

کیادخت احمدی سرورش
بختیار گلبامکی بختیاری مرکز سنجش از راه دور کشور

کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای در بررسی نوسانات سطح آب دریای مازندران

مقدمه:

دریای خزر یکی از عظیم‌ترین و غنی‌ترین دریاچه‌های دنیا به شمار می‌رود و بخاطر داشتن این ویژگیها و نیز موقعیت جغرافیایی، از نظر امور کشاورزی، کشتیرانی، صنایع شیلات و شیمیایی برای هر دو کشور ایران و شوروی حائز اهمیت فوق‌العاده‌ای است. نگاهی گذرا به غنای آبزیان دریای خزر که مشتمل بر ۱۱ گونه و ۶۳ زیرگونه و ۱۴ نژاد ماهی گوناگون می‌باشد و صید سالانه ۱۰ هزار تن ماهی در ایران با استفاده از ۴۸ صیدگاه، ۵ مرکز شیلاتی، ۵ کارگاه پرورش و تکثیر ماهی در سواحل گیلان و مازندران و هم‌چنین صید ۵۰۰ هزار تن ماهی در شوروی و اشتغال دهها هزار نفر ماهیگیر در این زمینه ابعاد مهم اقتصادی دریای خزر را نشان می‌دهد. در همین رابطه می‌توان به اهمیت استخراج نفت در نزدیکی سواحل باکو و سولفات دوسود در خلیج قره‌بغاز اشاره نمود.

نظربه این که تغییرات و نوسانات سطح آب دریای خزر می‌تواند تأثیرات زیانبار فزاینده‌ای بر فعالیتهای فوق‌الذکر بگذارد این مسأله از قریب نیم قرن پیش مورد توجه خاص و بررسی قرار گرفته است.

از این رو به خاطر دارا بودن این اهمیت حیاتی و مصالح اقتصادی در مقاله اخیر

کوشش شده است تا علل و عوامل نوسانات آب دریای خزر شناسایی و راههای احتمالی پیشگیری و مبارزه با آن ارائه شود. بدین منظور تماسهای متعددی با نهادها و سازمانهای دست اندرکار مانند اداره آبهای سطحی وزارت نیرو، سازمان هواشناسی کل کشور، سازمان تحقیقاتی شیلات ایران، مؤسسه جغرافیایی دانشگاه تهران گرفته شد و اطلاعات و آمار ده ساله گذشته و نیز گزارشهای ۶۰-۵۰ ساله اخیر در این زمینه گردآوری و از آنها استفاده شده است*

از این گذشته، از تصاویر رنگی و سیاه و سفید در باندهای مختلف طیفی مربوط به ماهواره‌های منابع زمینی لندست (۱، ۲، ۳، ۴، ۵) و نیز داده‌های تصویری نوارهای رقومی متراکم مغناطیسی (HDDT) و تصاویر ماهواره‌های هواشناسی نوآی ۷ و ۹ جهت این مطالعه استفاده شده است. بررسیهایی نیز در جهت تعیین تغییرات فصلی دریا و حدود و پیرامون آن، تغییرات عمق آب در بخشهای مختلف، میزان کنترل جریانهای ورودی دریا به خلیج قره‌بغاز و همچنین مشخص کردن رودخانه‌های مهم حوضه آبریز دریای خزر و وضعیت ابری منطقه صورت گرفته است.

نمایش میزان نوسانات اخیر سطح آب به صورت نقشه در سواحل ایران به علت عدم قابلیت تفکیک هندسی کافی تصاویر موجود ماهواره‌ای و کوچکی مقیاس آنها (حداکثر ۵۰۰۰۰۰:۱) از یک سو و دامنه محدود پیشروی آب تا مرز ۲۰ متر از سوی دیگر و فقدان تصاویر در تاریخهای مناسب امکان‌پذیر نبوده است.

علاوه بر این، خلاء اطلاعاتی محسوسی بخصوص در زمینه عکسهای هوایی جدید و نیز اطلاعات هواشناسی از منطقه و آمار مشخصات رودخانه‌های اصلی و عمده‌ای که در سرزمین اتحاد جماهیر شوروی به دریا می‌ریزند و عامل و علت اساسی نوسانات حجم و سطح آب آن می‌باشند وجود داشته است.

بطور کلی در میان سلسله عوامل مؤثر در نوسانات آب دریای خزر می‌توان به نقش فعال بیش از صدها رشته رودخانه‌های کوچک و بزرگ که حوضه آبریز بسیار پهناوری را پیرامون دریا به وجود آورده‌اند و بارندگی و نزولات جوی، تبخیر و سرعت باد که در واقع میزان

* بدین وسیله مراتب تشکر خود را از آقای مهندس جمال‌الدین پرونده سرپرست محترم آبهای سطحی وزارت نیرو و آقای دکتر سهراب معینی معاونت محترم تحقیقات و آموزش شیلات ایران بخاطر همکاری ارزشمندشان در تحصیل آمار و اطلاعات گزارش حاضر ابراز می‌داریم.

حجم آبهای وارده به دریا را تعیین می‌کنند و در تغییرات سطح آب دریا سهم بسزایی دارند، اشاره کرد.

موقعیت جغرافیایی دریای خزر:

دریای خزر در آسیای باختری و میان دو کشور ایران و اتحاد جماهیر شوروی قرار گرفته و از ۶ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی و از ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی کشیده شده است. این دریا از شرق به جمهوری ترکمنستان و از شمال به قزاقستان و از غرب به آذربایجان شوروی و از جنوب به گیلان و مازندران در ایران محدود است.

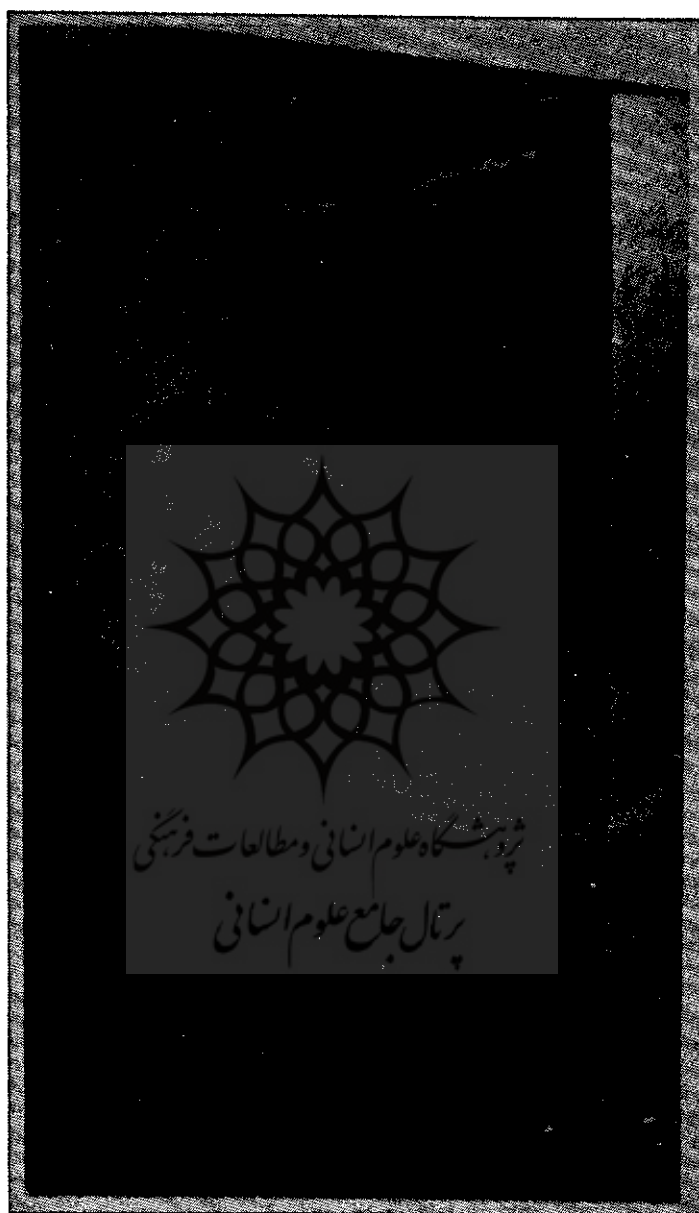
اگرچه این دریا به علت عدم ارتباط با دریاهاى آزاد در واقع دریاچه به حساب می‌آید اما بخاطر وسعت زیاد و این که بزرگترین دریاچه دنیا است از زمانهای پیشین دریا نامیده شده است و به آن دریای مازندران یا بحر خزر نیز می‌گویند.

طول تقریبی دریا خزر از شمال به جنوب ۱۲۰۴ کیلومتر و عرض متوسط آن در حدود ۳۰۰ کیلومتر است و باریکترین ناحیه آن میان شبه جزیره آبشوران و دماغه کواولی ۲۲۰ کیلومتر و پهتترین بخش آن در شمال به ۵۵۴ کیلومتر بالغ می‌شود. طول خطوط ساحلی سراسری دریای خزر ۶۴۰۰ کیلومتر است که ۹۹۲ کیلومتر آن، از آستارا تا دهانه رودخانه اترک، مربوط به سرزمین ایران و ۵۴۰۸ کیلومتر بقیه در خاک شوروی قرار دارد.

مساحت این دریا در سال ۱۹۵۲ به ۳۹۴۳۰۰ کیلومتر مربع تعیین شده که همواره دستخوش تغییر بوده و با توجه به مطالعات انجام یافته و شواهد موجود این تغییر سطح از لحاظ جغرافیایی به اثبات رسیده است.

تصویر شماره ۱ موقعیت دریای خزر و پیرامون آن را بر روی تصاویر ماهواره هواشناسی نوآی ۹ (AVHRR) نشان می‌دهد.

بر روی این تصویر شکل کامل دریای خزر و سواحل جنوبی واقع در خاک ایران از آستارا تا خلیج حسینقلی و رودخانه اترک و سواحل غربی، شمالی و شرقی دریا واقع در خاک شوروی از بادکوبه تا دهانه رودخانه ولگا و اورال و از آنجا تا خلیج قره‌بغاز نمایان است.



