

## ژئومورفولوژی کارست در تاقدیس خاویز ( شمال شرق بهبهان )

دکتر محمدرضا ثروتی

دانشیار نیمه وقت دانشگاه آزاد اسلامی، گروه جغرافیا واحد علوم و تحقیقات تهران

دکتر غلام حسین اسکانی کزازی

فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اسلامی، گروه جغرافیا واحد علوم و تحقیقات تهران

### چکیده

شناخت ویژگی های ژئومورفولوژیکی پهنه های کارستی که از سنگ های انحلال پذیر عمدتاً کربناته مانند آهک تشکیل شده اند نه فقط از نقطه نظر بنیادی بلکه به لحاظ تامین آب مورد نیاز انسان هم حائز اهمیت است. تاقدیس خاویز که در استان خوزستان و در شمال شرق شهر بهبهان قرار گرفته است. از نقطه نظر بنیادی مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تاقدیس که رودخانه مارون آن را به دو بخش غربی و شرقی تقسیم نموده است، سازندهای زمین شناسی گورپی باسن اواخر کرتاسه، پابده باسن ائوسن، آهک آسماری باسن الیگو - میوسن و آبرفت های دوران چهارم رخنمون دارند. به دلیل فشارهای تکنونیک و مقاومت سنگ آهک آسماری ساختمان تاقدیس خاویز شکاف و درزهای زیادی و ۲۴ گسل خوردگی را نشان می دهد. آب و هوای حاکم بر تاقدیس خاویز نیمه خشک است. علی رغم اقلیم نیمه خشک فعلی و با توجه به شرایط سنگ شناسی و ساختمان زمین شناسی مذکور در بالا، اشکال مختلف کارستی از قبیل لاپیه<sup>۱</sup> یا کارن، دولین، اولال<sup>۲</sup> و دره های کارستی با درجات تحول مختلف در سرتاسر تاقدیس خاویز به چشم می خورد. با توجه به اشکال کارستی موجود در تاقدیس خاویز و اقلیم فعلی حاکم بر آن، به نظر می رسد که این اشکال به طور عمده پالتوکارست می باشند و از نظر سیکل فرسایشی کارست در ابتدای مرحله بلوغ<sup>۳</sup> می باشند.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی کارست، تاقدیس خاویز، آهک آسماری، بهبهان.

## مقدمه

مطالعات ژئومورفولوژی به منزله ابزاری برای شناسایی واحدهای مختلف محیط طبیعی حایز اهمیت بسیار زیادی است (ثروتی ۱۳۸۱ ص ۲). کارست، حاصل فرایندهای متعددی است که در سنگ‌های قابل انحلال مانند آهک و دولومیت، و تحت شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی گوناگون به وجود می‌آید (عطارزاده ۱۳۶۳ ص ۱۳۷). عوامل مختلفی در فرآیند کارستی فیکاسیون موثرند. جنس سازند، میزان بارش و درجه حرارت، هوازدگی بیولوژیکی و به‌ویژه شرایط زمین ساخت از مهمترین عوامل تشکیل کارست از سازندهای قابل حل به‌ویژه سازندهای آهکی و تغییر آن در طول زمان، محسوب می‌شوند. پدیده‌های ساختاری مانند گسل‌ها، درزها، چین خوردگی‌ها، امتداد و شیب سطوح لایه‌بندی و غیره هر یک به نوعی در فرآیند ایجاد و توسعه و تغییر و تحول کارست موثرند و لذا می‌توان گفت یکی از مهمترین مراحل لازم جهت شناخت چگونگی تغییر و تحول اشکال کارست در هر منطقه‌ای، شناخت رابطه کارست شدگی و سیستم ساختاری در یک منطقه می‌باشد (محمدتقی رضایی و احمد زمانی ۱۳۷۷ ص ۵۴۰). در این رابطه (میلانویچ ۱۹۸۱)<sup>۱</sup> معتقدند که خرد شدن توده‌های سنگی در اثر نیروهای تکتونیکی عامل مهمی در کارست شدگی است. هم چنین فورد و ویلیامز<sup>۲</sup> (۱۹۸۹ ص ۷۱) معتقدند که پدیده‌های کارستی در اثر عمل انحلال در مسیرهایی که به‌وسیله ساختارها کنترل می‌شوند، ایجاد می‌گردند. در این تحقیق نحوه شکل‌گیری اشکال مختلف کارستی و به‌ویژه تعیین میزان و چگونگی ارتباط پدیده‌های تکتونیکی و کارستی در تاقدیس خاویز شمال شرق بهبهان مورد بررسی قرار گرفته است.

## موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در زاگرس چین خورده بر اثر استقرار واحدهای زمین‌شناسی و عملکرد عوامل فرسایش چشم‌اندازهای متفاوتی مشاهده می‌گردد یکی از این چشم‌اندازها واحدی است با پهنای متغییر که در دو طرف جلگه آبرفتی خوزستان (جایی که رودخانه‌های کارون و دز از زاگرس خارج شده و به جلگه خوزستان وارد می‌شوند) یعنی در سمت شمال غرب و جنوب شرقی آن قرار دارد. در این مقاله این واحد را به تبعیت از اوبرلندر<sup>۳</sup> (۱۳۷۹، ص ۱۳۶۷) ژئومورفولوگ امریکایی، واحد چین‌های جبهه‌ای<sup>۴</sup> می‌نامیم. چشم‌اندازهای این واحد از تاقدیس‌های آهکی کم‌فرسایش یافته تشکیل گردیده و در آن برجستگی‌ها و تاقدیس‌های بیضی شکل منفرد بر روی زمین‌های پست ناودیسی سازند فارس تحتانی سر بر آورده‌اند. یکی از این تاقدیس‌های منفرد و جالب واحد چین‌های جبهه‌ای، تاقدیس خاویز می‌باشد که در پیشانی این واحد و در جنوب شرقی جلگه خوزستان قرار دارد (نقشه ۱).

امتداد تاقدیس خاویز همان امتداد اصلی زاگرس یعنی شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد و در موقعیت جغرافیایی ۳۴' ۳۰° تا ۴۸' ۳۰° عرض شمالی و ۱۰' ۵۰° تا ۳۵' ۵۰° طول شرقی با وسعتی حدود ۳۵۰ کیلومتر مربع در ۱۳ کیلومتری شمال شرقی شهر بهبهان قرار گرفته است. و از شمال و شمال غرب به کوه حاتم و دشت تشان از شرق به رودخانه خیرآباد و از شمال شرق به کهگیلویه (شهردهشت) محدود می‌شود.

## مواد و روش کار

مراحل و روند مطالعه و پژوهش به شرح زیر انجام گرفته است:

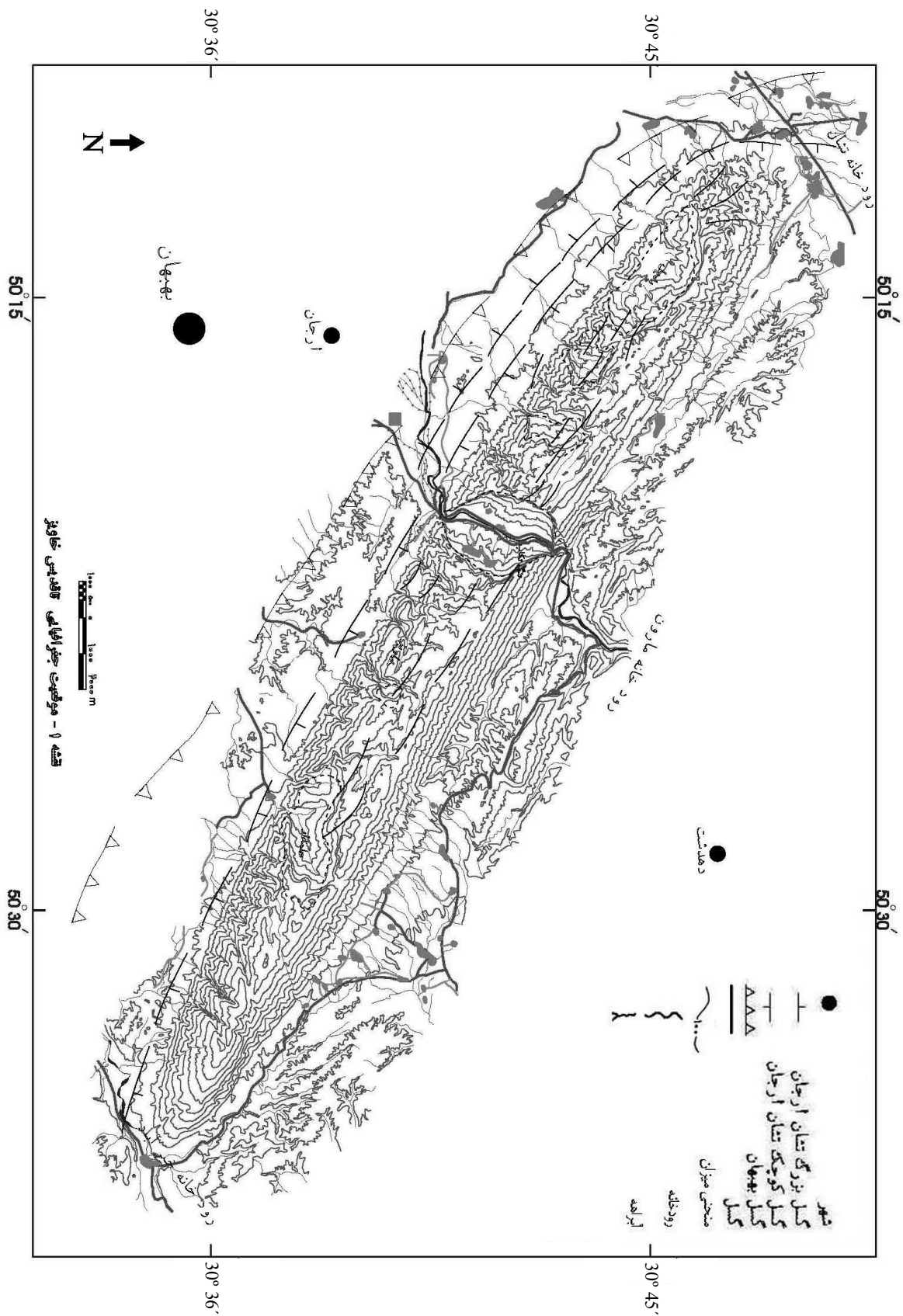
۱- با تهیه نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی

1- Millanovic

2- Williams &amp; Ford

3- Oberlander

4- Frontal Folded Region



با مقیاس‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ و عکس‌های هوایی با مقیاس‌های ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۵۰۰۰، اقدام به شناسایی مقدماتی اشکال کارستی و گسله‌ها و درز و شکست‌ها گردید و بدین ترتیب نقشه مقدماتی مورد نیاز فراهم گردید.

۲- با انجام چند مرحله بازدید میدانی و با جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات لازم در راستای هدف مورد پژوهش و انجام اصلاحات و تعدیلات لازم و سپس پردازش آن‌ها با استفاده از روش‌های ریاضی و آماری و ارائه نمودارها و نقشه‌ها و در رابطه قرار دادن پدیده‌ها با یکدیگر نتایج لازم به‌دست آمد.

### ویژگی‌های زمین‌شناسی و تکتونیکی تاقدیس خاویز

همان‌طور که در نقشه ۲ ملاحظه می‌شود ۳ واحد سنگ‌شناسی در تاقدیس خاویز رخنمون دارند. که قدیمی‌ترین آن‌ها سازند گورپی می‌باشد که در اواخر کرتاسه بر جای گذاشته شده است و از رسوب‌های شیل و مارن تشکیل گردیده است. سازند جوانتر سازند شیلی پابده می‌باشد که در زمان ائوسن نهشته شده است. هر دوی این سازندها در حوضه‌های محوری<sup>۱</sup> رخنمون دارند (دره‌هایی که بر محور تاقدیس خاویز تشکیل شده‌اند و زهکشی آن‌ها به صورت مستقل از هم صورت می‌گیرد، را حوضه‌های محوری نامیده‌ایم، نقشه ۲). سومین واحد سنگ‌شناسی و در واقع مهمترین آن‌ها، سازند آهکی آسماری می‌باشد که حدود ۹۵ درصد پوشش تاقدیس خاویز را تشکیل می‌دهد و سن آن الیگو - میوسن می‌باشد. سنگ آهک آسماری در تاقدیس خاویز دارای چنان ویژگی می‌باشد که استانی<sup>۲</sup> (۱۹۷۵) در یادداشت‌های خود پیشنهاد می‌نماید که برش نمونه سنگ آهک آسماری به جای تنگ گل ترش در هفتگل مسجد سلیمان، در تاقدیس خاویز (بهبهان) انجام شود (مطیعی، ۱۳۷۲ ص ۳۳۲). به‌طور کلی می‌توان گفت، تاقدیس خاویز که در زون زاگرس چین خورده واقع شده است از نظر زمین‌شناسی دارای همان ویژگی‌های زاگرس چین خورده می‌باشد.

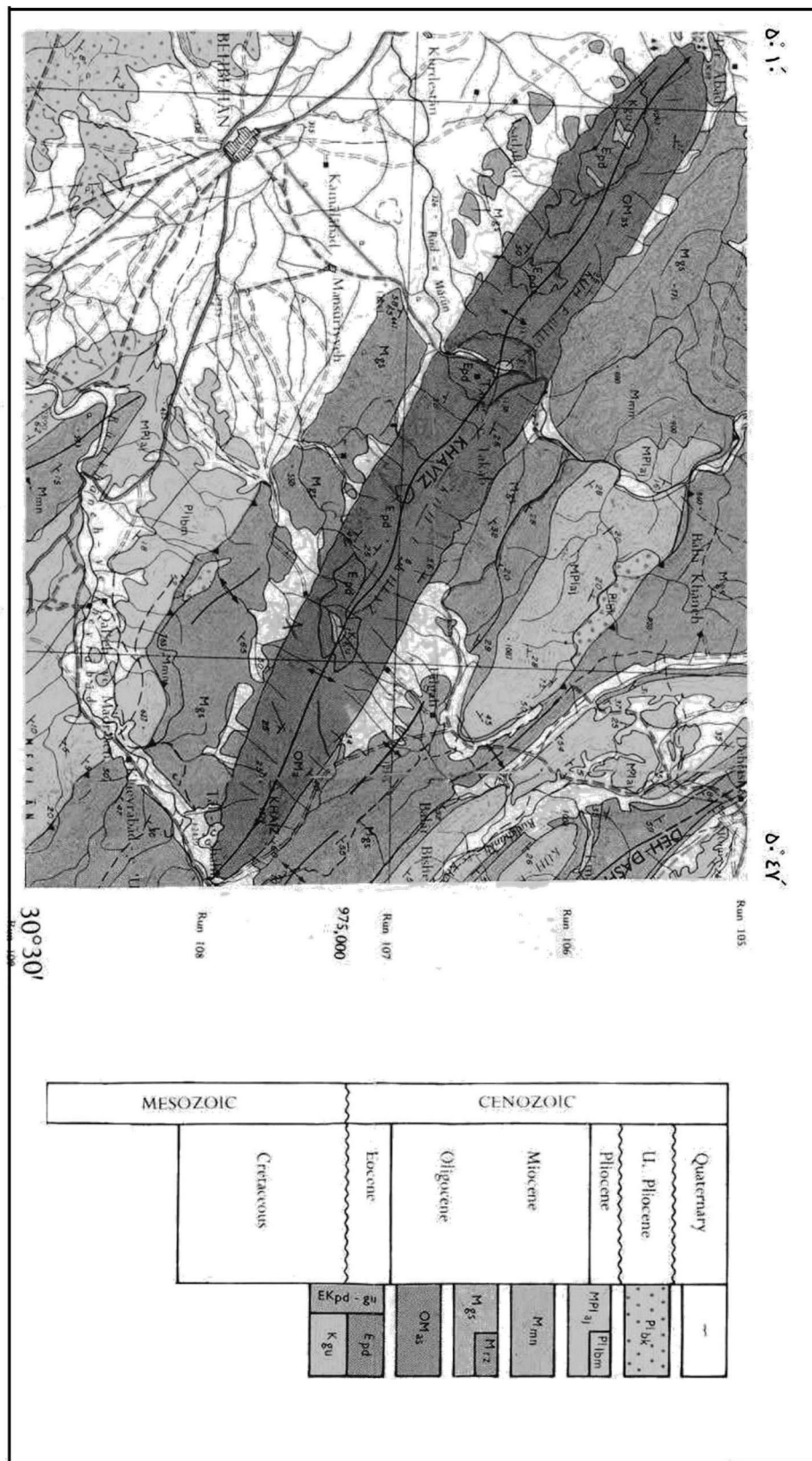
همان‌گونه که در نقشه زمین‌شناسی (نقشه ۲) منطقه مورد مطالعه ملاحظه می‌شود، حداقل ۲۴ گسله در تاقدیس خاویز وجود دارد که روند بیشتر آن‌ها همان روند غالب زاگرس شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد. ضمن این‌که در حاشیه جنوبی تاقدیس خاویز نیز ۳ گسله عمده به نام‌های: گسل تشان- ارجان، گسل بهبهان و گسل کوچک ارجان وجود دارد که امتداد گسله بهبهان در نقشه ۲ در شرق شهر بهبهان، جایی که سازند گچساران و آغاچاری مجاور هم قرار می‌گیرند دیده می‌شود.

