

بالتر آمد، به طرف حوض مره بازمی‌گردد و سرریز این دو حوض، به دریاچه نمک تخلیه می‌شود. مشاهدات صحرائی کریسلی (۱۹۷۰)، نشان می‌دهد که از مرکز دریاچه به خارج دو پهنه جداگانه قابل شناسایی است. یکی مرکز دریاچه که حدود ۲۴ درصد از مساحت آن را زیر پوشش دارد و با پوسته نمکی پوشیده شده است. دوم، زون مرطوب که ۷۶ درصد بقیه را تشکیل می‌دهد که به زون گیاهان ریشه بلند به پهنای ۲۰ متر می‌رسد. پوسته نمکی با ۵ سانتیمتر ضخامت، شامل نوارهای هم‌مرکز سفید و خاکستری است و در زیر آن سیلت‌های رسی و خاکستری رنگ مرطوب قرار دارد. این زون (پوسته نمکی) به طور فصلی با آب پوشیده می‌شود، ولی مناطق مرکزی آن ممکن است در تمام سال، آبدار باشد. مطالعات انجام شده در زون مرطوب نشان داده که میزان رس موجود در نمونه‌ها، ۳۵ تا ۴۵ درصد است که ۱۰ تا ۹۰ درصد کانی‌ها، کائولینیت است. در پشته‌های شن و ماسه‌ای زون گیاهان با ریشه بلند، چند خط داغ آب وجود دارد که به سمت سراشیبی تا ارتفاع ۸۲۶ متر ادامه دارد.

اختلاف ارتفاع بین پست‌ترین و بلندترین خط داغ آب ۲۰ متر است. پیشروی وسیع مخروط‌افکنه‌ها در پهنای زون مرطوب و روی پوسته نمکی نشانگر آن است که روان‌آب سطحی بیش از گذشته است و تغییر آب و هوایی به سوی دوره مرطوب‌تر از گذشته، پیش می‌رود. مطالعات معتمد و همکاران (۱۳۵۶) نشان داده است که رسوبات حوض سلطان بیشتر از نوع گچ و نمک، مارن و رس است. بررسی‌های لرزه‌نگاری و حفاری نیز نشان داده که نمک تا عمق ۴۶ متر وجود دارد. این نمک، به صورت ۵ لایه جدا از هم با ضخامت کل تا ۲۰ متر است که با رس‌های قهوه‌ای تا خاکستری از یکدیگر جدا می‌شوند.

#### دریاچه زریوار (زره‌وار)

دریاچه زریوار در ۸ کیلومتری باختر مریوان قرار دارد و از دریاچه‌های آب شیرین کوهستانی است که در ارتفاع ۸۱۸ متر از سطح دریا قرار دارد و حدود ۲۰۰ متر پایین‌تر از شهر مریوان است.

بیشترین درازای زیریوار ۵ کیلومتر و میانگین پهنای آن ۱/۷ کیلومتر است. این دریاچه با وسعت حدود ۸/۵ کیلومترمربع، در یک فرونشست محلی به نسبت باریک در پهنه سنندج - سیرجان تشکیل شده که دو سوی خاوری و باختری آن، به گسل طولی شمال باختری - جنوب خاوری محدود است. احتمال می‌رود که دو گسل یاد شده در تشکیل و تکوین این دریاچه نقش داشته باشند. وسعت حوضه آبریز این دریاچه، حدود ۵۰۰ کیلومترمربع و بیشینه ژرفای آن حدود ۵۰ متر است. رود چم‌زریوار همراه با آبراهه‌های دیگر و به ویژه چشمه‌های دریاچه‌ای تأمین کننده اصلی آب این دریاچه هستند. مهم آنکه رود مریوان از این دریاچه سرچشمه می‌گیرد. سن‌سنجی نمونه‌های این دریاچه به روش کربن ۱۴ و مطالعات گرده‌شناسی، نشان داده که این دریاچه بیش از ۲۰۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح (پلیستوسن) و در شرایط آب و هوای سرد تشکیل شده است (بوتما، ۱۹۷۷).

#### باتلاق گاوخونی (گاوخانی)

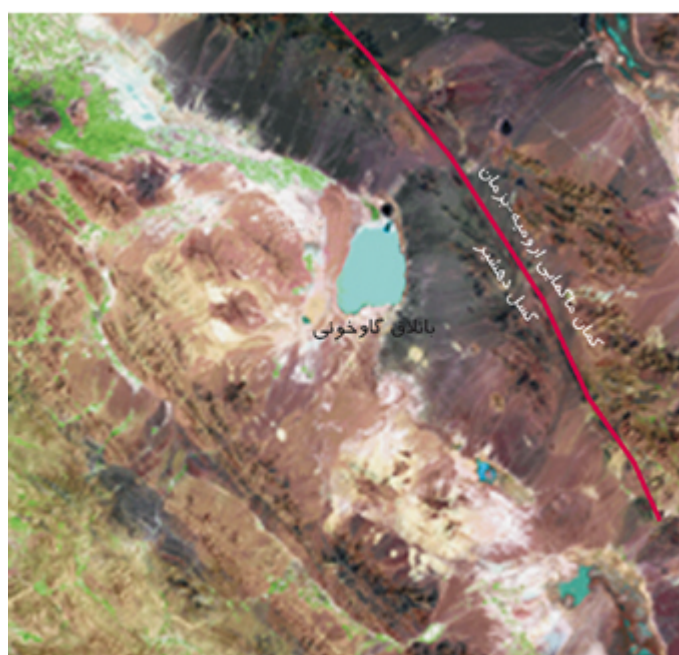
باتلاق گاوخانی (چاه بزرگ) که به گاوخونی مشهور است در حدود ۶۰ کیلومتری جنوب اصفهان قرار گرفته است. وسعت آن نزدیک به ۲۸۰ کیلومترمربع است که در ارتفاع ۱۴۷۰ متری از سطح دریاهای آزاد قرار دارد. پیرامون این باتلاق را تا فواصل زیاد، دشت‌های آبرفتی و یا تپه ماهورهای کم ارتفاع تشکیل داده‌اند که بیشینه ارتفاع آنها از ۲۲۰ متر تجاوز نمی‌کند. زاینده‌رود که از کوه‌های زردکوه سرچشمه می‌گیرد، تغذیه کننده اصلی این باتلاق است. تعدادی رود و آبراهه فصلی نیز در آبرسانی به این باتلاق شرکت دارند که در بیشتر ایام سال خشک هستند. به همین دلیل، گستره این باتلاق در فصل‌های مختلف سال متغیر است. از نظر ریخت‌شناسی، باتلاق و حاشیه آن، دارای ریخت‌های متفاوت زیر است.