تصویر شماره (۱): دریای خزر و پیرامون آن بر روی تصویر ماهواره هواشناسی

نوا ۹ (AVHRR) دریاوند ۵ سال ۱۹۸۶

تاریخچه زمین شناسی:

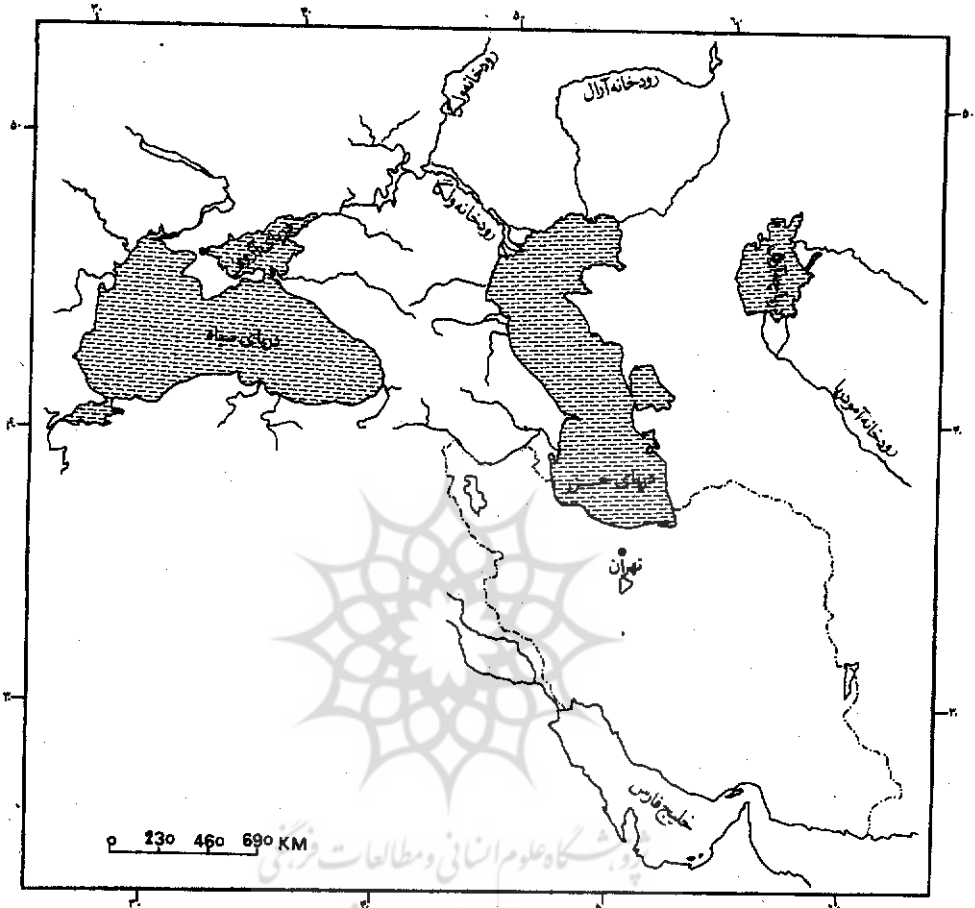
سه منطقه دریاچه آرال، دریای خزر و دریای سیاه بقایای اقیانوس عظیمی به نام «تتیس» را تشکیل می دهند که مربوط به دوران دوم زمین شناسی است و در اثر چین خوردگی طبقات زمین در دوران سوم تغییر شکل یافته و از هم گسیخته شده است. نقشه شماره ۱ موقعیت سه منطقه دریای آرال، دریای خزر، دریای سیاه و آزوف را نسبت به هم نشان می دهد.

بطور کلی در محل کنونی دریای خزر در بیشتر دوره های دوران اول (پالئوژوئیک) و دوران دوم زمین شناسی (مزوزوئیک) دریاهایی وجود داشته است. در ادوار بعدی بویژه در بخش شمال شرقی در نتیجه پسروی دریا یا بالا آمدن زمین، قطعات نسبتاً بزرگ خشکی پدید آمد و همزمان با آن گودال جنوبی دریای خزر دائماً به زیر آب رفت به گونه ای که این وضع هنوز هم ادامه دارد و به همین سبب از بخشهای دیگر متمایز است.

از اواخر دوران دوم تا کنون، منطقه وسیعی شامل دریای اژه و دریای سیاه، قفقاز، آذربایجان، دریای خزر، آرال و خراسان بی ثبات بوده و حرکات زیرزمینی پیوسته باعث ایجاد فرورفتگیها، برآمدگیها و شکستگیهایی در این منطقه شده که زلزله های کنونی نمونه های بارزی از آن است. در بخش غربی دریا که کوهها تا ساحل پیش آمده اند کوههای آتشفشانی درون دریا فعالیت داشته و فوران کرده اند و ستونهای عظیم گل ولای را به هوا پرتاب نموده اند. در بخش جنوبی دریای خزر گدازه های آتشفشانی زیادی به چشم می خورد که بزرگترین گدازه های آتشفشانی در آذربایجان شوروی و ترکمنستان به وجود آمده اند و برخی از آنها تا ۳۰۰ متر ارتفاع دارند.

در اواسط دوره میوسن (دوران سوم) منطقه دریای خزر و دریای سیاه از اقیانوس بزرگ جهانی تتیس جدا شده و به حوضه داخلی آب شور مبدل گردیده است. در دوره پلیوسن (دوران سوم) دریای خزر و دریای سیاه از یکدیگر گسسته اند. بدین ترتیب دگرگونیها و جنبشهای زمین در منطقه وسیع نامبرده بتدریج موجب فرو رفتن دریای اژه و دریای سیاه و بالا آمدن کوههای البرز و قفقاز و پایین رفتن بخش جنوبی دریای خزر و بالا آمدن دریاچه آرال گردیده است.

در دوران چهارم، ذوب یخهای ناحیه شمالی اوراسیا (اروپا و آسیا) مقدار زیادی



نقشه شماره (۱): موقعیت دریاچه‌های آرال، خزر، سیاه و آزوف نسبت به هم

برآب دریای خزر افزوده و در نتیجه سطح آب آن بالا آمده است. در همین هنگام، آبهای اقیانوس منجمد شمالی نیز سطح وسیعی از خشکیهای ناحیه شمالی را فرا گرفت و در اثر طغیان شدید آب رودخانه‌های حوضه این اقیانوس و بالای رود ولگا، ارتباط مستقیمی میان اقیانوس و رودخانه ولگا و در نتیجه میان اقیانوس منجمد شمالی و دریای خزر برقرار شد. ناودیس بزرگ بخش شمالی دریای خزر دنباله پلاتفرم یا ایوان ساحلی جنوب شرقی روسیه است و بخش جنوبی آن به ناودیس بزرگ آلپ مربوط است.

بطور کلی تاریخ زمین شناسی دریای مازندران از پلیوسن زیرین در دوران سوم تا دوران چهارم با پیش رویها و پس رویهای بیشماری همراه بوده است که بیش از همه به دوره های یخبندان و نیمه یخبندان مربوط می شوند به طوری که در اواخر دوران چهارم سطح آب در حدود ۷۵ متر از امروز بالا تر بوده است.

رسوبات آبرفتی رودخانه ای، و بقایای رستنیهای دریایی و مواد تخریبی سواحل دریا که بخشی از آنها به وسیله باد از خشکی به دریا ریخته و بر روی هم انباشته شده است، ترکیبات کف دریای خزر را تشکیل می دهند. این مواد تحت تأثیر تغییرات شیمیایی و بیولوژیکی پیچیده آب دریا و فعالیت جانداران دریایی قرار گرفته است.

عمق آب دریای خزر و تقسیمات آن:

از نظر عمق آب دریا که در تعیین راههای آبی و مسیر کشتیرانی و ماهیگیری حائز اهمیت است دریای خزر را به سه بخش شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می کنند.

الف - بخش شمالی: این بخش در حدود یک سوم مساحت دریای خزر را دربر می گیرد و مرز مشترک آن با بخش میانی تقریباً در امتداد مدار ۴۴ درجه و به صورت یک خط فرضی است که رأس شبه جزیره چچن (Ostrov ehechen) را در غرب به جنوب دماغه مانگی شلاک (Mangy shlak) در شرق متصل می کند و عمق متوسط آن حدود ۵ متر برآورد شده است. فقط قسمت کوچکی از آن در مجاورت بخش میانی عمقی معادل ۲۵ متر دارد ولی قسمت وسیعی از آن به قدری کم عمق (بین ۲ تا ۳ متر) است که تنها کرجیها و قایقهای کوچک می توانند در آن رفت و آمد کنند. از این رود رسالهایی که سطح آب پایین می رود با توجه به اهمیت حمل و نقل دریایی و مسیر کشتیرانی به سوی رودخانه ولگا، دولت شوروی این راه آبی را برای عبور و مرور کشتیها مناسب و مساعد کرده است.

ب - بخش مرکزی (میانی): انتهای جنوبی بخش مرکزی را می توان خط مستقیمی فرض نمود که شبه جزیره آبشوران را به دماغه کواولی وصل می کند و نسبت به بخش شمالی بسیار عمیقتر است و عمق متوسط آن را نزدیک به ۱۷۶ متر تخمین می زنند. حفاصل میان بخش مرکزی و بخش جنوبی قعر دریای خزر را یک برآمدگی تشکیل می دهد که به آن گردنه یا برزخ زیرآبی نیز می گویند که از شبه جزیره آبشوران تا کرانه شرقی ادامه دارد و در واقع دنباله چین خوردگی ارتفاعات قفقاز است.

ج - بخش جنوبی: در جنوب خط مفروض حد فاصل شبه جزیره آبشوران و دماغه کواولی قرار دارد و تا سواحل جنوبی ایران را شامل می شود این بخش نسبت به سایر بخشهای یاد شده عمیقتر است و میانگین گودی آن به ۳۲۵ متر بالغ می گردد.

طبق محاسبه پروفوسور کنی پوویچ (kenipovitch) حجم تمام آب دریای مازندران ۷۹۳۱۹ کیلومتر مکعب است که بین سه بخش شمالی، میانی و جنوبی به طور نامساوی چنین تقسیم شده است:

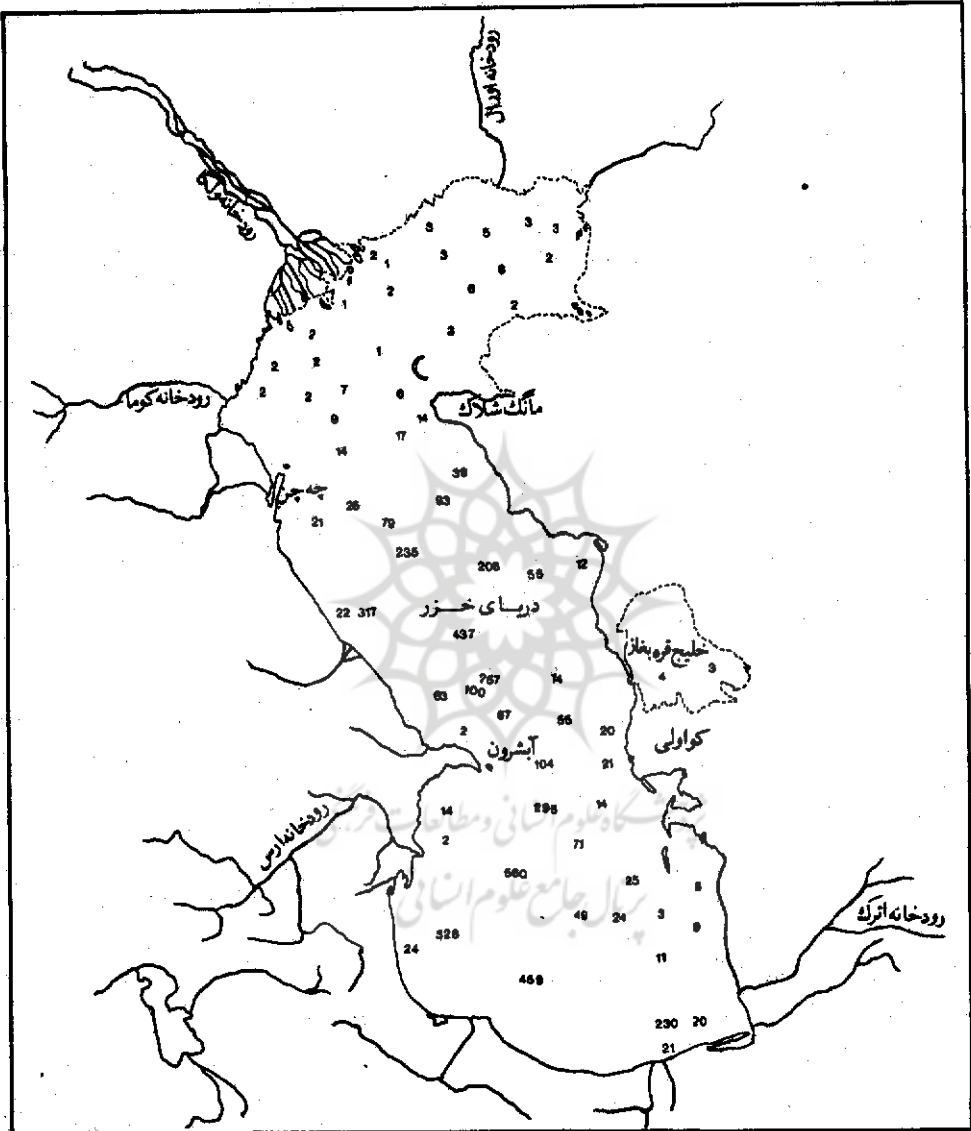
مقدار آب بخش شمالی تقریباً کمتر از یک صدم کل حجم آب دریا است و میزان آب بخش میانی در حدود یک سوم آب آن و دوسوم بقیه آب دریا در بخش جنوبی انباشته شده است.

نقشه شماره ۲ دریای خزر و اعماق آن را در قسمتهای مختلف و تصویر شماره ۲ کاهش میزان عمق آب را از کرانه های شرقی دریا به طرف غرب و از سواحل جنوبی به طرف شمال در بخش جنوبی دریای خزر نشان می دهد. در این تصویر رنگ آبی روشن معرف عمق کم آب است که در مجاورت سواحل شرقی و باریکه جنوبی دریا دیده می شود در حالی که رنگ آبی تیره و درجه تیرگی آن حاکی از اعماق نسبتاً زیاد است.

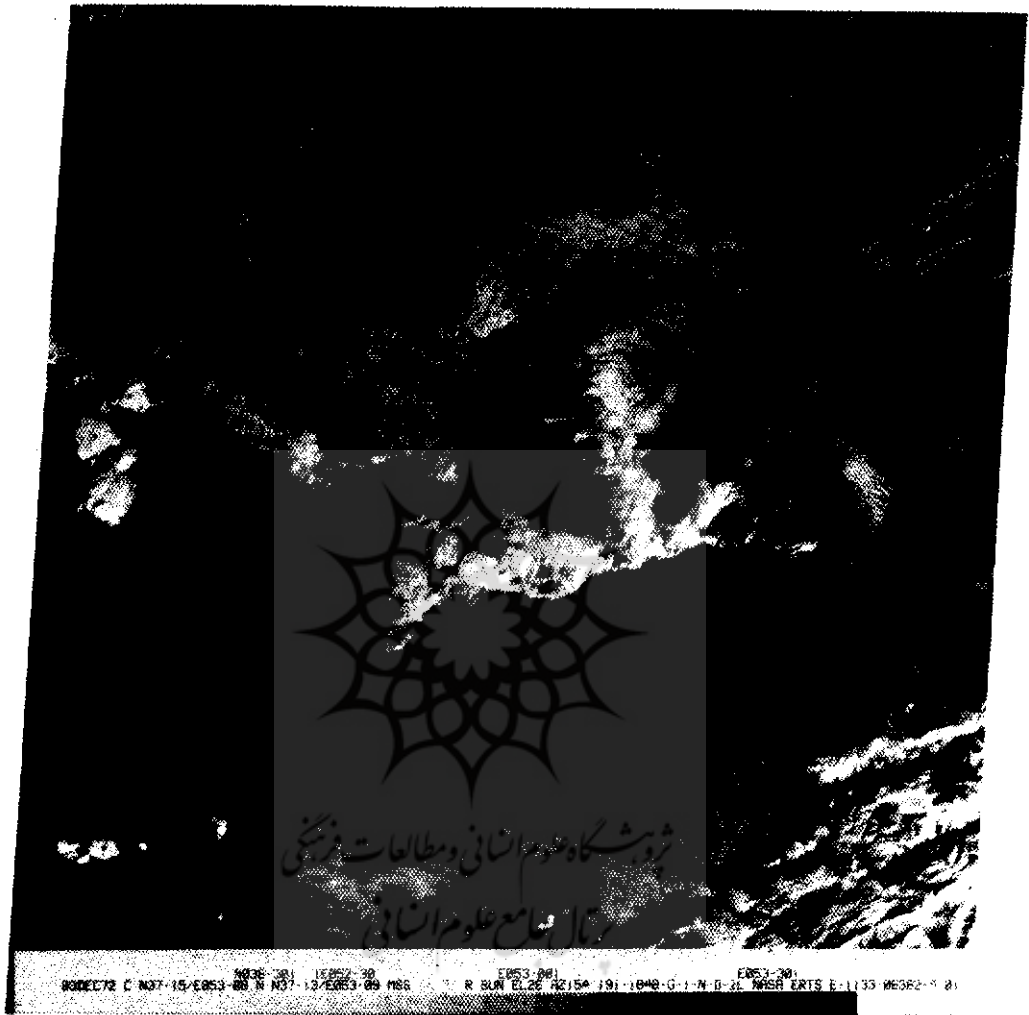
آب و هوای دریای خزر و کرانه های آن:

در اثر طول گسترده حدود ۱۲۰۰ کیلومتری دریای خزر در راستای شمالی - جنوبی و اشغال متجاوز از ده درجه عرض جغرافیایی، آب و هوای کرانه های سرتاسری آن بسیار متغیر و درجه حرارت بخشهای شمالی و جنوبی آن با یکدیگر متفاوت است. در بخش شمالی دریا و سواحل آن سرمای هوا در زمستان گاهی تا ۳۸ درجه سانتیگراد زیر صفر می رسد و قشر ضخیمی از یخ آبهای حاشیه ساحلی و دلتاهای اورال و ولگا را می پوشاند در حالی که در بخش جنوبی سرمای شدید بندرت پیش می آید و کرانه های جنوبی و جنوب غربی دریای خزر بطور کلی دارای آب و هوای معتدل گرم و زیر حاره ای خاص خود می باشد و از این رو هیرکانین* یا خزری نامیده می شود که نوعی آب و هوای مدیترانه ای گرم و مرطوب به

* منطقه اروپ - سبیری از چند ناحیه فرعی تشکیل شده که یکی از آنها در جنوب شرقی به هیرکانین (Hyrcanian) یا خزری موسوم است؛ ناحیه مذکور در جنوب دریای خزر قرار گرفته است و از سواحل دریای خزر تا دامنه های البرز و آستارا تا گرگان گسترش دارد.



نقشه شماره (۲): دریای خزر و اعماق آن در قسمتهای مختلف



تصویر شماره (۲): کاهش میزان عمق آب دریای خزر از کرانه های شرقی به طرف غرب بر روی تصاویر ماهواره ای رنگی مجازی لندست. در تاریخ دسامبر ۱۹۷۲

شمار می آید.

منطقه جنوبی دریای خزر به علت مجاورت با سلسله جبال عظیم البرز که به صورت دیوار مرتفعی آنرا محاصره کرده و وجود کوههای طالش و سبلان خصوصیات بارندگی منحصر بفردی یافته و فراوانی توده های هوای باران زاء، پدیده بارندگی را در بیشتر فصول سال

تحقق بخشیده و بزرگترین منابع آب کشور ایران را فراهم ساخته است. میانگین سالانه بارندگی در سواحل گیلان ۱۲۰۰ میلیمتر و در کرانه‌های مازندران به ۱۰۰۰ میلیمتر بالغ می‌شود. حداکثر میزان بارندگی در بندرانزلی در حدود ۱۸۵۰ میلیمتر است و در گرگان تا ۵۸۸ میلیمتر کاهش می‌یابد و بدین ترتیب میزان بارندگی در این بخش از شرق به غرب و همچنین از شمال به جنوب افزایش می‌یابد.

افزایش میزان کلی بارندگی از شرق به غرب در اثر وزش بادهای شدید موسمی یا سیکلون است که توده‌های هوای مرطوب مدیترانه را از سمت شمال غربی در منطقه آذربایجان در امتداد رشته کوه‌های البرز به منطقه شمال ایران می‌رساند و مقدار رطوبت هوای آن جا را به بیش از ۶۰ درصد افزایش می‌دهد.

مثلاً هوای بندرانزلی در تمام فصول سال مرطوب و دارای رطوبت نسبی زیاد تا ۸۵ درصد است در صورتی که در گرگان رطوبت هوا به حداقل خود یعنی تا مرز ۷۰ درصد تنزل پیدا می‌کند. بنابراین با پیشروی به سوی شرق، ریزش باران مقداری از هوای مرطوب را جذب می‌کند و در نتیجه میزان رطوبت از غرب به شرق کاهش می‌یابد. جدول شماره یک اطلاعات هواشناسی منطقه جنوبی دریای خزر را تا پایان سال ۱۹۶۵ نشان می‌دهد.

معدل دمای حداکثر گرمترین ماه تابستان در منطقه جنوبی دریای خزر میان ۲۸ تا ۳۵ درجه سانتیگراد و متوسط دمای حداقل سردترین ماه زمستان در نقاط مختلف میان ۱ تا ۴ درجه سانتیگراد زیر صفر نوسان دارد.

میزان تبخیر آب از غرب به شرق بالا می‌رود به طوری که تبخیر آب در هشتر طولش در حدود ۴۰۰ میلیمتر و در ترمز نزدیک به ۱۲۰۰ میلیمتر اندازه‌گیری شده است.

جلگه‌های شمال و شرق دریا، آب و هوای خشکی دارند و مقدار بارندگی سالانه در آنجا بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر در نوسان است و دمای متوسط این ناحیه در تیرماه ۲۵ تا ۲۶ درجه سانتیگراد و در تابستان بسیار گرم می‌شود و نمونه کاملی از آب و هوای بَرّی را نشان می‌دهد.