بررسی نگاره‌های هوایی منطقه مورد مطالعه با مقیاس‌های مختلف ذکر شده در بخش روش کار و نقشه‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که هر سه گسله دارای روند شمال غرب- جنوب شرق می‌باشد. درست در شمال شهر بهبهان و در جنوب تاقدیس خاویز هر سه گسله دارای چنین موقعیتی هستند که گسله بهبهان به طول ۸۰ کیلومتر بین سازند گچساران در شمال گسله و آبرفت‌های شمالی دشت بهبهان در جنوب گسله قرار دارد. گسله تشان- ارجان به طول ۶۰ کیلومتر بین سازند گچساران در جنوب گسله و سازند آسماری تاقدیس خاویز در شمال گسله دیده می‌شود و گسله کوچک ارجان نیز به طول ۸ کیلومتر در حد فاصل دوگسله فوق قرار دارد (بربریان و قریشی، ۱۳۶۷، صص ۶ الی ۱۰).

### اقلیم منطقه مورد مطالعه

با توجه به عدم وجود ایستگاه‌های ثبت کمی پارامترهای اقلیمی در نقاط ارتفاعی مختلف تاقدیس خاویز، از ایستگاه‌های حاشیه آن و با در نظر گرفتن موقعیت ارتفاعی و جهت ناهمواری برای تعیین اقلیم منطقه به کمک روش‌های آماری (معادله خطی) (علیجانی و کاویانی ۱۳۷۱ ص ۸۸) اقدام گردید. که در نتیجه

نقشه ۲ - زمین شناسی تاقیسی خاویز ماکز: نقشه ۱:۳۵۰۰۰۰ وزارت نفت



متوسط درجه حرارت سالیانه ۷/۲۲ درجه سانتی گراد و متوسط بارش سالانه ۲۵۴/۶ به دست آمد (دوره آماری ۱۹۹۰ - ۱۹۷۱) که در نتیجه معادلات خطی درجه حرارت و بارش به صورت زیر است:

$$t = -0.0033 h + 24/89 = 22/7 \quad \text{معادله خطی درجه حرارت}$$

$$p = 0.16 h - 255/7 = 254/6 \quad \text{معادله خطی بارش}$$

که در آن p (بارش) و t (درجه حرارت) و h (ارتفاع) می باشد که میانگین ارتفاع منطقه برابر با ۶۵۰ متر می باشد.

سپس با استفاده از اعداد به دست آمده برای دما و بارش و در رابطه با قرار دادن این پارامترها با طبقه بندی های اقلیمی مانند دمارتن که در آن از فرمول  $I=p/t+10$  برای تعیین ضریب خشکی استفاده می شود، اقدام به تعیین نوع اقلیم منطقه گردید که ضریب ۷/۷ به دست آمد که بنا بر طبقه بندی دمارتن جزو نواحی نیمه خشک محسوب می شود.

### اشکال کارستی در تاقدیس خاویز

بارزترین چشم اندازهای کارستی در تاقدیس خاویز به شرح زیر است:

#### ۱- کارن ها (لاپیه ها)<sup>۱</sup>

کارن ها، اشکال کوچک و مختلف فرسایشی هستند که عمق آن بین چندین میلی متر تا چندین سانتی متر متغییر است. این پدیده ها نیز جزو اشکال سطحی کارست محسوب می گردند کارن های موجود در تاقدیس خاویز را می توان بر مبنای شکل و اندازه آن ها حداقل در پنج گروه طبقه بندی نمود:

الف- ریلن کارن<sup>۲</sup>: این نوع کارن در نتیجه عمل انحلال سنگ آهک فاقد پوشش تحت تاثیر باران و هرزآب های اولیه متقاطع و صفحه ای ایجاد شده است. این کارن ها به صورت شیارهای تقریباً موازی و با پهنا و عمق یک تا دو سانتی متر و طول ۱۰ تا ۵۰ سانتی متر مشاهده می گردد که در نقاط مختلف تاقدیس خاویز وجود دارند.

ب- کارن بارانی<sup>۳</sup>: این نوع کارن به صورت چاله هایی با شکل تقریباً مدور و متقارن و قطری بین چند میلی متر تا چند سانتی متر است که بر سطح رخنمون های سنگ های آهک آسماری در بیشتر مناطق تاقدیس خاویز یافت می شود.

پ- تریت کارن<sup>۴</sup>: این نوع کارن به صورت پله مانند می باشد و عمل انحلال در سطوح شیب دار سنگ آهک آسماری و در امتداد درز و شکست ها آن را به وجود آورده است.

ت- کلوفت کارن<sup>۵</sup>: این نوع کارن، درزها و شکاف های تکتونیکی است که به وسیله عمل انحلال وسیع شده است در دیواره پرتگاه ها که به صورت عمودی است عمل انحلال، کانال ها و شیارهای نسبتاً عمیقی را در سنگ آهک آسماری به وجود آورده است. که آن را کلوفت کارن می گویند و دارای لبه های نسبتاً تیز می باشد.

ث- روند کارن<sup>۶</sup>: در سطح طبقات آهک آسماری عمل انحلال، شیارها و کانال های متعدد و متداخل در یکدیگر به وجود آورده است که آن ها را روند کارن می گوئیم که در نقاط مختلف بام تاقدیس خاویز مشاهده می شوند.

1- Karren (lapie)  
4- Trittkarren

2- Rillenkarrren  
5- Kluftkarrren

3- Rainkarrren  
6- Rundkarrren

### ۳- دولین‌ها<sup>۱</sup>:

بر بام تاقدیس خاویز و در امتداد گسله‌ها و درز و شکست‌ها چاله‌های وسیعی با ابعاد متفاوت حتی تا چند هکتار دیده می‌شود. که بیشتر از نوع انحلالی بوده، بدین ترتیب که آب از درزها و شکاف‌های سنگ عبور کرده و سبب انحلال آن شده و در نتیجه متعاقب بزرگ شدن شکاف‌های سنگ، سطح زمین فرو نشست نموده و چاله‌های بسته بنام دولین را بر بام تاقدیس خاویز به وجود آورده است.