× بخش آبدار که بیشترین سطح این باتلاق را زیر پوشش دارد.

× بخش کرانه‌ای که نیمه‌خشک یا خشک بوده و زیر پوشش کفه‌های رسی و رسوبات تبخیری هستند.

× گستره زیر پوشش تلماسه‌ها در شمال باختری باتلاق. باتلاق گاوخونی بخشی از یک فرونشست ناپیوسته زمین‌ساختی است که از دریاچه وان در ترکیه آغاز و پس از عبور از دریاچه ارومیه، دریاچه توزگل اراک به مرداب گاوخونی می‌رسد و به سمت جنوب باختری تا کفه سیرجان و فروافتادگی جازموریان و حتی فروافتادگی ماشکل در پاکستان ادامه می‌یابد. این گودال‌ها، در واقع نوعی فروافتادگی بیش کمانی هستند که در شکل‌گیری آنها گسل‌های پرشیب نقش اساسی دارند. (شکل

۴-۱۰)



شکل ۴-۱۰- تصویر ماهواره‌ای باتلاق گاوخونی

## دریاچه گَهر

در دامنه جنوبی اشتران کوه، دو دریاچه آب شیرین به نام گَهر بالا و گَهر پایین وجود دارد که از یکدیگر حدود ۱۰۰ متر فاصله دارند. دریاچه پایینی بزرگ‌تر از بالایی است و فاصله خطی دو دریاچه، حدود ۱۶۰۰ متر است. سطح دریاچه گَهر در ارتفاع ۲۳۰۰ متری است و از شهرهای دورود، ازنا به ترتیب ۸۵۰ و ۴۳۰ متر بالاتر است. درازای گَهر حدود ۲۱۰۰ متر و میانگین پهنای آن ۳۵۵ متر و مساحت آن حدود ۰/۷۵ کیلومترمربع است (نبوی، ۱۳۶۴). اصلی‌ترین گستره حوضه آبریز دریاچه، پهلو جنوبی اشتران کوه یعنی «برآفتاب» با حدود ۴۵ کیلومترمربع وسعت است. آب دریاچه محدود به آب‌های سطحی نیست و به نظر می‌رسد که بخشی از آب دریاچه، از چشمه‌های کف تأمین می‌شود. دریاچه گَهر در دره‌ای به همین نام در پشت اشتران کوه شکل گرفته است در محل دریاچه توده بزرگی از خاک و سنگ وجود دارد که چون سدی طبیعی در جلوی آبراهه‌های بالادره را گرفته و در نتیجه دریاچه به وجود آمده است. بنابراین، بنیاد دریاچه را همین توده فروریخته و جنبش گسل‌های گَهر و دورود تشکیل می‌دهد. زمان تشکیل این دریاچه دانسته نیست و نیاز به مطالعه دارد.

## دریاچه مهارلو

دریاچه مهارلو در حدود ۱۸ کیلومتری جنوب خاوری شیراز قرار دارد. ارتفاع این دریاچه، ۱۴۶۰ متر از سطح دریا و بیشینه ژرفای آن ۳ مترگودی است. به همین دلیل میزان تبخیر بالاست و بخشی از بستر آن را لایه‌ای از نمک می‌پوشاند و فقط در بخش‌های شمالی و مرکزی آن، آن هم با ژرفای خیلی کم (حداکثر ۵۰ سانتیمتر) و شوری زیاد، آب وجود دارد. تأمین کننده اصلی آب این دریاچه رودها و آبراهه‌هایی هستند که از شمال باختری و جنوب خاوری در آن تخلیه می‌شوند. مساحت آن در فصول مختلف متفاوت و تابع بارش‌های جوی است. جدا از تبخیر زیاد، نهشته‌های گچی سازند ساچون و دو گنبد نمکی واقع در خاور این دریاچه، در شوری بی‌اندازه آن تأثیر به‌سزایی دارند.

دریاچه مهارلو در یک فرونشست ناودیس مانند با روند شمال باختری - جنوب خاوری، شکل گرفته که گسل جوان و لرزه‌ای سروستان از آن می‌گذرد. به نظر می‌رسد که حرکات این گسل به ویژه از زمان پلیستوسن پسین به بعد، موجب تشکیل این فرونشست ناودیس گونه شده باشد.

به باور کرینسلی (۱۹۷۰) به دلیل نبود سواحل کهن یا پادگانه‌های بلند، امکان وجود دریاچه‌ای در زمان پیش از پلیستوسن کم است و اگر دریاچه‌ای هم وجود داشته، در نقاطی بوده که امروزه در حاشیه دریاچه فعلی قرار می‌گیرد. آب این دریاچه از نوع کلریدسدیم - منیزیم، سولفات سدیم ( $\text{NaCl}$ ،  $\text{MgCl}_2$ ،  $\text{SO}_4$   $2\text{Na}$ ) است و از نمک این دریاچه برای صنایع پتروشیمی استفاده می‌شود. در ضمن بالابودن پتاسیم و به ویژه منیزیم در شورابه‌های دریاچه مهارلو، امکان استحصال اقتصادی نمک‌های منیزیم به عنوان فرآورده اصلی و پتاسیم به عنوان محصول فرعی را امکان‌پذیر نشان می‌دهد (وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۱).

