملکرد گسل‌ها و پدیده‌های ژئومورفولوژی وابسته به آنها می‌تواند ما را در شناخت بهتر شرایط زمین‌ساختی استان و هشدار در مورد امکان وقوع رویدادهای زمین‌لرزه‌ای در نواحی مختلف یاری کند.



نقشه ۳ گسله‌های مهم استان یزد

براساس بربریان ۱۹۷۶





نقشه ۴ موقعیت کوهستان‌ها، چاله‌ها و گسل‌های

مهم استان یزد

بر مبنای نقشه زمین‌شناسی ایران (۱۹۸۹)

سازمان زمین‌شناسی کشور

### منابع و مآخذ

۱. اختصاصی، محمدرضا؛ احمدی، حسن و همکاران (۱۳۷۵): منشأ بایب ماسه‌های روان دشت یزد- اردکان، اداره پژوهش‌های جنگل و مرتع، وزارت جهاد کشاورزی تهران.
۲. جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۴): ژئومورفولوژی ایران، پیام نور، تهران.
۳. جویا، محمدحسین: گزارش شناسایی آبهای زیرزمینی کویر سیاهکوه، وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای یزد (امور مطالعات آب)، آذر ۱۳۷۰.
۴. حقی‌پور، آ و آقاباتی، ا (۱۳۶۰): نقشه زمین‌شناسی ایران مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
۵. خسروتهرانی، خسرو و درویش‌زاده، علی (۱۳۶۳): زمین‌شناسی ایران، مرکز تربیت معلم تهران.
۶. درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰): زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، تهران.

۷. زمردیان، محمد جعفر (۱۳۸۱): ژئومورفولوژی ایران (جلد اول)، دانشگاه مشهد، گروه جغرافیا.
۸. سالنامه آماری استان یزد (۱۳۸۰): سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان یزد، یزد.
۹. شماعی، علی (۱۳۸۰): مطالعه رشد فیزیکی و کالبدی شهر یزد پس از انقلاب اسلامی، پایان‌نامه دکتری، گروه جغرافیای دانشگاه تهران.
۱۰. علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۱): ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس تهران.
۱۱. قبادیان، عطاالله (۱۳۶۱): سیمای طبیعی استان یزد، استانداری یزد.
۱۲. محمودی، فرج الله (۱۳۶۸): بیابان‌های ایران، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۷.
۱۳. مهرشاهی، داریوش: نگاهی به ژئومورفولوژی استان یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی مشهد، شماره ۱۵، زمستان ۱۳۶۸، صص ۱۶۴-۱۵۰.
۱۴. مهرشاهی، داریوش: مختصری از ژئومورفولوژی استان یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی مشهد، شماره ۱۶، بهار ۱۳۶۹، صص ۱۴۶-۱۲۳.
۱۵. مهرشاهی، داریوش (۱۳۷۰): چشم‌انداز طبیعی تپه‌های کلوک اردکان یزد، کتاب جشن‌نامه دکتر محمد حسن گنجی، به کوشش دکتر ایرانبور جزئی، گیتاشناسی، تهران.
۱۶. مهرشاهی، داریوش: بررسی پدیده لغزش سنگها و پیدایش شیارهای موازی بر سطح بعضی از دق‌ها، رشد آموزش جغرافیا، انتشارات وزارت آموزش و پرورش تهران، شماره ۵۳، زمستان ۱۳۷۸.
۱۷. مهرشاهی، داریوش (۱۳۸۳): زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی استان یزد، فصول سوم و چهارم از طرح پژوهشی جاذبه‌ای بالقوه اکوتوریستی در استان یزد، مجری: مبین، محمدحسین، پژوهشکده مناطق بیابانی و کویری دانشگاه یزد.
۱۸. مهرنهاد، حمید (۱۳۸۱): پهنه‌بندی لرزه‌ای استان یزد (فصل سوم: زمین ریخت‌شناسی). طرح پژوهشی، پژوهشکده مناطق بیابانی و کویری دانشگاه یزد.
۱۹. میراب، سید مهدی؛ مشکوه، محمدعلی؛ اختصاصی، محمدرضا و همکاران: سیمای طبیعی و جغرافیایی منطقه گاریزات (جلد اول). جهاد سازندگی استان یزد، اردیبهشت ۱۳۶۸.
۲۰. نبوی، محمدحسن (۱۳۵۵): دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
۲۱. نگارش، حسین و خسروی، محمود (۱۳۷۸): کلیات ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان.
22. Berberian, M (1976); Documented earthquake faults in Iran. In: M. Berberian (Editor), Contribution To The Seismotectonic Of Iran. Geological Survey Of Iran., Tehran.
23. Berberian, M. and Qorashi, M (1994); Coseismic fault-related folding during the south Golbaf earthquake of November 20, 1989, in southeast Iran. *Geology*.
24. Cooke, R.U and Doornkamp, J.C (1990); *Geomorphology in Environmental Managements*, Second Edition, Clarendon, London, UK.
25. Cooke, R.U; Doornkamp, J.C. and Jones, D.K (1993); *Urban Geomorphology in Drylands*, Second Edition, Oxford University Press, UK.
26. Gansser, A (1955); *New aspects of the geology in central Iran*, Proceeding of 4th World Petroleum Congress, Rome.
27. Hagedorn, H; Haars, W; Busche, D. and Grunert, j. (1978); *Some geomorphological observations from the Shir Kuh Mountains area*. *Geography: Journal of the Association of Iranian Geographers*.
28. Haghypour, A., Valeh, N., Pelissier, G. and Davoudzadeh, M (1977); *Explanatory text of the Ardakan Quadrangle Map: Part 1, Geology of Saghand sector (H8)*, Geological Survey of Iran, Tehran.
29. Huber, H (1955); *Geological report on the Ardakan-Kalut area (central Iran)*. GR-144, National Iranian Oil Company (NIOC), Tehran.
30. Huber, H.C (1975); *Geological Cross Sections North-Central Iran (map)*. National Iranian Oil Company, Tehran.
31. Mehrshahi, D (1999); *Late Quaternary Environments, Ardakan Playa, Central Iran*. PhD Thesis, Geography Department, Sheffield University, 294 p.
32. Stocklin, J (1968); *Structural history and tectonic of Iran: A review*. The American association of petroleum geologists bulletin, 52(7): 1229-1258.
33. Valeh, N. and Davoudzadeh, M (1977); *Geology of the Khoranāgh Sector., Explanatory text of the Ardakan quadrangle map*. Geological Survey of Iran., Tehran.