### ۴- دره‌های کارستی<sup>۲</sup>:

از چشم‌اندازهای غالب تاقدیس خاویز، دره‌های کارستی است که در تاقدیس خاویز بر حسب شکل به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند:

الف- دره‌های باریک و عمیق (کانیون)<sup>۳</sup>: این دره‌ها صرفاً منشا کارستی دارند و در آهک آسماری شکل گرفته‌اند. دارای شکل کامل U هستند و بسیار تنگ می‌باشند. دیواره‌های آن‌ها از سنگ‌های یکپارچه و مقاوم تشکیل یافته‌اند.

ب- حوضه‌های محوری: این دره‌ها در محور تاقدیس خاویز شکل گرفته‌اند و زهکشی آن‌ها به صورت مستقل و جدا از هم انجام می‌شود. مکانیسم تشکیل به این صورت بوده که هجوم رواناب اولیه (صرف از نظر مکانیسم شکل‌گیری آن) در امتداد درز و شکست‌ها و سطوح لایه‌بندی شروع به بریدن سقف سخت تاقدیس نموده است. بریدن سقف تاقدیس به پیدایش دیواره‌هایی در اطراف شکاف‌های ایجاد شده در آن منجر گردیده است. تداوم این عمل منجر به پیدایش سازند سست زیرین گردیده که اطراف آن‌ها را هاگ‌بگ‌های<sup>۴</sup> آهک آسماری احاطه کرده است.

### ۵- جاماها<sup>۵</sup> و غارها<sup>۶</sup> و آون‌ها<sup>۷</sup>

جاماها مجاری کارستی قائم یا نزدیک به قائمی هستند که به سطح زمین باز می‌شوند. این نوع اشکال در افق‌های دارای درزهای قائم یا سیستم‌های درزی که توسط فرایند کارست عریض شده‌اند به چشم می‌خورند. غارها از دیگر چشم‌اندازهای کارستی هستند که به تعداد بسیار محدود در منطقه مورد مطالعه و در کانیون‌ها و حوضه‌های محوری مشاهده می‌شوند این غارها تحت تاثیر گسله‌ها و درز و شکاف‌هایی که لایه‌ها را قطع می‌کنند شکل گرفته‌اند مانند: غار خاویز، غار نی‌ده. آون‌ها نیز در منطقه مورد مطالعه و به‌ویژه در کانیون‌ها، به همراه جاماها دیده می‌شوند. درون بعضی از این آون‌ها که به صورت میله چاه‌های استوانه‌ای شکل هستند. جریان ریزشی آب پدیده‌های جالب و استثنایی به وجود آورده است.

چشمه‌های کارستی: چشمه‌های کارستی یا محل‌های طبیعی ظهور و تخلیه آب زیر زمینی در تاقدیس خاویز بسیار محدود هستند و تعداد آن‌ها به ۸ عدد می‌رسد که عمدتاً در حوضه‌های محوری وجود دارند. در بین آن‌ها چشمه تنگ تکاب بادبی ۲۸/۸ متر مکعب در ثانیه بالاترین دبی را دارد (اسکانی کزازی، ۱۳۷۴، ص ۵۷).

### عوامل مهم تشکیل و تحول کارست در منطقه مورد مطالعه

تشکیل و تحول کارست در هر منطقه‌ای نیاز به شرایط دارد که این ویژگی‌ها می‌توانند سبب تشکیل و توسعه یا عدم توسعه کارست گردند. در فرایند کارست شدگی در تاقدیس خاویز عوامل زیر تاثیرگذار بوده‌اند:

1- Dolines  
4- Hogback

2- Karst Valleys  
5- Jamas

3- Canyon  
6- Caves

7- Aven

الف- جنس سنگ ب- ساختمان زمین‌شناسی ج- اقلیم د- تکتونیک  
در ارتباط با نقش سنگ‌شناسی باید گفت که این ویژگی در تاقدیس خاويز در دره‌های موجود در قسمت‌های مختلف آن دیده می‌شود.

بدین معنی که هر جا عوامل فرسایش به ویژه آب‌های جاری و رواناب توانسته‌اند خود را به سازندهای سست زیرین (سازند پایده) برسانند، توانسته‌اند دره‌های پهن و عریض و عمیقی به وجود بیاورند (حوضه‌های محوری) و هر جا که نتوانسته‌اند خود را به سازند سست پایده برسانند، دره‌های باریک، عمیق و طویل (کانیون) را در آهک توده‌ای آسماری به وجود آورده‌اند. شرایط فوق در نقشه ۲ (زمین‌شناسی تاقدیس خاويز) و هم چنین نقشه ۱ و تصویر هوایی به وضوح دیده می‌شود. همان‌گونه که در تصویر هوایی مذکور دیده می‌شود در بخشی از یال جنوبی تاقدیس خاويز که در جنوب شرقی تنگ تکاب گسترش یافته چهار دره اصلی به وضوح قابل تشخیص است که در جهت کلی شمالی - جنوبی امتداد یافته‌اند به نحوی که قسمت عمده عرض تاقدیس خاويز را قطع کرده‌اند. در یال شمالی و در جهت مخالف دره‌های مذکور، دره‌های باریک و بسیار کوتاه‌تری ملاحظه می‌شود و در بخش خط الراس تاقدیس جدال فرسایشی بین دره‌های موجود در یال جنوبی و شمالی که در جهت مخالف هم جریان دارند در حال انجام است. این جدال در دراز مدت به آنجا ختم می‌شود که چهار دره موجود در یال جنوبی مانند کلوز تنگ تکاب دو یال تاقدیس را بریده و هر کدام به یک کلوز تبدیل می‌شوند. سوالی که در اینجا مطرح می‌شود این است که دلیل به مراتب بیشتر بودن عرض یال جنوبی تاقدیس نسبت به یال شمالی آن و یا به عبارت دیگر طول بیشتر چهار دره موجود بر یال جنوبی به چه دلیل است؟ دلیل این امر بدانجا بر می‌گردد که شکل زاپی تاقدیس خاويز بر اثر عملکرد تکتونیکی به گونه‌ای بوده که از ابتدا تاقدیس خاويز به صورت یک تاقدیس نامتقارن شکل گرفته است و عرض یال جنوبی به مراتب بیشتر از یال شمالی بوده است. هم‌زمان با آن شیب یال جنوبی نیز به مراتب کمتر از یال شمالی بوده است. عوامل فوق باعث شده‌اند که گسترش طولی دره‌های یال جنوبی به مراتب بیشتر از گسترش طولی دره‌هایی باشند که بر روی یال شمالی تشکیل شده‌اند.