#### دریاچه نمک

از این دریاچه به نام‌های دیگری همچون دریاچه نمک کاشان، دریاچه نمک قم، دریاچه قم، دریاچه آران و دریاچه مسیله، یاد می‌شود و نام دریاچه نمک بیشتر به کار می‌رود. انتخاب این نام به دلیل شوری بسیار زیاد دریاچه است به طوری که در فصل تابستان قطعات نمک بر روی آن شناور می‌شود. (شکل ۱۰-۵ و شکل ۱۰-۶)

این دریاچه، با درازای ۸۰ و پهنای ۳۰ کیلومتر، یک فرونشست زمین‌ساختی است که در ارتفاع حدود ۷۹۵ متر از سطح دریای آزاد تشکیل شده و فاصله آن تا قم حدود ۶۲ کیلومتر است. وسعت و شکل این دریاچه، متناسب با آب‌های تغذیه کننده و میزان بارندگی، تغییرات زیاد دارد و وسعت آن همراه با کفه‌های گلی پیرامون، حدود ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر مربع است. ولی با توجه به شکل و ریخت‌شناسی پیرامون، به نظر می‌رسد در زمان پلیوسن، دریاچه نمک وسعت بیشتری داشته و به

احتمال گودی‌های پیرامون اشتهارد، ساوه، ایوانکی قم و کاشان را احاطه می‌کرد. بیش از ۲۵۰ متر از رسوبات سخت نشدهٔ زمان کواترنر در این دریاچه نهشته شده است که نشانگر زمان کواترنر پیشین تا زمان حال هستند (حفاری‌های شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۶۰). دریاچهٔ نمک در یک فرونشست کم ژرفای زمین‌ساختی تشکیل شده که پیرامون آن تعدادی گسل‌های اصلی و فرعی وجود دارد که بعضی از آنها مانند گسل‌های مرنجاب، راوند (بخشی از گسل کوشک نصرت - زفره)، سیاه‌کوه و دوازده امام، از گسله‌های جوان و فعال کواترنر به شمار می‌روند. این مجموعهٔ گسل‌ها که دو روند متفاوت دارند دریاچه را دربر گرفته تا در تشکیل دریاچه نقش داشته باشند.



شکل ۱۰-۵- دریاچه کهریز بالا و پایین در لشتراکوه (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)



شکل ۱۰-۶- تصویر ماهواره‌ای دریاچه نمک و دریاچه حوض سلطان

### دریاچه دریاچه هامون

دریاچه هامون با حدود ۱۸۰۰ کیلومترمربع وسعت، بزرگ‌ترین حوضه دریاچه‌ای خاور ایران است که از سه حوضچه اصلی یوزک، صابری و هیرمند تشکیل شده که در فصول کم باران و در زمان بادهای ۱۲۰ روزه از هم جدا و در زمان‌های پرباران، دریاچه واحدی را تشکیل می‌دهند. هیرمند در ایران، و بخشی از صابری در افغانستان است. رودها و آبراهه‌های زیادی به این دریاچه و باتلاق‌های اطراف آن تخلیه می‌شود که از میان آنها، رود هیرمند بیشترین آبدهی را دارد. از نگاه ریخت‌شناسی، دریاچه‌ها از سه بخش تشکیل شده‌اند:

× دریاچه‌های دائمی، که بیشترین سطح را با ژرفای بیشینه حدود ۱۱ متر دارد.

× دریاچه‌های فصلی، که بصورت نوار به نسبت باریکی پیرامون دریاچه‌های دائمی قرار دارند.

× کفه‌های گلی و باتلاق‌ها، که بیشتر در حاشیه خاوری و جنوب خاوری دریاچه‌ها توسعه دارند.

از دیدگاه زمین‌شناسی، دریاچه یا مجموعه دریاچه‌های هامون بخشی از بلوک ساختاری هیلمند (هلمند) افغانستان دانسته شده که در خاور گسل شمالی - جنوبی هریرود قرار دارد. اما داده‌های منطقه‌ای نشان می‌دهد که دشت زابل بخشی از فرونشست داری‌رود افغانستان است که نقاط پست آن مانند دریاچه‌های هامون، پایانه و محل انباشت بخشی از روان‌آب‌های هندوکش و آبراهه‌های سرچشمه گرفته از خاک ایران است.

### دیگر دریاچه‌های ایران

تعدادی دریاچه به نسبت کوچک، در نقاط مختلف ایران وجود دارد که چندان شناخته شده نیستند و اطلاعات چندانی از آنها در دسترس نیست. دریاچه‌های زیر از آن جمله‌اند:

**دریاچه آب بوندار:** این دریاچه در حدود ۶۰ کیلومتری باختر تا شمال باختری شهرستان دهدز قرار دارد و از جمله دریاچه‌های آب شیرین کوهستانی ایران است که در یک فروافتادگی زمین‌ساختی قرار گرفته و از سطح دریا حدود ۸۵۰ متر بلندی دارد. بیشینه درازای آن ۲ کیلومتر و پهنای میانگین، ۱/۶ کیلومتر است. آب این دریاچه، به طور عمده از چشمه‌های کارستی زیر دریاچه و به مقدار کم از نهرهای کوچکی که در فصول پر باران آب دارند، تأمین می‌شود.

**دریاچه مور زرد زیلایی:** این دریاچه در حدود ۱۸۰ کیلومتری شمال باختری یاسوج و در ارتفاع ۲۱۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد. برمورزرد زیلایی و برم‌دلی‌بو نام‌های دیگر این دریاچه است. به نظر می‌رسد که این دریاچه از انواع کارستی باشد و آب آن از چشمه‌های کارستی و روان‌آب‌های سطحی تأمین شود.

**دریاچه سیران‌گل:** این دریاچه در جنوب دریاچه ارومیه و در کناره باختری جاده ارومیه - مهاباد قرار دارد. فاصله آن از ارومیه ۸۵ کیلومتر است و در ۲۰ کیلومتری شمال خاوری نقده قرار دارد. آب این دریاچه از رودهای فرعی و اغلب فصلی، تأمین می‌شود و به مقدار کمتر، چشمه‌های



زیردریاچه‌ای نیز در این امر مشارکت دارند. بر خلاف دریاچهٔ ارومیه که فوق اشباع از نمک است، این دریاچه از انواع شور می‌باشد.

**دریاچهٔ قوری‌گل:** این دریاچه در ۱۸ کیلومتری شمال باختری بستان‌آباد تبریز قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۹۰ متر است. آب این دریاچه بیشتر از رودها و آبراهه‌های فصلی و سیلابی و به مقدار کمتر از طریق چشمه‌های زیردریاچه تأمین می‌شود و شیرین است.

**دریاچهٔ بزنگان:** این دریاچه در بلندی‌های کپه‌داغ و در ۱۳۰ کیلومتری جادهٔ مشهد - سرخس قرار دارد. مساحت این دریاچهٔ آب شیرین، حدود ۸۰ هکتار و بیشینهٔ عمق آن ۱۲ متر است.