در بخش میانی، چه در ساحل و چه در دریا، میزان حرارت در تیرماه بین ۲۵ تا ۲۶ درجه سانتیگراد و در دی ماه بین ۵- درجه تا ۵+ درجه سانتیگراد است.

میزان بارندگی در شرق میانی دریا از ۱۰۰ تا ۱۴۰ میلیمتر و نقطه مقابل آن در غرب تا ۲۰۰۰ میلیمتر است.

جدول شماره (۱): آمار هواشناسی منطقه جنوبی دریای خزر (میانگینهای بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی) تا پایان سال ۱۹۶۵ میلادی برابر با ۱۳۴۴ شمسی توسط بخش کارشناسی سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی FAO از نشریات اداره کل هواشناسی استخراج و محاسبه شده است.

نام و ارتفاع ایستگاه از سطح دریا	تعداد سالهای آماربرداری	میانگین سالانه بارندگی، حرارت، رطوبت
بندر انزلی ۱۵- متر	بارندگی ۱۶ سال حرارت ۱۶ سال رطوبت ۸ سال	۱۸۵۳ میلیمتر ۱۵/۹ سانتیگراد ۸۵ درصد
رشت ۵ متر	بارندگی ۱۰ سال حرارت ۱۰ سال رطوبت ۸ سال	۱۲۴۹ میلیمتر ۱۵/۵ سانتیگراد ۸۵ درصد
رامسر ۲۰- متر	بارندگی ۲۰ سال حرارت ۱۰ سال رطوبت ۸ سال	۱۲۹۰ میلیمتر ۱۵/۹ سانتیگراد ۸۳/۶ درصد
بابلسر ۲۱- متر	بارندگی ۱۶ سال حرارت ۱۶ سال رطوبت ۸ سال	۷۹۱ میلیمتر ۱۶/۴ سانتیگراد ۸۱/۸ درصد
گرگان ۱۲۰ متر	بارندگی ۲۱ سال حرارت ۱۲ سال رطوبت ۸ سال	۵۸۵ میلیمتر ۱۷/۶ سانتیگراد ۶۹/۹ درصد

چنانچه اشاره شد، میزان بارندگی در قسمت جنوبی دریای خزر از غرب به شرق بسیار متغیر است و از ۱۵۰۰ میلیمتر در جنوب و جنوب غربی تا ۱۲۰ میلیمتر در شرق (کراسنوودسک) و جنوب شرقی نوسان دارد. در نیمه سرد سال در اثر مراکز فشار زیاد سیبری و منطقه منجمده، توده های هوای سرد و خشک قاره ای در ناحیه دریای خزر نفوذ می کنند و موجب بروز توفانهای شمالی و بادهای شمال شرقی و سرما و نزولات جوی می شوند. اما در نیمه گرم سال، دریای خزر تحت تأثیر فشار نسبی آزر است و هوای نسبتاً خشک و صافی

دارد. بطور کلی میزان بارندگی سالانه کناره‌های دریای خزر در جهات گوناگون تغییر و تطور پیدا می‌کند (به استثنای آشوراده).

الف - از جنوب به شمال در غرب دریا:

بندر انزلی ۱۳۷۹، آستارا ۱۳۷۲، لنگران ۱۲۵۴ و بادکوبه ۱۸۰ میلیمتر.

ب - از جنوب به شمال در شرق دریا:

گرگان ۵۶۰، آشوراده ۳۹۲، چکشلر ۱۷۸ و کراسنوودسک ۱۳۵ میلیمتر.

ج - از غرب به شرق در قسمت جنوبی:

بندر انزلی ۱۳۷۹، رامسر ۱۱۹۶، نوشهر ۹۸۶، بابل ۹۴۷، ساری ۷۹۸، بهشهر ۶۵۶ و آشوراده ۳۹۲ میلیمتر.

اختلاف درجه ناشی از گرم شدن دریا و خشکی در نواحی دریای خزر، در رابطه با گسترش دامنه بادهای ملایم است.

بنا بر مشاهداتی که در بخشهای متفاوت دریا صورت گرفته ثابت شده است که درجه حرارت آن به ترتیب زیر اختلافاتی را در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد:

جدول شماره (۲): میزان درجه حرارت و اختلاف سالیانه آن در بخشهای شمالی و جنوبی دریا.

میزان حرارت (سانتیگراد)	شمال	جنوب	اختلاف سالانه
درجه حرارت متوسط تابستان	۷-۸	۱۷-۱۸	۱۰ درجه
درجه حرارت متوسط زمستان	۱۱-۱۲	۶	۱۷-۱۸ درجه

این اختلاف حرارت در بهار و تابستان کم می‌شود و دست کم به ۵ درجه سانتیگراد در ماه ژوئن (خرداد) و ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد در اوت (مرداد) می‌رسد. حرارت متوسط ماه ژوئیه (تیر) در شمال ۲۵- درجه و در جنوب ۱۸ درجه سانتیگراد است. این اختلاف حرارت در شمال و جنوب دریا از اختلاف عرض جغرافیایی و ژرفای آبهای حوضه شمالی، مرکزی و جنوبی ناشی می‌شود.

جدول شماره ۳ و ۴ به ترتیب تغییرات درجه حرارت آب را در بخشهای سه گانه دریای خزر در فصول مختلف سال نشان می‌دهد.

جدول شماره (۳): تغییرات درجه حرارت آب در بخشهای سه گانه دریای خزر

نام حوضه	درجه حرارت (سانتیگراد)	روز
۱- حوضه شمالی	-۱۵	۳۰ تا ۶۰ روز
	بالا تر از صفر	۹۰ تا ۱۲۰ روز
	بیشتر از ۱۰ درجه	۱۵۰ تا ۱۸۰ روز
	بیشتر از ۱۰+	۱۸۰ تا ۲۱۰ روز در سواحل شرقی - غربی
۲- حوضه میانی	بیشتر از ۱۰-	کمتر از ۳۰ روز
	بالای صفر	۳۰ تا ۹۰ روز
	بیشتر از ۱۰+	۲۴۰ روز
	بیشتر از ۱۰+	۱۸۰ تا ۲۱۰ روز در کرانه غربی
۳- حوضه جنوبی	صفر و کمتر از آن	۳۰ روز حوضه جنوبی
	بیشتر از ۱۰+	۲۴۰ روز در کرانه جنوبی
	بیشتر از ۱۰+	۱۸۰ تا ۲۱۰ روز در کرانه غربی

جدول شماره (۴): تغییرات درجه حرارت در فصول مختلف سال در دریای خزر

فصل	ماه	درجه حرارت متوسط شمال (سانتیگراد)	درجه حرارت متوسط جنوب (سانتیگراد)	اختلاف درجه حرارت (سانتیگراد)
زمستان	دسامبر	-۶	+۱۰	+۱۶
	ژانویه	-۱۱	+۶	+۱۷
	فوریه	-۱۰	+۷	+۱۷
بهار	مارس	-۴	+۱۱	+۱۳
	آوریل	+۷	+۱۷	+۱۰
	مه	+۱۶	+۲۶	+۱۰
تابستان	ژوئن	+۲۱	+۲۶	+۵
	ژوئیه	+۲۵	+۲۸	+۳
	اوت	+۲۲	+۲۹	+۶
پاییز	سپتامبر	+۱۷	+۲۵	+۸
	اکتبر	+۸	+۲۱	+۱۳
	نوامبر	+۵	+۱۴	+۱۴

منابع آب دریای خزر:

منابع آب دریای خزر از دو طریق زیر تأمین می شوند:

۱- نزولات جوی:

درباره نزولات جوی در مبحث آب و هوا و نظام اقلیمی توضیحات لازم داده شده است.

۲- رودخانه های حوضه آبریز دریای خزر:

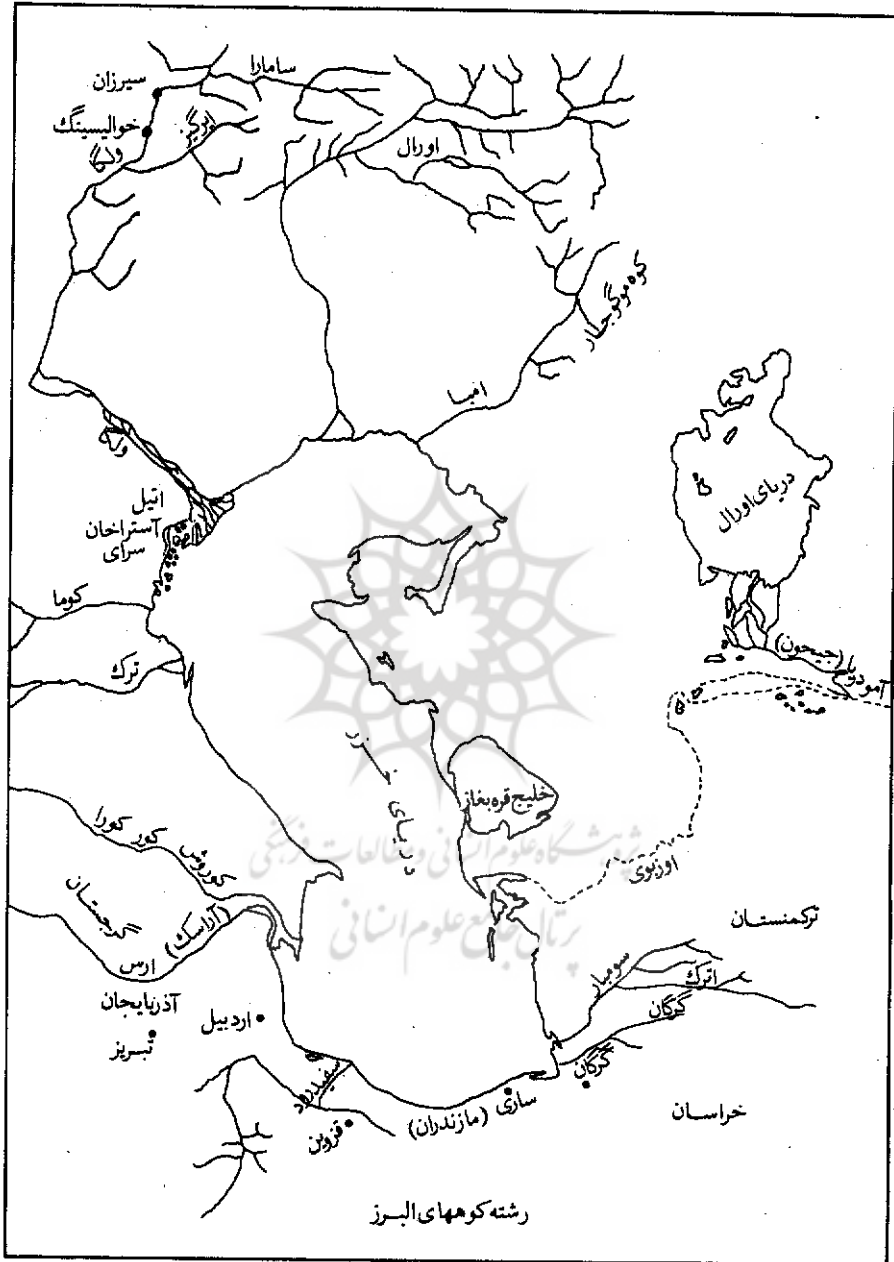
دریای خزر از حوضه آبریز بسیار پهناوری به مساحت تقریبی $3/733/000$ کیلومتر مربع برخوردار است که 3477000 کیلومتر مربع یعنی قسمت اعظم آن در سرزمین اتحاد جماهیر شوروی گسترش یافته و بقیه 256000 کیلومتر مربع آن در خاک ایران قرار گرفته است و $15/5$ درصد سطح کل این کشور را تشکیل می دهد و دارای حجم آبی معادل 79319 میلیون کیلومتر مکعب (طبق محاسبه پروفیسور کنی پوویچ) است.