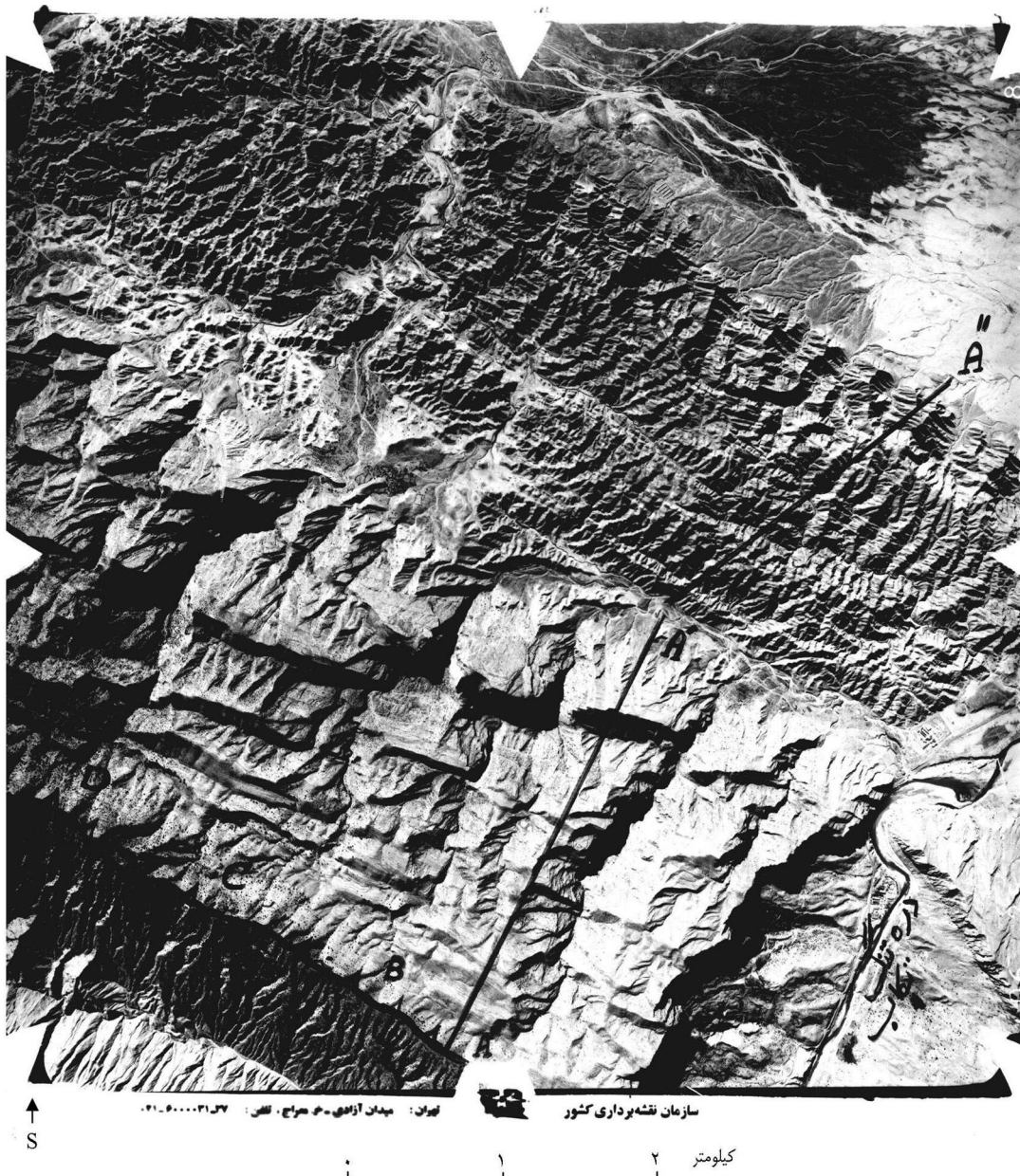
درباره‌ی اقلیم باید گفت، با توجه به اقلیم نیمه بیابانی حاکم بر تاقدیس خاويز که در بخش اقلیم شرح داده شد و همچنین تخریب اشکال کارست که در قسمت‌های مختلف تاقدیس خاويز و به ویژه در ارتفاعات پایین اتفاق می‌افتد و هم چنین وجود پادگانه‌های آبرفتی در حوضه‌های محوری اشکال کارستی موجود در منطقه در آب و هوایی که به مراتب مرطوب‌تر از امروز بوده است به وجود آمده‌اند (دوره‌های یخچالی و بین یخچالی، محمودی ۱۳۶۷، ص ۳۶).

### تاثیر تکتونیک بر کارست‌شدگی در تاقدیس خاويز :

تاثیر تکتونیک بر پدیده کارست‌شدگی مبحث مهمی است که در مطالعات پهنه‌های کارستی باید بدان توجه ویژه‌ای نمود. این اهمیت تا بدان پایه است که همان‌گونه که در مقدمه ذکر گردید، میلانوویچ (۱۹۸۱) و فورد و ویلیامز (۱۹۸۹) معتقدند که عمل انحلال و به وجود آمدن پدیده‌های کارستی به وسیله ساختارها کنترل می‌شوند.

به همین منظور و برای تعیین این رابطه در تاقدیس خاويز به بررسی و مقایسه امتداد گسله‌های موجود در تاقدیس خاويز و امتداد چاله‌های انحلالی (فرو چاله‌ها) و همچنین مقایسه امتداد گسله‌ها و امتداد محور طویل حوضه‌های محوری اقدام شد که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم.





تصویر شماره ۱ - بخشی از تاقدیس خاویز در شرق کلوز تنگ تکاب

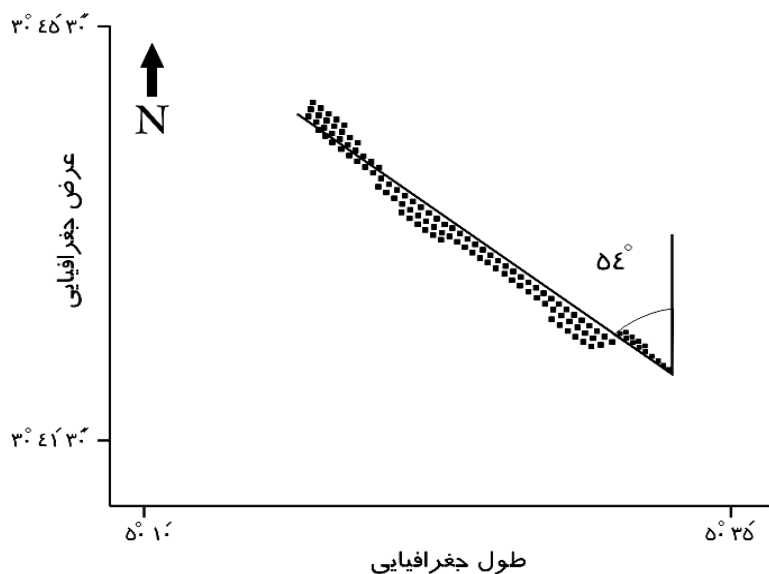
### الف- مقایسه امتداد فرو چاله‌ها و گسله‌ها در تاقدیس خاويز

به منظور تعیین این رابطه در تاقدیس خاويز ابتدا از طریق نقشه و عکس‌های هوایی و سپس بازدیدهای میدانی به شناسایی فروچاله‌ها (در این مقاله تمامی چاله‌های انحلالی اعم از دولین، اوولا، جاما به منزله فروچاله در نظر گرفته شده است) اقدام و سپس موقعیت آن‌ها روی نقشه مشخص گردید. علاوه بر آن موقعیت قطر بزرگ آن‌ها نیز از طریق قطب نما تعیین و ثبت شد که نمودار ۱ بیانگر موقعیت و امتداد کلی فرو چاله‌ها و نمودار ۲ امتداد محور طویل آن‌ها را نشان می‌دهد. به منظور تعیین روند کلی گسل‌های منطقه و مقایسه آن با روند فرو چاله‌ها امتداد همه گسل‌های موجود در تاقدیس خاويز تعیین و دیاگرام امتداد آن‌ها رسم و امتدادهای غالب مشخص گردید (نمودار ۳).

همان‌گونه که در نمودار ۱ ملاحظه می‌شود الگوی پراکندگی فروچاله‌ها در منطقه منظم بوده و امتداد کلی آن‌ها با امتداد کلی گسله‌ها (نمودار ۳) مطابقت دارد. ضمن این که امتداد غالب گسله‌های منطقه N55W است و امتدادهای غالب محور طویل فرو چاله‌ها ۶۰W تا N5۰ می‌باشد (نمودار ۳ و ۲) و ملاحظه می‌شود که امتداد گسل‌ها و فروچاله‌ها با اختلاف ۵ درجه بیشتر یا کمتر بر هم منطبق است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که الگوی کلی فروچاله‌ها و همچنین روند محور طویل آن‌ها تحت کنترل ساختار منطقه می‌باشد و عوامل ساختاری در تشکیل و تحول آن‌ها نقش عمده داشته و دارد.