**دریاچهٔ شط‌تمی:** این دریاچه یک دریاچهٔ کوهستانی در کوه‌های زاگرس است که در نزدیکی کوه منار قرار دارد. راه ماشین‌رو ندارد و می‌توان از الیگودرز یا فریدونشهر، ابتدا به روستای دستگرد و بعد به دریاچه رسید. این دریاچه، به احتمال از منشأ چشمه‌های کارستی است و به دلیل قرارگیری در زون راندگی‌ها، ممکن است منشأ زمین‌ساختی داشته باشد.

**دریاچهٔ شورابیل اردبیل:** این دریاچه با مساحت تقریبی ۶۴ کیلومترمربع در جنوب اردبیل قرار دارد و از دریاچه‌های شور است. بستر آن پوشیده از گل و لای و لجن سیاه‌رنگ است و نمک به ضخامت ۵ تا ۸ سانتی‌متر روی آن را می‌پوشاند.

**دریاچه یا برکهٔ نئور اردبیل:** این دریاچه در ۴۸ کیلومتری جنوب خاوری اردبیل به طرف خلخال و در فاصلهٔ ۱۸ کیلومتری خاور جاده، در منطقهٔ کوهستانی قرار دارد. مساحت کل دریاچه در حدود ۲/۱ کیلومترمربع و ژرفای متوسط آن حدود ۳ متر است. در هنگام تابستان، به علت کم‌آبی، به دو دریاچهٔ کوچک و بزرگ تقسیم می‌شود. آب آن شیرین است.

**دریاهای ایران**

## دریای خزر

دریای خزر که در گذشته به نام‌هایی چون خاواینسکی، دریای هیرکانیان، دریای جرجان (گرگان)، بحر مازندران، بحر جرجان، بحر آبسکون و بحر قانیا، نامیده می‌شد بزرگ‌ترین دریاچه روی زمین است. این دریای بسته که در شمال کوهزاد آلپ - هیمالیا قرار گرفته، باقیمانده‌ای از دریای پاراتتیس Paratethys است که بر پایه پژوهش‌های استراخوف و همکاران (۱۹۵۴)، حدود ۱۱۰۰۰ سال پیش، پس از جدایش از دریا‌های سیاه و مدیترانه، مستقل شده است. پاره‌ای از ویژگی‌های خزر عبارتند از:

وسعت: دریای خزر، با وسعتی حدود ۴۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع، ۱۲۰۰ کیلومتر درازا و ۲۲۰ تا ۵۵۰ کیلومتر پهنا دارد و حجم آب آن افزون بر ۷۷۰۰۰۰ کیلومتر مکعب است. گودی این دریا در بخش شمالی، ۱۰ تا ۱۲ متر و در بخش میانی تا ۷۷۰ متر است و گودترین نقطه آن در بخش جنوبی، تا ۱۰۰۰ متر نیز می‌رسد (شکل ۱۰-۷). سطح آب دریاچه در حدود ۲۶ تا ۲۸ متر (بر حسب سال‌های متفاوت) از سطح آب دریا‌های آزاد پایین‌تر است. این دریا از طریق ولگا و همچنین کانال ولگا - دن که مجهز به حوضچه‌های تنظیم سطح آب و برقراری هم ترازوی آب است، به طور غیرمستقیم با دریای بالتیک و دریای سیاه ارتباط دارد.

ریخت‌شناسی: بخش شمالی خزر شیب بسیار ملایم دارد. دو بخش میانی و جنوبی، با یک برجستگی زیرآبی به نام برجستگی سرت Sytt در حد فاصل دماغه باکو و خلیج قره باغ، با امتداد شمال باختر - جنوب خاور از یکدیگر جدا می‌شوند. این برجستگی، ادامه بلندی‌های قفقاز است و ژرفای آب روی آن از ۲۰۰ متر تجاوز نمی‌کند. این برجستگی، مانع جریان آب در سطح دریاچه نیست. حجم آب: بیش از دو سوم حجم آب دریای خزر در بخش جنوبی است. نزدیک به یک سوم از آب در بخش مرکزی و فقط حدود ۰/۱ درصد به بخش شمالی تعلق دارد.

نهشته‌های بستر: به دلیل ناهمگنی ریخت بستر، گسترش رسوب‌های وارده، ناهماهنگ است. سالانه رودهای وارده به ویژه ولگا حدود ۹۰ میلیون تن رسوب را وارد دریاچه می‌کنند که در آنها، سیلت از همه بیشتر است و همراه با دیگر انواع (ماسه، رس کربناتی دانه‌ریز) ستبرای قابل توجهی را تشکیل می‌دهند. ستبرای نهشته‌های نرم بستر دریای خزر را از ۴۰ متر در نقاط شمالی و مرکزی تا حدود ۱۲۰۰ متر در بخش جنوبی برآورد کرده‌اند.

داده‌های موجود نشان می‌دهد که در این دریا، مرز نهشته‌های کم عمق و عمیق به طور کامل از یکدیگر جدا نیست. برای مثال، رسوبات دانه‌درشت به همراه صدف نرم‌تنان، برخلاف دیگر نقاط، تا ژرفای ۳۰۰ متر انتشار دارد. و یا کربنات کلسیم موجود در رسوبات، در نقاط مختلف تغییر می‌کند و مقدار آن هیچ‌گونه ارتباطی به عمق آب ندارد

گل‌فشان‌ها و گریفون‌های خزر: در بخش جنوبی دریای خزر به ویژه در جمهوری آذربایجان و ترکمنستان محدوده‌ی آبی شمال باختری بندرانزلی و در شمال بندرترکمن (منطقه‌ی داشلی‌برون و قزل‌تپه)، به ویژه از دیدگاه‌های نشانه‌های مثبت وجود نفت و گاز درخور توجه‌اند. این گل‌فشان‌ها حدود ۷۰ درصد گل‌فشان‌های دنیا را تشکیل می‌دهند و ابزاری خوب در پی‌جویی‌های نفتی به شمار می‌آیند. در هر حال، باید گفت که به دلیل فوران‌های ناخواسته‌ی هنگام حفاری، می‌توانند مخاطره‌آمیز باشند.