حوضه آبریز دریای خزر از جریانها و شریانهای بزرگ و کوچک بسیاری بهره می برد که در میان آنها رودخانه ولگا با حوزه آبریزش به وسعت $1/5$ میلیون کیلومتر مربع، بیش از نیمی از آب دریا را فراهم می سازد و رودخانه سفیدرود با وسعت حوضه آبریزی به مساحت 57880 کیلومتر مربع سالانه به طور متوسط 4035 میلیون متر مکعب آب به دریا می ریزد. بطور کلی رودخانه های وارده به دریای خزر شامل دو گروه می شوند:

۱-۲- رودخانه هایی که از خاک شوروی سرچشمه می گیرند:

رودخانه های مهمی از شمال شرقی و شمال غربی و غرب دریای خزر وارد دریا می شوند که از لحاظ وسعت حوضه آبریز، طول رودخانه و مقدار آب وارده به دریا حائز اهمیت هستند.

نقشه شماره ۳ رودخانه های مهم حوضه دریای خزر واقع در خاک کشور شوروی را نشان می دهد.



نقشه شماره (۳): رودخانه های مهم حوضه دریای خزر واقع در خاک کشور شوروی

این رودخانه ها به ترتیب اهمیت عبارتند از:
ولگا، اورال، کورا، امبا، کوما، سموروترک.

۲-۱-۱- رودخانه ولگا (Volga):

این رودخانه که نام قدیمی آن اتل است از عظیمترین رودخانه های اروپا به شمار می رود و از کوه های والدایی با ارتفاع متوسط ۲۲۸ متر سرچشمه می گیرد و با ایجاد دلتایی به پهنای ۵۲ کیلومتر و مساحت ۶۵۶۵ کیلومتر مربع به دریای خزر می ریزد. طول رودخانه ولگا* ۳۵۸۷ کیلومتر است که فقط حدود ۳۵۵۰ کیلومتر آن قابل کشتیرانی است و با حفر کانالی در سال ۱۹۵۲ به طول ۱۰۱ کیلومتر این رودخانه با رودخانه دن مربوط شده و در نهایت باعث ارتباط دریای خزر و دریای سیاه شده است.

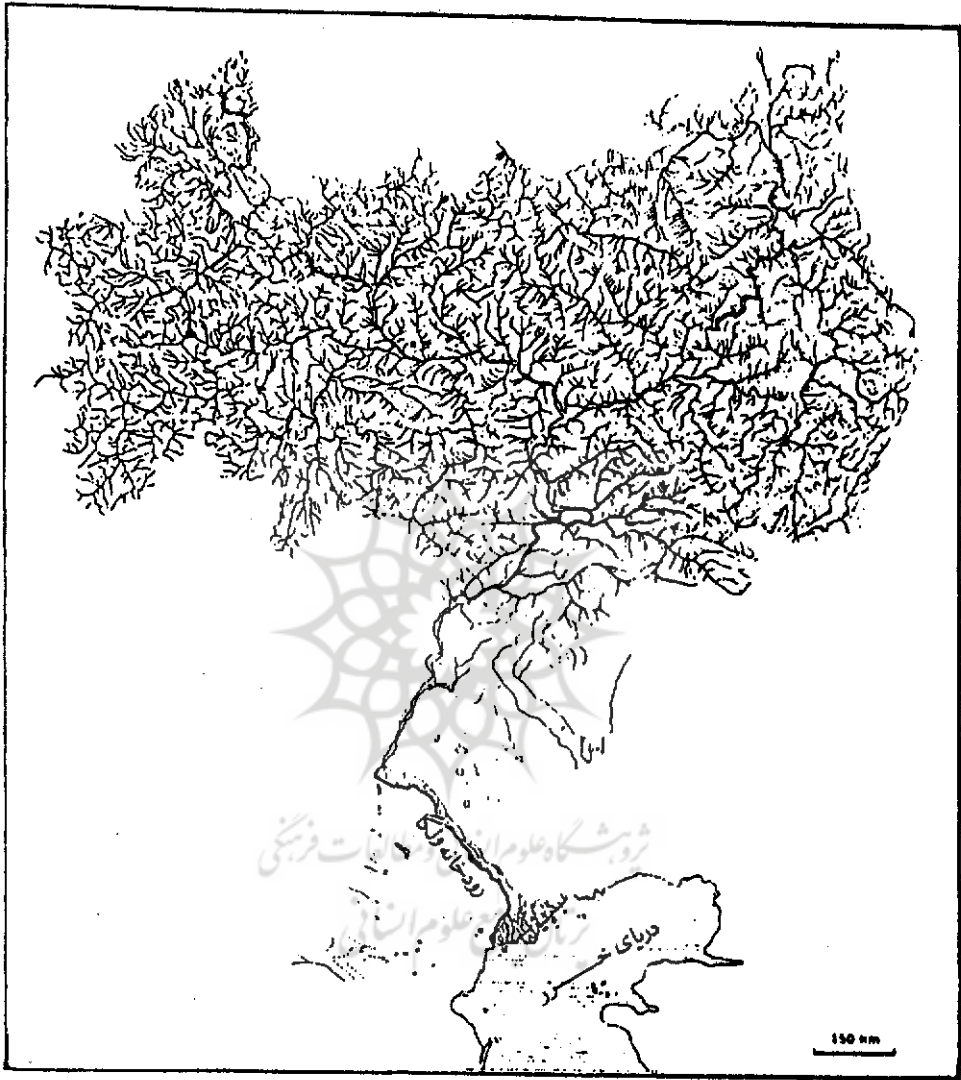
وسعت حوضه آبریز ولگا به $\frac{1}{5}$ میلیون کیلومتر مربع می رسد و دبی میانگین سالانه آن به دریای خزر به ۸۰۰۰ متر مکعب در ثانیه بالغ می شود و حجم کل مقدار آبی که رودخانه ولگا سالانه به دریای خزر می ریزد بیش از نیمی از آبهای وارده به دریای مزبور را تأمین می کند. بنابراین رودخانه ولگا از عوامل عمده ای است که در میزان آبهای وارده به دریا نقش منحصر به فردی ایفا می کند و در نتیجه بر تغییرات و نوسانات سطح آب دریای خزر تأثیر تعیین کننده ای دارد.

رودخانه ولگا از رودهای بزرگ و کوچک بسیاری تغذیه می کند که نزدیک به ۳۰۰ رشته از آنها در نواحی شمالی و مرکزی این رودخانه به آن می پیوندند. و مهم ترین آنها عبارتند از: تورسا، ملوگا، شکستا اوژا.

نقشه شماره ۴ شبکه آبی رودخانه ولگا و گسترش آن را نشان می دهد.

منبع اصلی تغذیه رودخانه ولگا رادوب برفها تشکیل می دهد. قطعات شناور یخ دراوایل فروردین به بخشهای پایین رود، دراواخر فروردین به ولگا گراد و دراوایل اردیبهشت به گورکی می رسند. سیلابهای بهاری، اراضی بزرگی به مساحت چندین کیلومتر مربع را فرا می گیرند و سپس در ماههای تیر، مرداد و شهریور منطقه خشک می شود و سطح آب رودخانه به شدت پایین می آید. آنگاه در فصل پاییز در اثر ریزش بارانهای موسمی آب رودخانه دوباره بالا می آید ولی با وجود این فقط به $\frac{1}{3}$ سطح آب آن در فصول سیلابی می رسد. فصل یخبندان

* در بعضی مآخذ رقم ۳۴۴۰ کیلومتر به عنوان طول رودخانه ذکر شده است که احتمالاً این رقم مربوط به قبل از الحاق ولگا-دن به آن است.



نقشه شماره (۴): شبکه آبی رودخانه ولگا و گسترش آن

رودخانه ولگا از نیمه آبان آغاز می شود و کمتر از سه ماه دوام می آورد. این رودخانه به وسیله سیستم کانالهایی به دریای بالتیک و دریای سفید مربوط است. بر روی رودخانه ولگا سدهای هیدروالکتریکی عظیمی بنا شده است که از یک سوسیلایهای

بهاری را مهار می‌کند و آبهای اضافی را برای آبیاری اراضی کشاورزی وسیع و مکانیزه در فصول کم آبی ذخیره می‌سازد و از سوی دیگر انرژی برقی معادل ۴۰ میلیارد کیلووات ساعت تولید می‌کند. این سدهای احداثی از بالای رود به سوی پایین رود ولگا به ترتیب عبارتند از:

ایوانکف (Ivankovo)، اوکلچ (Uclich)، روبینسک (Rybinsk) کوی بیشف (Kuibyshev) ساراتفسکوی (Saratovskoye)، ولگاگراد (Volgograd) و چبوک ساری (Cheboksary).

تصویر شماره ۳ یکی از عظیمترین سدهای هیدروالکتریکی رودخانه ولگا را نشان می‌دهد که محل سد با علامت فلش بر روی تصویر مشخص شده است.

۲-۱-۲- رودخانه اورال (Ourale):

این رودخانه از جلگه شرقی رشته کوههای اورال جنوبی و باشکیرستان شوروی منشأ می‌گیرد و بعد از طی مسافتی به طرف غرب تغییر جهت می‌دهد و وارد قزاقستان می‌شود و سپس با قطع رشته کوههای اورال به سمت جنوب سرازیر می‌شود و در بخش شمالی دریای خزر با تشکیل دلتای وسیع و متغیری وارد دریا می‌گردد. طول رودخانه اورال در حد ۱۸۰۸ کیلومتر و وسعت حوضه آبریز آن ۲۱۹۹۰۰ کیلومتر مربع است.