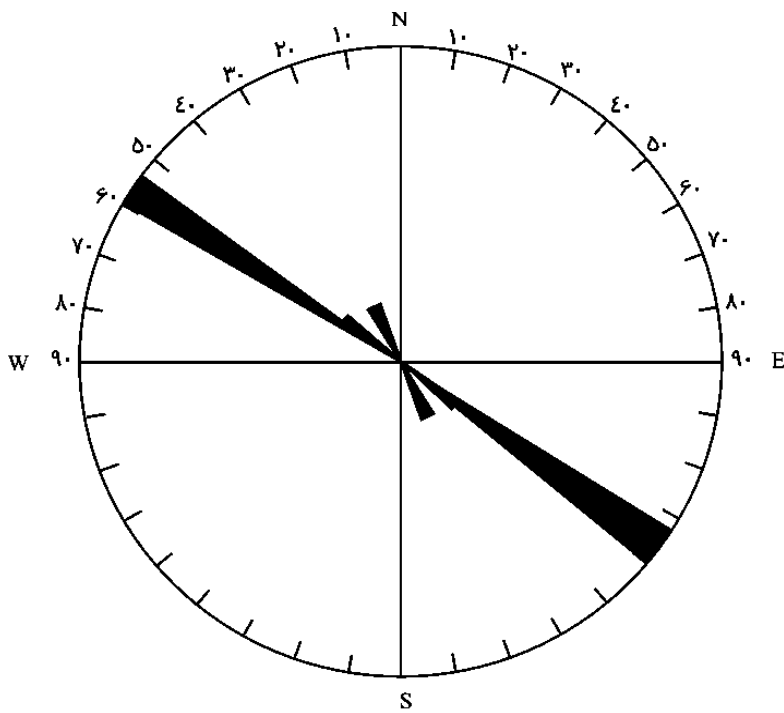
### ب- مقایسه امتداد محور طویل حوضه‌های محوری و گسله‌ها در تاقدیس خاويز

برای نیل بدین منظور ابتدا موقعیت حوضه‌های محوری روی نقشه مشخص گردید (جهت و امتداد حداکثر بازشدگی دهانه حوضه‌های محوری به عنوان محور طویل حوضه‌ها در نظر گرفته شده است). سپس موقعیت محور طولی آن‌ها نیز تعیین و ضمن بازدیدهای میدانی، موقعیت آن‌ها به وسیله قطب‌نما اندازه‌گیری



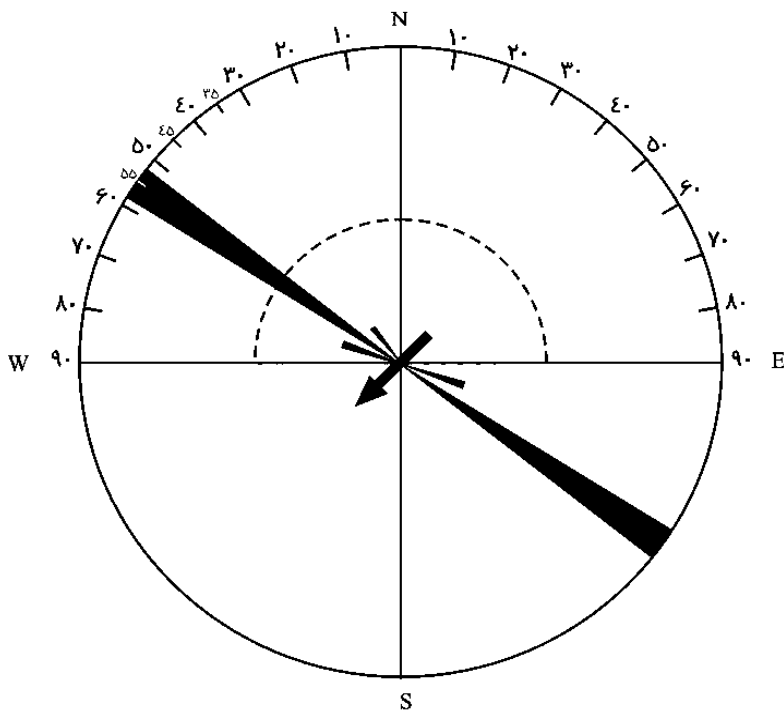
نمودار ۱. امتداد کلی فروچاله‌های تاقدیس خاويز

ترسیم: غ. حسین اسکانی



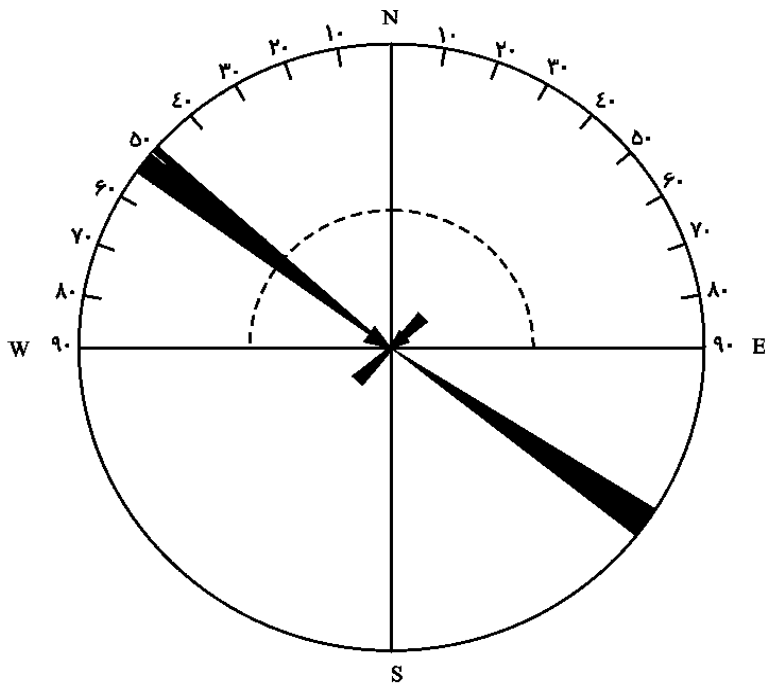
نمودار ۲- دیاگرام گل سرخی امتداد محور طویل فروچاله های منطقه

ترسیم : غ . حسین اسکانی



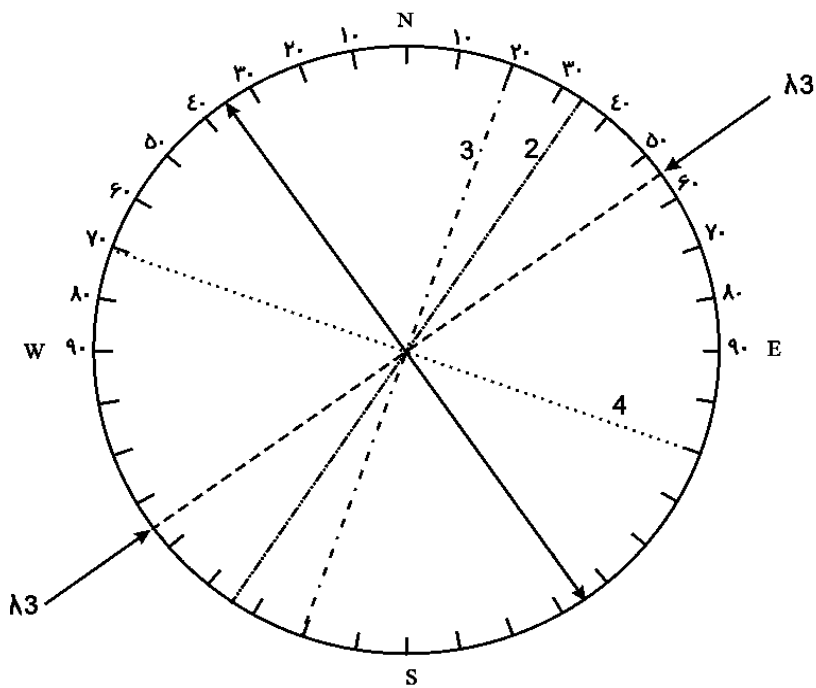
نمودار ۳- دیاگرام گل سرخی امتداد گسله ها در تاقدیس خاویز