جریان‌های دریایی: در دریای خزر، یک جریان دریایی اصلی چرخشی وجود دارد که حرکتی پاد ساعتگرد دارد. این جریان اصلی به دو جریان فرعی در بخش شمالی، یک جریان فرعی در بخش مرکزی و دو جریان فرعی دیگر در بخش جنوبی تقسیم می‌شود. این جریان‌ها، باعث جا به جایی آب و نهشته‌های سطحی می‌شوند (شکل ۱۰-۸).

دمای آب: دما در تابستان به تقریب در همه جا برابر است، ولی در زمستان، بخش شمالی دریای خزر (دست کم چهارماه) دمای زیر صفر دارد و یخبندان است، در صورتی که در جنوب آن، هیچ‌گاه یخبندان نمی‌شود و متوسط دما  $5/9 +$  درجه سانتیگراد است.

تغییرات سطح آب: شواهد تاریخی نشان داده که سطح آب دریای خزر همیشه در نوسان بوده است. اعداد گزارش شده متفاوت است در مجموع به نظر می‌رسد که بین بالاترین و پایین‌ترین سطح آب، ۹ متر اختلاف وجود داشته است. به دلیل وسعت زیاد، تغییرات سطح آب دریا، بر تغییرات آب و هوایی و حتی پستانداران پیرامون اثرگذار است. بالا آمدن سطح دریا یکی از معضلات نواحی پیرامون دریاچه است. در این مورد، عواملی مانند عملکردهای زمین‌ساختی، بالا آمدن سست کره و یا دیپیرها نمی‌توانند اثرگذار باشند، چرا که این گونه پدیده‌ها در مقیاس میلیون سال عمل می‌کنند. لذا، در بالا آمدن سطح آب باید عوامل کوتاه‌مدت طبیعی (مانند چرخه‌های آب و هوایی، افزایش دمای زمین) و عوامل مصنوعی (جلوگیری از تبخیر در قره‌بُغاز، ورود پساب شهرها، تغییر مسیر رودهای بزرگ به داخل دریاچه) اثر عمده‌تری داشته باشند.

منابع تأمین‌کننده آب خزر: مجموع آبی که سالانه به خزر وارد می‌شود، حدود ۴۵۰ کیلومتر مکعب است که این حجم آب می‌تواند سطح دریا را حدود ۱۲۵ تا ۱۳۵ سانتیمتر بالا ببرد. ولی در حالت عادی، این افزایش حجم با عمل تبخیر جبران می‌شود. بیش از ۹۵ تا ۹۷ درصد آب دریای خزر از رودهای ولگا، آمبا، اورال، کوما، ترک، کورا و حدود ۲ تا ۳ درصد آن از سفیدرود و اترک تأمین می‌شود. مجموع آبی که رودها به خزر می‌ریزند، سالانه حدود ۳۵۰ کیلومتر مکعب است که بیش از ۷۶ درصد، آن سهم رود ولگا است.

پی‌سنگ: دریای خزر ناهمگن و قابل تقسیم به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی است که با گسل‌های اصلی موجود در پی‌سنگ از یکدیگر جدا شده‌اند. پی‌سنگ بخش شمالی از نوع پوسته نیمه‌اقیانوسی - سکوی قاره‌ای پرکامبرین روسیه است که چین‌هایی با روند شمالی - جنوبی دارد.

بخش مرکزی دارای پی‌سنگ هرسی‌نین، با ویژگی‌های قاره‌ای و روند شمال باختری - جنوب خاوری است. بخش جنوبی دارای پی‌سنگ بازالتی با ستبرای ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر است که با پوسته گرانیتی محصور داشته است (بربریان، ۱۹۸۱). داده‌های لرزه‌ای نشان داده که پوسته بازالتی خزر جنوبی از دو لایه اصلی تشکیل شده است. در بخش زیرین، سرعت عبور امواج P حدود ۶/۶ کیلومتر در ثانیه است و ویژگی‌های مشابه با پوسته اقیانوسی دارد. در بخش فوقانی سرعت امواج P حدود ۳/۵ تا ۴ کیلومتر در ثانیه است و مشخصاتی شبیه لایه گرانیتی دارد (کوربانف، ۱۹۸۲).

ترکیب شیمیایی: آب خزر از نوع منیزیم، کلسیم و سولفات است و میزان نمک‌های محلول آن بین ۱۲ تا ۱۳ گرم در لیتر است که به تقریب یک سوم شوری آب دریا‌های آزاد و اقیانوس‌هاست. شیرین‌ترین بخش آب دریای خزر مربوط به نواحی نزدیک به مصب رودخانه ولگا و شورترین بخش آن مربوط به خلیج قره‌بغاز بوده است که در آن تبخیر بر ورودی آب بر خلیج فزونی دارد.

توان هیدروکربنی خزر: نخستین گزارش مستند در باره توان هیدروکربنی خزر، به سده سیزدهم میلادی باز می‌گردد. نفت، به طور رسمی در سال ۱۸۶۹ از بخش خشکی و در سال ۱۹۴۵ از بخش آبی باکو استخراج شد و تاکنون تعداد ۲۱۰۰۰ حلقه چاه در مناطق اکتشافی (خشکی و دریا) حفر شده است (موسوی، ۱۳۸۰). جدا از میدان‌های نفتی خزر شمالی و خزر میانی، خزر جنوبی یکی از منابع اصلی اکتشاف و تولید نفت و گاز دریای خزر است. در خزر جنوبی، سنگ مخزن اصلی بهره‌ده Series Productive به سن پلیوسن زیرین - میانی است. سنگ مخزن فرعی آن نهشته‌های ماسه‌ای سازند آپشرون به سن کواترنر پیشین می‌باشد.



شکل ۱۰-۷- زرفای دریای خزر بر حسب متر (رتکویج ۱۹۵۱ و تاسکین ۱۹۵۴)



شکل ۱۰-۸- جهت جریان‌های دریایی در دریای خزر

دریای خلیج فارس

خلیج فارس یک دریای حاشیه‌ای Sea Marginal است که به طور کامل روی فلات قاره قرار دارد و سراسیمی Slope آن در خلیج عمان است. این خلیج ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر پهنا و سطحی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومترمربع را زیر پوشش دارد. ژرفای میانگین آن حدود ۳۵ متر و ژرف‌ترین نقطه آن در کرانه ایرانی تنگه هرمز است که ژرفایی تا ۱۶۵ متر دارد، ولی، میانگین آن در کناره‌های محور، ۷۴ تا ۹۲ متر است.