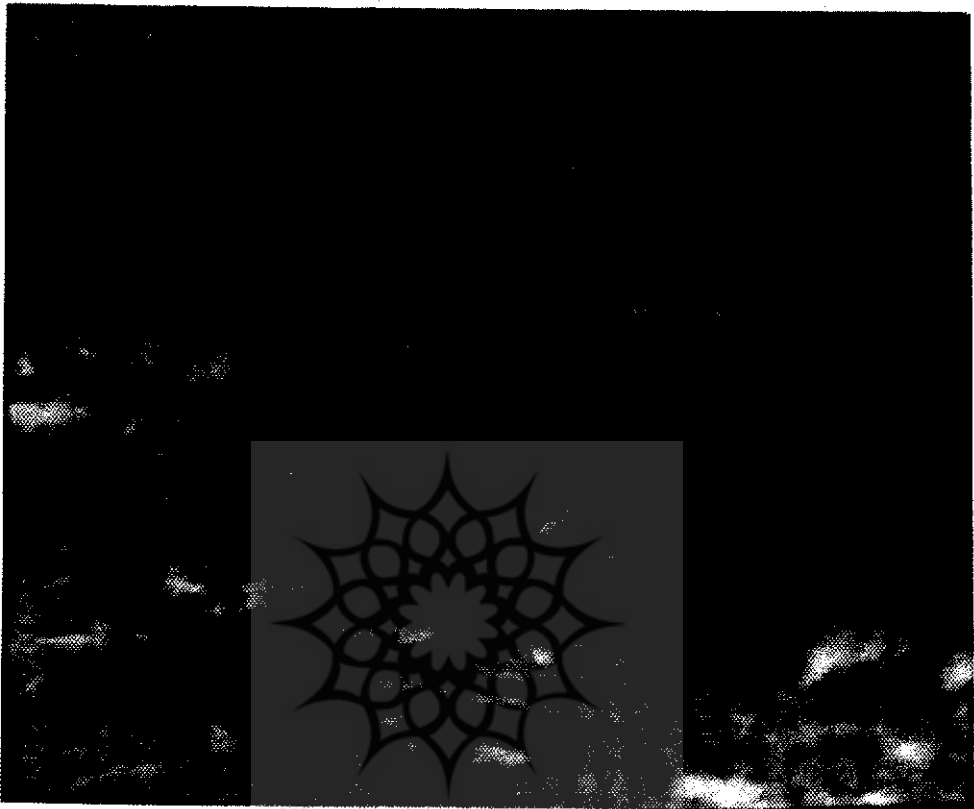
رودخانه اورال از منشأ تا مصب خود مسیر مارپیچی را می‌گذراند و قابلیت کشتیرانی آن کم است. و شعبات مهمی مانند رود ساکمار (Sakmar)، اور (our) و ایلک (Ileke) را در بر می‌گیرد.

۲-۱-۳- رودخانه کورا (Cura):

این رودخانه از شمال غربی فلات کارس و ارمنستان سرچشمه می‌گیرد و در فاصله ۶۰ کیلومتری مصب خود از دریا دلتای پهناوری را تشکیل می‌دهد و در محلی به نام پل جواد به رودخانه ارس می‌پیوندد و سپس مشترکاً وارد دریای خزر می‌گردند. طول رودخانه کورا ۱۳۰۲ کیلومتر است که ۴۹۰ کیلومتر از طول آن قابل کشتیرانی و مساحت حوضه آبریز آن ۱۵۵۰۰۰ کیلومتر مربع است.

۲-۱-۴- رودخانه امبا (Emba):

این رودخانه در قزاقستان غربی واقع و از کوههای موگوجار سرچشمه می‌گیرد و از سمت شمال شرقی به دریای خزر می‌ریزد. طول رودخانه امبا در حدود ۵۸۷ کیلومتر و



تصویر شماره (۳): گذر ۱۷۷، ماهواره لندست (نوع اطلاعات ضبط شده HPPT) یکی از عظیم ترین سدهای هیدروالکتریکی ولگا و دریاچه پشت آن. در تاریخ ۲۳ اوت

مهمترین شعبه آن رودخانه تمیر (Temire) است و فاقد قابلیت کشتیرانی است.

۲- ۱- ۵- رودخانه ترک (Tereke):

این رودخانه از جنوب غربی دامنه کوههای کازبک سرچشمه می گیرد و بعد از طی مسافتی از سمت غرب به دریا وارد می شود و در قسمت سفلی خود به شعباتی تقسیم می گردد و دلتای مردابی بزرگی را تشکیل می دهد. طول رودخانه ترک ۵۸۱ کیلومتر است و شاخه های مهم آن رودهای سون جا و مالکا هستند. جریان این رودخانه در قسمت علیا به واسطه کوهستانی بودن و شیب زیاد، تند و سریع و در قسمت وسطی ملایمتر است.

۲-۱-۶. رودخانه کوما (Coma):

از دامنه های شمالی کوههای البروس و ارتفاعات مقسم المیاه میان دوحوضه دریای خزر و سیاه سرچشمه می گیرد و سپس از طرف غرب به دریای خزر منتهی می شود. طول رودخانه کوما در حدود ۴۳۰ کیلومتر است و آب آن بیشتر در فصول سیلابی و طغیانی به دریا می ریزد و قابلیت کشتیرانی ندارد.

۲-۱-۷. رودخانه سمور (Samure):

این رودخانه از کوههای قفقاز و داغستان منشأ می گیرد و بخش پایین (سفلی) آن مرز داغستان و آذربایجان شوروی را به وجود می آورد و از غرب دریای خزر می ریزد. رودخانه سمور ۲۰۸ کیلومتر طول دارد. جدول شماره ۵ مشخصات رودخانه های مهم حوضه آبریز دریای خزر را در سرزمین شوروی نشان می دهد که طولترین رودخانه و وسیعترین آنها از لحاظ حوضه آبریز رودخانه ولگاست.

۲-۲. رودخانه هایی که از خاک ایران منشأ می گیرند:

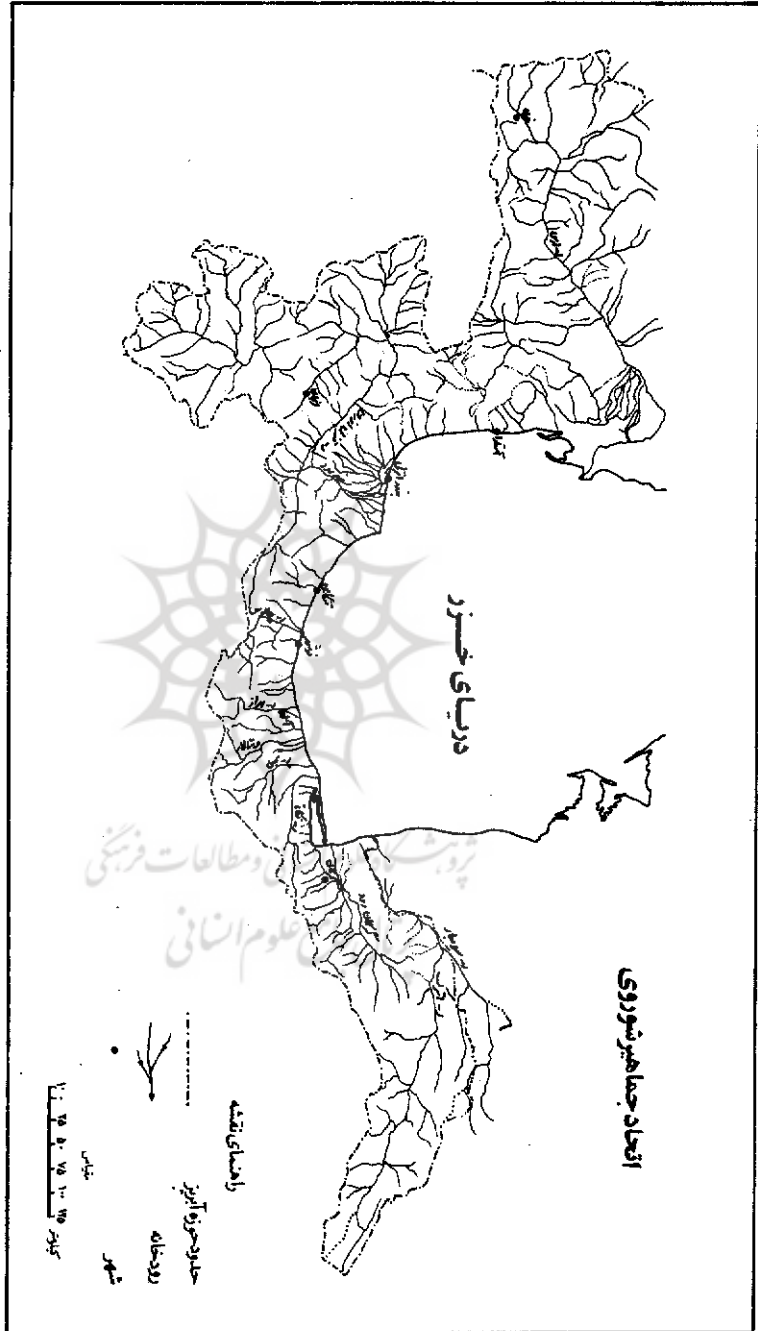
در کرانه های جنوبی و جنوب شرقی و غربی دریای خزر در ایران رودخانه های مهمی به دریا می ریزند که همگی جزء حوضه آبریز شمال مرکزی ایران به شمار می روند. نقشه شماره ۵ نقشه کوچک شده حوضه آبریز دریای خزر واقع در خاک ایران است که براساس تصاویر ماهواره ای رنگی مجازی لندست به مقیاس ۱:۱۰۰۰/۰۰۰ تهیه شده است.

۲-۲-۱. رودخانه ارس:

سرچشمه اصلی این رودخانه کوههای هزاربرکه در جنوب ارزروم واقع در ترکیه است

جدول شماره (۵): مشخصات رودخانه های مهم حوضه آبریز دریای خزر واقع در خاک شوروی.

نام رودخانه	مساحت حوضه آبریز (کیلومتر مربع)	طول رودخانه (کیلومتر مربع)
ولگا	۱۵۰۰۰۰	۳۵۸۷
اورال	۲۱۹۹۰۰	۱۸۰۸
کورا	۱۵۵۰۰۰	۱۳۰۲
امبا	-	۵۸۷
ترک	-	۵۸۱
کوما	-	۴۳۰
سمور	-	۲۰۸



نقشه شماره (۵): نقشه کوچک شده حوضه آبریز دریای خزر واقع در خاک ایران براساس تصاویر ماهواره‌ای لندست به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰

و شعباتی از ارمنستان و آذربایجان شوروی به آن می پیوندند. رودخانه ارس پس از جلگه خود ساخته ای، گسترش می یابد و وارد قره باغ قفقاز می شود و پس از پیوستن به رود کوریا کورش که از تفلیس می آید به سوی جنوب شرقی منحرف می شود و در محل سالیانی دوشاخه می گردد. یکی از این دوشاخه در شمال خلیج قزل آغاج به دریا می ریزد و دیگری به همین خلیج وارد می شود. در خاک ایران شاخه هایی از منطقه مرند، دامنه های شمالی کوه های قره داغ، رودماکویا زنگمار و غیره به رودخانه ارس پیوند می خوردند.