ترسیم : غ . حسین اسکانی



نمودار ۴- امتداد محور طویل حوضه های محوری در تاقدیس خاویز

ترسیم : غ . حسین اسکانی



نمودار ۵- رابطه جهت محور کوتاه شدگی اصلی و دسته های درزه

ترسیم : غ . حسین اسکانی

جدول ۱- نتایج محاسبات شاخص‌های مرفوتکتوتیکی در منطقه تاقدیس خاویز (بهبهان) منطقه خورموج و مقایسه آن‌ها با مقادیر مناطق فعال و غیر فعال

| شاخص مرفوتکتوتیکی | مقدار محاسبه شده  |           | برای مناطق |         | مأخذ               |
|-------------------|-------------------|-----------|------------|---------|--------------------|
|                   | در خاویز (بهبهان) | در خورموج | فعال       | غیرفعال |                    |
| S                 | ۱/۰۴              | ۳/۲۷      | ۱          | ۳       | راکول و کیلر ۱۹۸۴  |
| F                 | % ۷۶              | % ۴۷      | % ۶۹       | % ۳۴    | ولز و لایورد ۱۹۸۷  |
| Fd                | % ۶۸              | % ۸۳      | % ۶۳       | % ۹۲    | ولز و لایورد ۱۹۸۷  |
| Fid               | % ۵۵              | % ۹۵      | % ۵۰       | % ۸۹    | ولز و لایورد ۱۹۸۷  |
| Vf                | ۱۰۸               | ۴/۷۴      | ۱۰۵        | ۴/۷     | بال و مک فادن ۱۹۷۷ |
| K                 | ۰/۳۷۵             | ۰/۳۱۰     | /۳۳۴       | /۱۹۹    | ولز و لایورد ۱۹۸۷  |

شد که از هفت حوضه محوری موجود به استثنای تنگ علمدار و تنگ شیخ که دارای محور طولی ۶۰E تا N65 می‌باشند، بقیه دارای موقعیت N55W هستند و این موقعیت در نمودار ۴ ملاحظه می‌شود با مقایسه نمودار ۳ و ۴ در می‌یابیم که امتداد محور طولی حوضه‌های محوری (باستثنای تنگ علمدار و تنگ شیخ در بخش شرقی تاقدیس) با امتداد گسله‌های غالب منطقه منطبق است و حوضه‌های علمدار و تنگ شیخ نیز با موقعیت ۶۰E تا N65 با موقعیت گسله‌های موجود در مجاورت آن‌ها با موقعیت ۶۰E تا N65 همخوانی داشته و منطبق هستند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که روند تحول و فرسایش پس رونده در حوضه‌های محوری (عقب نشینی پرتگاه‌ها) در تاقدیس خاویز، نیز تحت کنترل ساختار منطقه می‌باشد و می‌توان گفت عوامل ساختاری در تحول آن‌ها نقش عمده دارد.

### ج- بررسی ارتباط درزه‌ها و کارست‌شدگی در تاقدیس خاویز

به منظور شناخت نقش درزه‌ها در کارست‌شدگی در تاقدیس خاویز (بربریان و قریشی، ۱۳۶۷، صص ۵-۷) در این رابطه ۷ ایستگاه که مهم‌ترین پدیده‌های کارستی از جمله حوضه‌های محوری و فروچاله‌ها در آن واقع هستند تعیین گردید و برداشت درزه‌ها ضمن بازدیدهای میدانی انجام شد. پس از بررسی‌ها، چهار دسته درزه اصلی در منطقه مشاهده گردید که امتداد آن‌ها به صورت N20E و N70W درزه‌های برشی و دسته‌های N35E و N55W درزه‌های کششی هستند. نمودار ۵ رابطه جهت نیروهای فشاری اصلی و دسته درزه‌های مختلف را نشان می‌دهد. ضمن این‌که راستای درزه‌های کششی N55W با راستای محور طولی فروچاله‌ها و حوضه‌های محوری نیز مطابقت و هم‌خوانی دارد و این به معنای این است که درزه‌های کششی نقش اصلی را در تشکیل فروچاله‌ها و توسعه و تحول حوضه‌های محوری دارند. شیب اکثر درزه‌ها زیاد است که نشانگر اهمیت درزه‌های تقریباً قائم در تشکیل و تحول پدیده‌های کارستی است. زیرا که این درزه‌ها به راحتی آب‌های سطحی را در زمین فرو برده و به مجاری کارستی زیر زمینی انتقال می‌دهند. این‌گونه درزه‌ها در اثر انحلال به کارن‌های خطی تبدیل می‌شوند که در تاقدیس خاویز به وفور یافت می‌شوند و در امتداد درز و شکاف سنگ‌ها به وجود می‌آیند.

### مورفوتکتونیک منطقه مورد مطالعه

برای روشن شدن این موضوع که آیا پدیده کارستی شدن در تاقدیس خاویز هم‌چنان تحت تاثیر تکتونیک فعال قرار دارد یا نه، وضعیت منطقه از نظر تکتونیک فعال با استفاده از پارامترهای مورفوتکتونیک که در مطالعه فعالیت‌های تکتونیک به کار می‌روند بررسی شد. در این رابطه شش پارامتر تکتونیکی که در مطالعه این گونه مناطق به کار می‌رود و توسط ولز و بولارد<sup>۱</sup> (۱۹۸۷)، شپرد<sup>۲</sup> (۱۹۷۹) و بال و مک فادن<sup>۳</sup> (۱۹۷۸) ارائه شده‌اند مورد استفاده قرار گرفت که عبارتند از: نسبت پهنا به ارتفاع (VF)، تعقر پروفیل رودخانه (k)، مقدار سینوسی جبهه‌های کوهستانی (S)، درصد رخ پریده شده (FID)، درصد جبهه‌های کوهستانی بریده شده (FD) و درصد رخ‌دار شدن جبهه‌های کوهستانی (F)، که تمامی این شاخص‌ها برای منطقه مورد مطالعه از طریق نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ محاسبه گردید. سپس با پارامترهای مربوط به خورموج (استان بوشهر) که از نظر تکتونیکی فعال نیست (رضایی و زمانی ۱۳۷۷ ص ۵۵۰) مقایسه گردید. جدول ۱ نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

تخلخل اولیه و ثانویه سنگ‌های آهکی آسماری و نیز اقلیم مرطوب دوره‌های بارانی منطبق بر ادوار یخچالی پلیستوسن موجب ایجاد مراحل مختلف چرخه ژئومرفیک کارست در تاقدیس خاویز شده است. مطالعات موردی همه مراحل سیکل کارست را در تاقدیس خاویز نشان می‌دهد. مرحله جوانی چرخه ژئومرفیک با انحلال‌های اولیه از قبیل پیدایش کارن‌ها و تشکیل زهکشی سطحی در روی سنگ آهکی آسماری مشخص می‌شود. مثال‌های این مرحله از چرخه کارست در حوضه‌های محوری تاقدیس خاویز مشاهده می‌شود. دولین‌های وسیع و چاله‌های پهن بر بام تاقدیس خاویز نمونه‌هایی از مرحله بلوغ چرخه ژئومرفیک کارست است، از دیگر پدیده‌های کارستی در مرحله بلوغ می‌توان به غارها اشاره کرد. اگرچه این غارها در حال حاضر خشک هستند ولی شواهدی مثل سنگ چکه‌ها (غار آب کنارون) و رسوبات بر جای مانده (غار بدیل) شواهدی دال بر انحلال آهک در یک محیط مرطوبتر است. مرحله پیری یا آخرین مرحله چرخه ژئومرفیک کارست، با پدیده‌هایی از قبیل کانیون‌ها و چشمه‌های کارستی مشخص می‌شود، در این مرحله سقف غارها بر اثر توسعه انحلال ریزش نموده است و چشمه‌های کارستی به صورت جویبارهای سطحی ظاهر می‌شوند. فرو ریختن سقف غارها و دیگر مجاری زیرزمینی همراه با عواملی از قبیل خوردگی آب و فرسایش رودخانه‌ای موجب تشکیل کانیون‌ها در تاقدیس خاویز به ویژه در دامنه جنوبی شده است. دیواره‌های بلند و عمودی این دره‌ها از تاثیرپذیری آسان سنگ آهک در برابر عوامل فرسایش حکایت می‌کند.