از نظر ریخت‌شناسی، خلیج فارس نامتقارن و شیب ساحل غربی (جنوبی) آن آرام‌تر از ساحل ایرانی (شمالی) است. به سخن دیگر، محور طولی خلیج فارس آن را به دو قسمت تقسیم می‌کند (شکل ۱۰-۹). یکی تک شیب Homocline پایدار جنوبی که پیش‌بوم سپر عربستان است و شیب بسیار آرام (۳۵ سانتیمتر هر کیلومتر) دارد و دیگری بخش ناپایدار شمالی است که قسمتی از رشته‌کوه‌های چین‌خورده زاگرس و تغییرات شیب آن ۱۷۵ سانتیمتر در هر کیلومتر است. کرانه جنوبی خلیج فارس، به ویژه در خاور شبه جزیره قطر، منطقه وسیع و کم ژرفایی (۱۰ تا ۲۰ متر) است که به طور عمده با ریخت‌شناسی پست، محیط تبخیری و منطقه کشندی (سبخایی) مشخص است. کرانه ایرانی این دریا، از سازندهای سخت و بلند با ریختار خطی ساخته شده و با واسطه یک دشت ساحلی باریک، با دریا در ارتباط است. منطقه کم‌شیب کرانه جنوبی و دریای کم ژرفای آن با تاقدیس‌هایی با بام‌های کم شیب با روند شمالی - جنوبی تا شمال خاوری - جنوب باختری (روند پی‌سنگ عربستان)، اغلب میدان‌های نفتی بزرگی را می‌سازند. تاقدیس‌های قطر، رودخان و بحرین اغلب چهره‌های توپوگرافی کم شیبی را تشکیل داده‌اند که با سیستم‌های گسلی کنترل می‌شوند.

از سوی دیگر، کرانه ایرانی این خلیج، کرانه‌ای کوهستانی با روند شمال باختری است که پشته‌های تاقدیسی با بلندی بیش از ۱۵۰۰ متر هستند. به همین دلیل، ساختارهای کرانه شمالی خلیج فارس، از دیدگاه هندسی، با آنچه که در کرانه جنوبی است، تفاوت دارد. برخورد ساختارهای کرانه غربی و رشته‌کوه زاگرس، توپوگرافی زیردریایی خلیج فارس را تشکیل می‌دهد. گرچه شیب بستر

بسیار آرام است، ولی حدود ۲۰ جزیره و تعدادی پشته‌های کوتاه و بلند زیردریایی در آن وجود دارد که بی‌هنجاری‌های توپوگرافی را تشکیل می‌دهند. جزایر ایرانی خلیج فارس به صورت پشته‌های کشیده و موازی ساحل و یا کم و بیش دایره‌ای شکل هستند.

از گروه نخست، جزایر قشم و کیش را می‌توان نام برد که در واقع دنباله‌ی زاگرس بوده و بر اثر بالا آمدن سطح آب به صورت جزیره درآمده‌اند. ولی، جزایر گرد مانند هرمز، ابوموسی و ۰۰۰ گنبدهای نمکی سری هرمز هستند. سطح جزایر خلیج فارس، از رسوبات تخریبی و مارن تشکیل شده که کم و بیش صدف‌دارند. خاک آنها شور و یا گچ‌دار است و به همین دلیل رشد گیاهان محدود به انواع خاص است.

از نظر آب و هوایی، خلیج فارس شرایط خشک نیمه استوایی دارد، به طوری که در تابستان دما تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و میزان تبخیر بیش از آب‌های وارده است. جریان‌های هوایی موسوم به «باد شمال» که از شمال باختری می‌وزد، در قسمت‌های جنوبی تغییر جهت داده و به طرف شمال تمایل پیدا می‌کند. افزون بر اثر کلی بر ایجاد امواج و جریان‌های سطحی، این بادهای به مقدار زیاد رسوبات آواری - قاره‌ای را به محیط‌های دریایی حمل می‌کند.

به دلیل محصور بودن، اثر اقیانوس بر خلیج فارس بسیار ناچیز است و به همین رو، سرعت جریان‌های زیرین و افقی آن بسیار اندک و حدود ۱۰ سانتیمتر در ثانیه است. شوری بیشتر خلیج فارس نسبت به اقیانوس، موجب پیدایش جریان آبی از اقیانوس هند به خلیج فارس می‌شود. این جریان به موازات سواحل ایران و در جهت پادساعتگرد است. جریان موردنظر با کاهش دما و مقدار شوری همراه است، به گونه‌ای که در تنگه‌ی هرمز مقدار نمک ۳۶/۶ گرم در لیتر ولی در انتهای شمال باختری، در دهانه‌ی کارون، حدود ۴۰ در هزار است. میزان بارندگی در سواحل جنوبی کمتر از ۵ و در حاشیه‌ی شمالی ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتر در سال است. آب‌های شیرین ورودی به خلیج فارس به طور عمده محدود به روان آب‌های کوه‌های زاگرس، ترکیه و عراق است که از میان آنها، رودهای



کارون، دجله و فرات پرآب‌ترند. در کرانه جنوبی آب‌های ورودی بسیار کم است. این امر می‌تواند عامل مهمی در چیرگی نهشته‌های کربناتی بر نهشته‌های آواری باشد.

آب خلیج فارس به دلیل تبخیر شدید، نمک فراوان دارد، به گونه‌ای که در حوالی بحرین و قطر که ورود آب شیرین به تقریب هیچ است، در اثر تبخیر شدید مقدار نمک‌های آب ۴۵ گرم در لیتر می‌رسد و حتی، در برخی نقاط، به ویژه مرداب‌های کرانه عربی مانند خلیج سالوا Salwa، نمک‌های محلول ۷۰ گرم در لیتر است. دمای آب در خلیج فارس از ورودی تنگه هرمز به طرف انتهای آن افزایش می‌یابد. روند افزایش دما و شوری آب همخوانی دارند (شکل ۱۰-۱۰). جدا از جریان‌های سطحی یکی از عوامل اثرگذار در ترابری و ساختارهای رسوبی خلیج فارس، جریان‌های کشندی است. این جریان‌ها به طور معمول روندی موازی با محور خلیج فارس دارند و سرعت آنها تا حدود ۵۰ سانتیمتر در ثانیه و ارتفاع آنها بین صفر تا ۴ متر بالای سطح آب است. در آبراهه‌های کرانه‌ای ابوظبی، سرعت جریان‌های کشندی ممکن است از ۶۰ سانتیمتر در ثانیه نیز فراتر رود. چنین حرکتی برای رشد و توسعه ائولیت‌های زیبای این منطقه شرایط لازم را فراهم می‌کند.