این رودخانه در طول ۱۰۷۲ کیلومتر مسیر خود ۲۷۵ کیلومتر مرز طبیعی شمال غربی کشور را به وجود می آورد و حوضه آبریز گسترده ای به مساحت ۱۰۰۲۲۰ کیلومتر مربع را تشکیل می دهد که ۳۸ درصد آن در خاک شوروی، ۳۹ درصد در خاک ایران و بقیه ۲۳ درصد آن در خاک ترکیه قرار دارد. در ناحیه مرزی آذربایجان غربی و شوروی و در جنوب نخجوان بر روی رودخانه ارس سدی ساخته شده است.

۲-۲-۲. رودخانه سفید رود:

این رودخانه از الحاق دوشعبه مهم تشکیل می شود: یکی قزل اوزن که از کوه چهل چشمه کردستان سرچشمه می گیرد و پس از دریافت آب رود تلوار در شرق بیجار و گروس در کوه های پنجه علی واقع در شمال غربی همدان به سمت شمال جریان می یابد و سپس در میانه آب زنجان چای را می گیرد و به سوی جنوب شرقی رهسپار می شود. شعبه اصلی دیگر سفیدرود که در منجیل به آن می ریزد شاهرود است که از کوه های طالقان سرچشمه می گیرد و آنگاه در محلی به نام حسن کیاده به دریای خزر می ریزد.

۲-۲-۳. رودخانه گرگان:

این رودخانه از کوه های شاهانه، گلوداغ و آلباغ از سلسله جبال البرز در شرق دریای خزر سرچشمه می گیرد و در ناحیه شمال خلیج گرگان به دریای خزر می ریزد و با الحاق شعبات متعددی در ایستگاه بصیرآباد سطح حوضه آبریزی برابر ۱۰۱۹۷ کیلومتر مربع را در بر می گیرد. شاخه های مهم رودخانه گرگانرود با آبدی دایمی و حوزه آبریز نسبتاً وسیع و موقعیت توپوگرافی مناسب عبارتند از: قره سو، قره ناوه، کرنکن، چلی چای، مادرسو و غیره، همچنین شاخه های سیلابی با آبدی فصلی و بدون مازاد آب نظیر میان، زرین گل و محمدآباد به این رودخانه مربوط می شوند. با ایجاد سد و شمشگیر بر روی گرگانرود مقداری از آب رودخانه در دریاچه پشت سد ذخیره می شود و در نتیجه تمام آب آن وارد دریا نمی شود.

۲-۲-۴- رودخانه اترک:

سرچشمه این رودخانه از کوه‌های هزارمسجد و لاله رویان در شمال شرقی قوچان است و مسیر آن از شرق به غرب ۵۴۵ کیلومتر طول دارد. رود سومباریا سیمبار که از دامانی کوه و ترکمنستان شوروی آغاز می‌شود در قلعه چات به اترک می‌پیوندد و رود شیرین چای درایران نیز به آن می‌ریزد. رودخانه اترک در جریان خود دو دریاچه تشکیل می‌دهد که به وسیله باتلاق‌هایی با یکدیگر متصل می‌شوند و شاخه‌ها و نهرهای متعددی برای مصارف کشاورزی از آنها جدا می‌شود. رودخانه مزبور در دره تنگی جریان می‌یابد و پس از گذر از قوچان و شیروان به جنوب غربی تغییر مسیر می‌دهد و پس از طی مسافتی در اراضی پست و باتلاقی چلتی اولون با تشکیل دلتایی به خلیج حسینقلی و نهایتاً به دریای خزر می‌ریزد.

۲-۲-۵- رودخانه نکا (نیکا):

این رودخانه از ارتفاعات ۳۷۰۰ متری شاه کوه در جنوب گرگان و گردنه شمشیر برمنشأ می‌گیرد و طی مسیر ۲۰۰ کیلومتری شرقی-غربی خود شعبات و شاخه‌های آبی زیادی را به خود جذب می‌کند. از میان این انشعابات دو شعبه که واجد اهمیت بیشتری هستند به نام آب‌ترود با رود کیا سرراز کوه‌های ابوالقاسم و اندرک سرچشمه می‌گیرند و به نکا می‌ریزند. رودخانه نکا از حوضه آبریزی به وسعت ۱۹۹۲ کیلومتر مربع تغذیه می‌کند و در صیدگاه گوهر بار به دریای خزر سرازیر می‌شود.

۲-۲-۶- رودخانه هراز:

سرشاخه اصلی این رودخانه از کوه‌های امامزاده هاشم آغاز می‌شود. خطوط تقسیم آبهای ارتفاعات البرز در حوزه این رودخانه در شمال، مجاور سرچشمه رودهای حبله رود، جاجرود، و کرج قرار گرفته است که به داخل فلات ایران هدایت می‌شوند و رودخانه هراز در پلور به رودخانه لارملحق می‌شود که خود به علت دارا بودن حوضه آبریز وسیع خود در کوه‌های مرتفع بر مقدار آب آن در این محل می‌افزاید. رودنور نیز در مسیر مستقیم مشرق به مغرب پس از پیوستن به این رودخانه که در جهت جنوبی- شمالی جریان دارد سبب افزایش آب آن می‌گردد. پس از این، رودخانه هراز از کوهستان خارج و به جلگه وارد می‌شود و از شرق آمل می‌گذرد و در ۲۴ کیلومتری این شهر دلتای پهناوری را تشکیل می‌دهد و به پنج شاخه تقسیم می‌شود. یکی از این شاخه‌ها به خاطر عبور از آبادی سرخ رود به همین نام شهرت دارد و چهار شاخه دیگر در فریدون کنار به هم می‌پیوندد و باهم به دریای مازندران

می ریزند. رودخانه مزبور در حدود ۱۵۰ کیلومتر طول دارد و از حوضه آبریزی به مساحت ۴۰۸۶ کیلومتر مربع (تا ایستگاه اندازه گیری کره سنگ) بهره می گیرد و نظام آن نامنظم و در خرداد ماه طغیان زاست.

۲-۲-۷- رودخانه تجن:

این رودخانه از ارتفاعات شاه در، نمازکوه، کوه چهارنو سرچشمه می گیرد و در راستای جنوبی شمالی جریان می یابد و در ۸ کیلومتری جنوب ساری از کوهستان خارج می گردد و پس از گذشتن از شرق ساری در فرح آباد به دریای خزر می ریزد و در حوالی مصب خود به نام رودخانه فرح آباد مشهور است. رودخانه تجن شعبات متعددی مانند گرماب رود، زارم رود، راجیم و سفیدرود را در برمی گیرد و دارای طولی معادل ۱۰۰ کیلومتر و حوضه آبریز گسترده ای به وسعت ۴۰۲۸ کیلومتر مربع است.

۲-۲-۸- رودخانه چالوس:

سرچشمه این رودخانه در نزدیکی ارتفاعات کندوان قرار دارد و در مسیر خود از میان دره های ژرفی می گذرد. رودهای هرسک، انگوران و اولیارود، شعبات مهم رودخانه چالوس به شمار می روند که به طول تقریبی ۸۰ کیلومتر و حوضه آبریزی با مساحت ۱۵۹۳ کیلومتر مربع (تا ایستگاه پل ذغال) را در برمی گیرد و به دریای خزر می ریزد.

۲-۲-۹- پل رود:

این رودخانه در ناحیه غرب گیلان جریان دارد و از ارتفاعات شمال سلسله جبال البرز به نام کوه های در فک و سیاه لان منشأ می گیرد و پس از پشت سرگذاردن مسافتی در غرب گیل کلايه به دریای خزر می ریزد و حوضه آبریز پل رود در حدود ۱۷۲۵ کیلومتر مربع وسعت دارد.

۲-۲-۱۰- رودخانه تالار (میر رود):

سرچشمه این رودخانه از کوه های شهمیرزاد و سواد کوه است و راه آهن شمال از فیروزکوه تا قائم شهر در امتداد آن و مشرف بر دره رودخانه کشیده شده است. رودخانه تالار پس از عبور از قائم شهر و طی مسافتی در حدود ۱۵۰ کیلومتر و دریافت آب مازاد شالیزارها در غرب لاریم به دریای مازندران منتهی می شود. شعبات فرعی متعددی مثل رود کسلیلان با حوضه آبریزی به مساحت ۲۳۵ کیلومتر مربع در شیرگاه، رودهای چرال سرخاب و غیره نیز به این رودخانه افزوده می شوند و سطح حوضه آبریز آن را در کلايه ۲۸۴۵ کیلومتر مربع می رسانند.

۲-۲-۱۱- رودخانه قره‌سو (سیاه‌آب):

این رودخانه از کوه‌های شرق گرگان به نام قلعه کوه و النگ سرچشمه می‌گیرد و شاخه اصلی آن در شمال شهر گرگان قرار دارد و جهت جریان آن شرقی-غربی است ولی منشأ بیشتر شعبات آن پیش از پیوستن به رودخانه قره‌سو از رشته کوه‌های البرز و در راستای جنوبی شمالی است. از شاخه‌های مهم رودخانه مزبور می‌توان رودهای چهل و چهار آب، گرماب و شصت کلا را نام برد. مساحت حوضه آبریز قره‌سو ۱۵۴۵ کیلومتر مربع است.

جدولهای شماره ۶ و ۷ و ۸ به ترتیب مشخصات، حجم کل آبهای وارده به دریا و دبی میانگین سالانه رودخانه‌های مهم حوضه آبریز دریای خزر را در سرزمین ایران نشان می‌دهند. تغییرات ده ساله اخیر حجم کل آبهای وارده به دریا و دبی این رودخانه در جداول مشخص شده است. همان‌طور که در جدول نشان داده شده وسیع‌ترین حوضه آبریز مربوط به رود مرزی ارس و سفیدرود در خاک ایران است. بالاترین حجم کل آب وارده و

جدول شماره (۶): مشخصات رودخانه‌های مهم حوضه آبریز دریای خزر واقع در خاک ایران.

نام رودخانه	نام ایستگاه هیدرولوژی	مساحت حوضه آبریز (کیلومتر مربع)	طول رودخانه (کیلومتر)
ارس	اصلا ندوز	۱۰۰۲۲۰	۱۰۷۲
سفیدرود	آستانه	۵۷۸۸۰	۶۰۰
اترک	آغمزار	۱۲۰۳۷	۵۴۵
گرگان‌رود	بصیرآباد	۱۰۱۹۷	
هراز	کره سنگ	۴۰۸۶	۱۵۰
تجن	کردخیل	۴۰۲۸	۱۰۰
تالار	کیا کلا	۲۸۴۵	۱۵۰
نکا	نوذراآباد	۱۹۹۲	۲۰۰
چالوس	پل ذغال	۱۵۹۳	۸۰
پل رود	طلولات	۱۷۲۵	-
قره‌سو	سیاه‌آب	۱۵۴۵	-

جدول شماره (۷): حجم کل آبهای وارده به دریای خزر (میلیون متر مکعب) به وسیله روشخانه های مهم واقع در خاک ایران، دهه آماری ۶۴-۵۴.