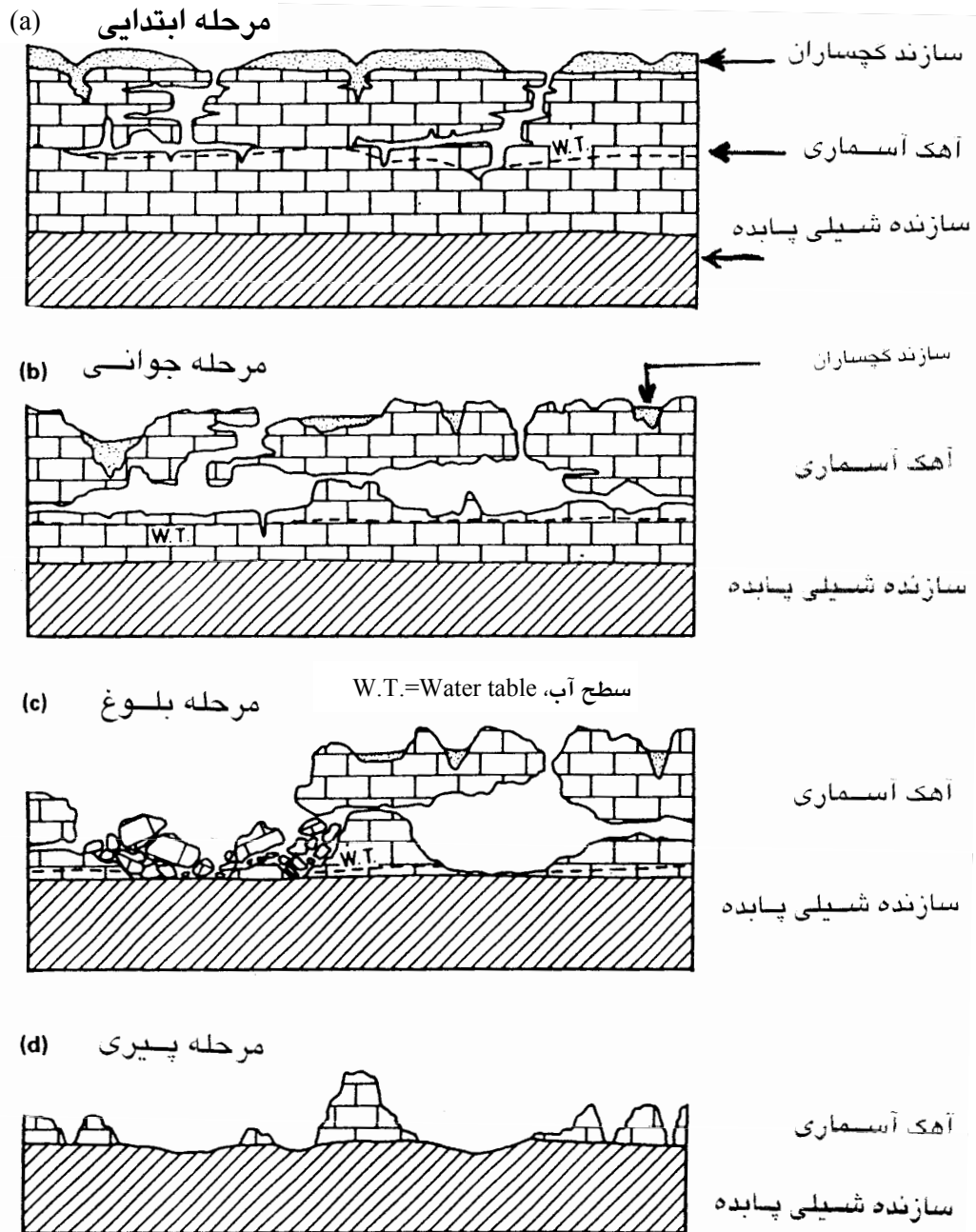
در راستای چرخه فرسایش کارست که به وسیله «سوی چیک»<sup>۴</sup> مبتکر و خالق اصطلاحات کارست در سال ۱۹۱۸ در کشور یوگسلاوی مطرح شده است (سمال<sup>۵</sup> ۱۹۸۷ به شکل ۱ مراجعه کنید) باید گفت که پدیده فرسایش کارست در تاقدیس خاویز روی هم رفته در مرحله جوانی قرار دارد. در بعضی مکان‌ها از جمله در حوضه‌های محوری و یا در تنگ‌ها به ویژه در تنگ تکاب که فرسایش کارست و آب‌های روان سنگ آهک آسماری را حمل کرده است و سازند زیرین یعنی سازند پایده رخنمون پیدا کرده است، می‌توان از مرحله بلوغ<sup>۶</sup> کارست شدگی<sup>۷</sup> صحبت کرد. ضمن این که باید گفت تمامی مراحل فرسایش کارستی در کنترل ساختار زمین‌شناسی می‌باشد.

1- Wells & Bullard  
5- Smal

2- Shepherd  
6- Maturity

3- Ball & Mc. Fadden  
7- Karstifiction

4- Cvigic



شکل ۱

چرخه فرسایشی کارست در تاقدیس خاویز با توجه به دیدگاه سویجینگ (نقل در اسمال ۱۹۷۸)

## منابع:

- ۱- اسکانی کزازی، غلامحسین، ۱۳۷۴، توان های طبیعی بهبهان در راستای برنامه ریزی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، صص ۱۲۴-۱۲۲.
- ۲- اوبرلندر، تئودور ۱۳۷۹، رودخانه های زاگرس از دیدگاه مورفولوژی، ترجمه معصومه رجیبی و دیگران، تبریز انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- بربریان و قریشی ۱۳۷۶، بررسی و گزارش لرزه خیزی پهنه بهبهان و تشان، تهران، دفتر مطالعات طرح مارون (وزارت نیرو).
- ۴- ثروتی، محمدرضا ۱۳۸۱، ژئومورفولوژی منطقه ای ایران، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۵- رضایی، محمد تقی و احمد زمانی ۱۳۷۷، ارتباط سیستم ساختاری و کارست شدگی در ناحیه شمال اردکان فارس، دومین همایش جهانی منابع آب در سازندهای کارستی (مجموعه مقالات).
- ۶- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، عکس های هوایی ۱:۵۵۰۰۰.
- ۷- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۸- سازمان نقشه برداری کشور، عکس های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰.
- ۹- سازمان هواشناسی و وزارت نیرو، داده های هواشناسی سال های ۱۳۷۰ - ۱۳۵۰.
- ۱۰- عطار زاده ۱۳۶۲، علائم و شکل ظاهری کارست، کنفرانس های علمی و آموزشی (۳) کنفرانس مطالعات منابع آب در تشکیلات کارستی صص ۱۴۶-۱۴۱.
- ۱۱- علیجانی، بهلول ۱۳۷۱، مبانی آب و هواشناسی، چاپ اول، تهران انتشارات سمت، ص ۴۸۸.
- ۱۲- مطیعی، همایون ۱۳۷۲، زمین شناسی ایران (چینه شناسی زاگرس) تهران انتشارات سازمان زمین شناسی.
- ۱۳- وزارت نفت، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰.
- ۱۴- وزارت نفت نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰. بهبهان.
- ۱۵- وزارت نفت نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰.
- 16- Ball, W.B & Mc Fadden, L. D (1978), Tectonic geomorphology north and south of the garlock fault, california, geomorphology symposium. state university of Newyork, Binghamton ,pp,115\_138
- 17- Milanovic, P. (1981) - Karst hydrology WRP, Colorado. U. S. A. 434 P
- 18- Shepherd. R. (1979) River channel and stream capture, sandy creek draining , centarl texas Geo, symp., state university of New York. binghamton, pp. 225-276.
- 19- Wells. S., G. Bullard, T.F. (1987) Regional Variations in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate coast at Costarica geomorphology Elsevier science publishers,Amsterdam