گفتنی است که در خلیج فارس، در زمین‌های مسطح فراکشندی، دولومیت همراه با گچ تشکیل می‌شود و رسوبات دولومیتی در اعماق بیشتر از ۲ متر کمیاب می‌گردد. در اثر وجود امواج ساحلی، در خلیج فارس ائولیت‌های آهکی تشکیل می‌شوند که در نواحی کم عمق اطراف قطر و تنگه هرمز، بیشترین مقدار را دارد.

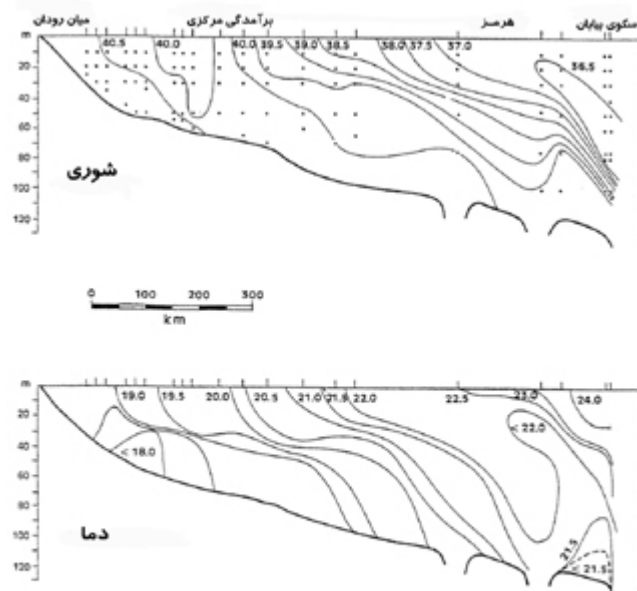
به طور کلی رسوبات عهد حاضر خلیج فارس، از ساحل به اعماق (عمق بیشینه ۹۰ متر) دانه‌ریزتر می‌شوند، به گونه‌ای که مارن‌ها در بخش مرکزی خلیج فارس تشکیل و نهشته می‌شوند. آهک‌های مارنی، عمیق‌ترین رخساره عهد حاضر خلیج فارس است.

از نگاه زمین‌شناسی، خلیج فارس فرونشست زمین‌ساختی کم ژرفایی است که در زمان ترشیری پسین در حاشیه جنوبی کوه‌های زاگرس تشکیل شده است. شدیدترین چین‌خوردگی‌های زمان پلیو - پلیستوسن، کرانه‌های شمالی خلیج فارس (زاگرس) را چین داده است. میزان چین‌خوردگی‌ها که در خشکی‌های ایران شدید است (شیب ۵۰ درجه و بیشتر)، با شیب‌های کمتر به طرف دریا ادامه دارد به گونه‌ای که در دریا به ۱۰ تا ۲۰ درجه می‌رسد. محور اصلی خلیج فارس نیز یکی از پیامدهای زمین‌ساختی رخدادهای چین‌خوردگی زاگرس است که در زمان پلیو پلیستوسن شکل گرفته است. در پایان دوره پلیوسن، سطح دریا به احتمال حدود ۱۵۰ متر بالاتر از سطح کنونی بوده است (فربریج، ۱۹۶۱). این سطح در حدود ۱۰۰۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح و به تدریج به سطح کنونی رسیده که آثار آن به صورت پادگان‌های دریایی و سبخا، در کرانه‌های عربی خلیج فارس بر جای مانده است. سکوهای زیردریایی نیمه عمیق در افق‌های مختلف و همچنین دره‌های به زیر آب رفته نشان می‌دهد که در زمان یخبندان پلیستوسن، سطح دریا در خلیج فارس، حدود ۱۲۰ متر از زمان حال پایین‌تر بوده است. این سکوهای زیردریایی، این باور را به وجود آورده‌اند که در زمان یخبندان، حدود ۱۷ تا ۷۰ هزار سال پیش از میلاد مسیح، دیرینه جغرافیای قاره‌ای بر تمام خلیج فارس حاکم بوده و دریا به سوی تنگه هرمز پسروی داشته است.

در پسروی بیشینه، حوضه خلیج فارس دره بسیار بزرگی بود که رودهای دجله و فرات را به طور مستقیم وارد دریای عمان می‌کرد. پیشروی بخشی از دریا که در زمان یخچالی ورم صورت گرفته، مربوط به ۳۰ تا ۴۵ هزار سال پیش از مسیح بود که در آن، سطح دریا به ۴۰- (فربریج، ۱۹۶۱) و یا ۲۵- (کورای، ۱۹۶۱) می‌رسید. نمونه‌ای از آهک دریایی که از ام‌الاقرس، از عمق ۲۳ متری زیر سطح دریای کنونی، به روش کربن ۱۴ تعیین سن شده، سن ۲۶۷۰۰ سال پیش از میلاد مسیح را نشان داده است.



شکل ۱۰-۹- نمایش محل تقریبی محور خلیج فارس



شکل ۱۰-۱۰- دو برش طولی در امتداد محور خلیج فارس که نشانگر افزایش شوری و کاهش دما از تنگه هرمز تا میان رودان است

## فصل یازدهم - یخچال‌ها و برفچال‌های ایران

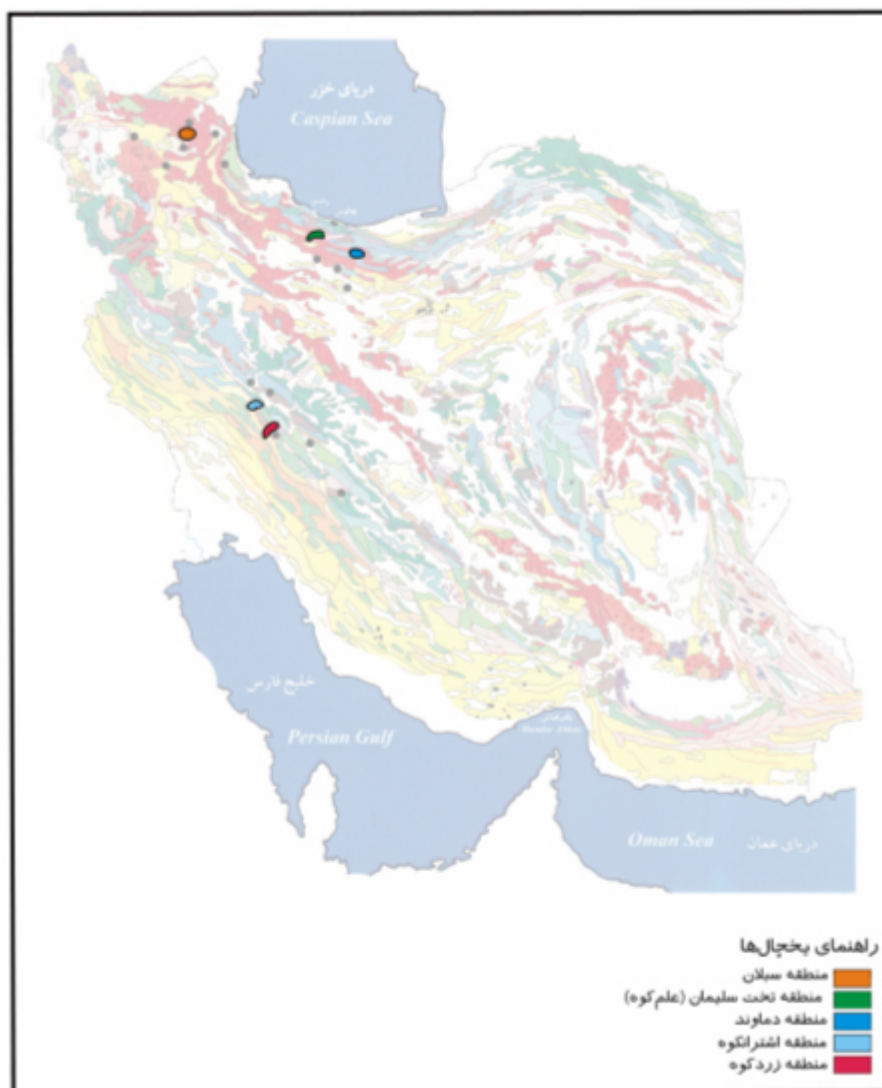
پراکندگی یخچال‌ها و برفچال‌های ایران

توضیح

یخچال‌ها و برفچال‌های ایران، به عنوان یک پدیدهٔ مورفولوژیک، بسیار کوچک‌اند و بیشتر به صورت پوشش‌های برفی دایمی ( یخبرف) از کوهستان‌های شمال (علم‌کوه، دماوند، سبلان) و باختر (زردکوه، اشترانکوه) گزارش شده‌اند (وزیری، ۱۳۷۹).

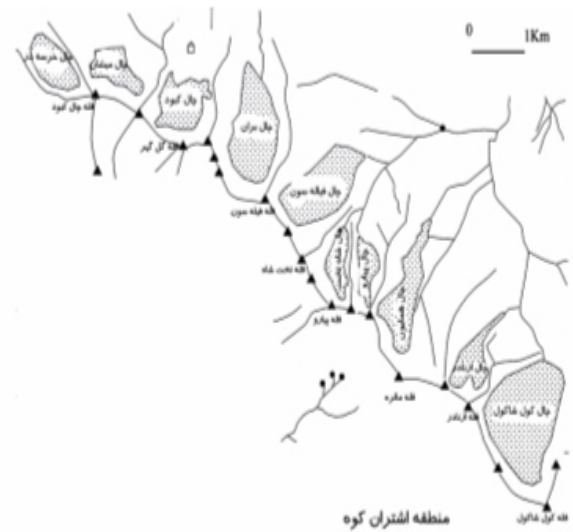
**شکل ۱-۱۱ موقعیت یخچال‌های مناطق اشترانکوه و موقعیت یخچال‌های مناطق زرد**

**کوه‌موقعیت یخچال‌های مناطق تخت سلیمان**



شکل ۱-۱۱ نقشه پراکندگی یخچال‌های ایران

وسعت به کیلومتر مربع	+ / 6	یخچال خرسه در
	+ / 4	یخچال چال میشتان ( یخچال چال گنود گهری )
	+ / 7	یخچال چال گنود
	1 / 2	یخچال چال بران
	1 / 2	یخچال چال قباله سون
	+ / 2	یخچال شاه تحت
	+ / 2	یخچال چال پیاور
	+ / 8	یخچال چال همایون
	+ / 4	یخچال چال ازنادر
3	یخچال گول شاکول	
<p>برفچال های اشترانکوه: ازنادر، گول شاکول، گول طویله، گول پاتیل، گول صاحب</p>		
اشترانکوه		



وسعت به کیلومتر مربع	+ / 2	یخچال چال میشتان	اطراف قله های جغت زرده شاه شهیدا
	+ / 7	یخچال جغت زرده	
	1 / 8	یخچال خرسان	
	+ / 4	یخچال پور سونان	
	+ / 5	یخچال جنوب شرقی زرد کوه	
	+ / 4	یخچال کوهرنک ( 1 )	اطراف قله سیردان
	+ / 5	یخچال کوهرنک ( 2 )	
	+ / 4	یخچال کوهرنک ( 3 )	
	+ / 4	یخچال کوهرنک ( 4 )	
	+ / 4	یخچال هفت تنان ( ایلوک )	

# د



ارتفاع به متر	برفچال شماره ۱		عمق جال سرخال	برفچال شماره ۲ (پانخت)		برفچال شماره ۳ عمق جال
	اسپیلت			هفت خوان		
	برفچال خرسان		برفچال خرچینکش		برفچال شماره ۵ عمق جال	
۱/۹						
۲۲/۰						
۶/۰						
۳/۳						
۸/۰						
برفچال های چالون غرب قلعه سیاه سنگ.						
جنوب قلعه چالون تخت چال و ***						