سال آماری آبی	۵۴-۵۵	۵۵-۵۶	۵۶-۵۷	۵۷-۵۸	۵۸-۵۹	۵۹-۶۰	۶۰-۶۱	۶۱-۶۲	۶۲-۶۳	۶۳-۶۴
نام رودخانه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ارس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سفیدرود	۴۵۴۵/۹۹۴	۳۰۲۵/۵۶۵	-	-	-	-	-	-	-	-
اترک	-	۳۳۳۲/۴۶	۳۳۳۵/۲۰	۳۷۸۷/۵۰	۳۷۸۷/۵۰	۸۸۷/۸۶۷	۲۵۵/۰	۲۱۱۲/۹۹۹	۱۴۸۱/۲۰	۱۴۸۱/۲۰
گرگان	-	۲۱۰/۴۳۹	۵۶۶/۹۵	۶۰۳/۴۰۶	۶۲۹/۱۳۹	-	-	۳۱۵/۵۱۴	۱۳۷/۸۰۳	۱۳۷/۸۰۳
هراز	۲۹۳/۳۹۱	۷۶/۲۹۷	۲۶۶/۲۴۵	۵۳۷/۷۴۵	-	۶۲۸/۳۹	۱۳۴/۶۴۲	۲۷۷/۸۷۷	۶۷۳/۳۷۶	۶۷۳/۳۷۶
تجن	۶۳۹/۷۴۹	۱۷۹/۶۱۷	۷۰۸/۳۳۱	۲۱۰/۲۸	-	-	۱۸۷/۸۷۱	۱۷۷/۳۴۳	۵۰۱/۸۱۳	۱۸۷/۳۴۳
تالار	۶۲/۵۲۳	۳۳۵/۱۲۶	۳۱۰/۷۴۴	۵۰۷/۲۵۷	-	-	-	-	-	-
نکا	۵۱۱/۵۲	۳۷۷/۷۸۴	۶۶/۹۳۸	-	-	-	-	۱۰۷/۱۳۱	۶۳۳/۶۵۹	۶۳۳/۶۵۹
چالوس	۵۸۶/۴۸۸	۳۳۶/۰۷۳	۴۱۹/۷۵۰	۴۳۳/۳۰۲	۲۵۲/۶۶۷	۳۶/۷۳۷	۳۴۷/۱۳۳	۳۱۳/۵۲۹	۳۶۷/۶۷۳	۳۶۷/۶۷۳
پل رود	۴۸۶/۴۸۸	۱۳۰/۳۳۳	۲۳۹/۱۶۰	۶۶/۷۹۸	۳۶/۷۸۳	۶۱۱/۳۷	۶۰۲/۳۳۳	۵۶۷/۳۶۷	۵۶۷/۳۶۷	۵۶۷/۳۶۷
قوسه سوز	۶۲/۷۱۹	۱۳/۲۱۱	۱۶۵/۵۰۱	۳۶۹/۶۳	۳۵/۷۴۳	۸۲/۳۷	۱۱۷/۱۵	۱۳/۶۹	۳۱۶/۳۳	۳۱۶/۳۳

جدول شماره (۸): حجم کل آبهای وارده به دریای خزر (میلیون مترمکعب) به وسیله رودخانه های مهم واقع در خاک ایران، دهه آماری ۶۴-۵۴.

سال آماری آبی	نام رودخانه										
	۵۴-۵۵	۵۵-۵۶	۵۶-۵۷	۵۷-۵۸	۵۸-۵۹	۵۹-۶۰	۶۰-۶۱	۶۱-۶۲	۶۲-۶۳	۶۳-۶۴	۱۷۲/۳۹
-	-	-	-	-	۱۷۴	-	-	۱۸۳	-	۱۰۸	سفیدرود
۱۴۳/۷۶	۳۹/۹۴	۹/۱۶	۹/۱۲	۱۰/۳	۱۲/۹۰	۸/۱۰	۵/۸۵	۴/۳	۵/۰	۴/۹۰	اترک
-	-	۱۲/۰۴	۱۲/۰۴	۱۳/۶۱۷	-	-	۷/۳۸۰	۱۲/۸۳	۱۲/۸۳	۱۰/۵۶	گزگان
۱۲/۱۰	۶/۸۳	۶/۸۰	۳/۸۴	۱۶/۵۷۴	۵/۸۷	۴/۳۱	۸/۹۱	۵/۳	۵/۳	۵/۴۳	هراز
۷/۴۶	۳۳/۴۴	۶/۱۰	۶/۱۱	۷/۸۴	-	-	۱۵/۵۰	۱۵/۹۷	۱۳/۹۷	۱۳/۹۷	تجن
۱۲/۹۱	۵/۷۶	۷/۱۷	۶/۷۱	۳/۶۱	-	۱۶/۳	-	-	-	-	تالار
۱۴/۱۵	۳/۳۴	۹/۹۹	۸/۲۶	-	-	-	-	-	-	-	نکا
۲/۰۷	۲/۱۸	۳/۱۷	-	-	-	-	۴/۳۹	۵/۰۸	۵/۰۸	-	چالوس
۱۶/۰۷	۱۱/۵۶	۱۳/۲۶	۱۳/۶۵	۱۱/۰۸	۱۳/۸۰	۱۰/۹۳	۱۱/۵۵	۱۱/۵۳	۱۱/۵۳	۱۲/۸۸	پل رود
۱۵/۳۸	۴/۱۳	۷/۵۹	۶/۱۶	۱۱/۶۰	۱۶/۴۰	۳	۱۵/۱	۳/۴	۳/۴	۵	قره سمر
۱/۹۷	۰/۶۲	۱/۶۰	۲/۰۹	۱/۵۱۲	۱/۹۳۵	۱/۶۶۹	۰/۹۴۲	۱/۳۴۲	۱/۳۴۲	۱/۲۲۳	

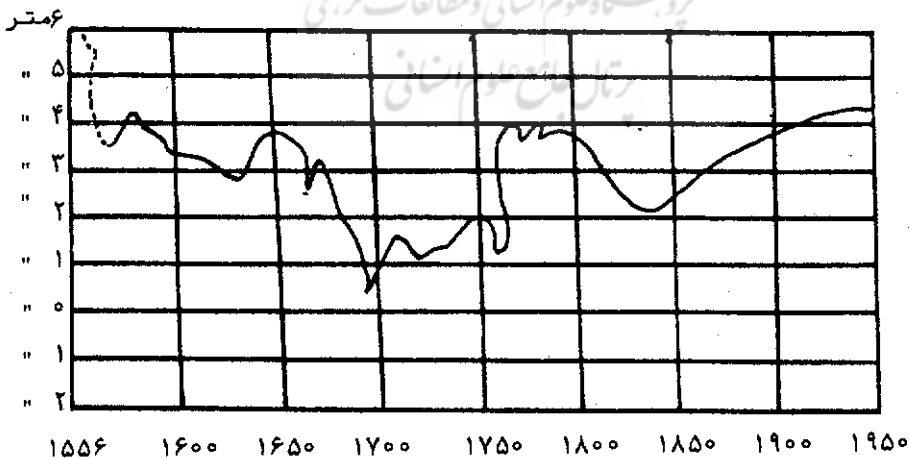
دبی میانگین سالانه درخاک ایران مربوط به رودخانه سفیدرود است.

نوسانات سطح آب در دریای خزر:

یکی از ویژه گیهای بارز دریای خزر نوسانات ادواری سطح آب آن است که طی قرون متمادی عارض شده است. درباره ارتفاع سطح این دریا و تفاوت آن با سطح اقیانوس اعداد متفاوتی ذکر شده است. که این اختلاف مبتنی بر نوسان آب در سنوات گذشته است و از آن جا که اندازه گیریها هر یک در زمانی معین و متفاوت صورت گرفته لذا این اختلاف ارقام وجود داشته است.

در دوران کواترنری (چهارم) و بعد از خاتمه دوره های یخچالی سطح آب در دریای خزر به میزان قابل ملاحظه پایین رفته به طوری که در دوره های یخبندان سطح آب دریای خزر ۵۴ متر بالاتر از سطح فعلی دریای سیاه بوده است. با کاهش تدریجی سطح آب دریای خزر (پسروی دریا) دشتهای مختلفی از آب خارج شده و خلیجها و تالابهایی به وجود آمده اند که خلیج گرگان و تالاب انزلی در خاک ایران می توانند مؤید این موضوع باشند.

حدود دوهزار سال پیش سطح آب دریای خزر نزدیک به ۳۶ متر نسبت به سطح آب دریای آزاد پایین تر بوده و سپس بتدریج بالا آمده و در سده سیزدهم به ۲۰ متر رسیده و بخش بزرگی از فرو رفتگی کاسپین را اشغال نموده است. در سده شانزدهم ارتفاع سطح آب پایین



نمودار شماره (۱): تغییرات سطح آب دریای خزر از سال ۱۵۵۶ تا ۱۹۵۰ میلادی.

افتاده ولی در قرن هفدهم دوباره حدود ۴ متر افزایش یافته است به طوری که تا اوایل قرن نوزدهم بازهم سطح آب حدود ۶ تا ۵ متر نسبت به سطح قبلی بالا تر آمده و از آن پس مرتباً پایین رفته است.

نمودار شماره ۱ این تغییرات را نشان می دهد.

در نقشه برداری که نیمه دوم قرن نوزدهم به عمل آمده سطح متوسط دریا را ۲۶ متر پایین تر از سطح دریای سیاه نشان داده و از آن تاریخ تقریباً تا یک قرن بعد این رقم در تمام نقشه ها به کار رفته است. در سال ۱۹۳۰ به علت ترقی دمای هوا و حرارت سطح آب بازهم پایین رفته و این افت سطح آب تا این زمان تدریجی بوده ولی در سال ۱۹۴۵ سطح آن به ۲۷/۳۹ متر رسیده است. و بموجب اندازه گیری سال ۱۹۷۰ سطح آب دریا به ۲۸ متر پایین تر از سطح آب دریای آزاد رسیده است.

نمودار شماره ۲ تغییرات سطح دریای خزر از سال ۱۸۵۲ تا ۱۹۵۰ و نمودار شماره ۳ آمار تراز سطح آب دریای خزر از سال ۱۹۲۷ تا ۱۹۷۷ را که دارای روند نقصانی بوده و از سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۲ بتدریج بالا آمده است، نشان می دهد.

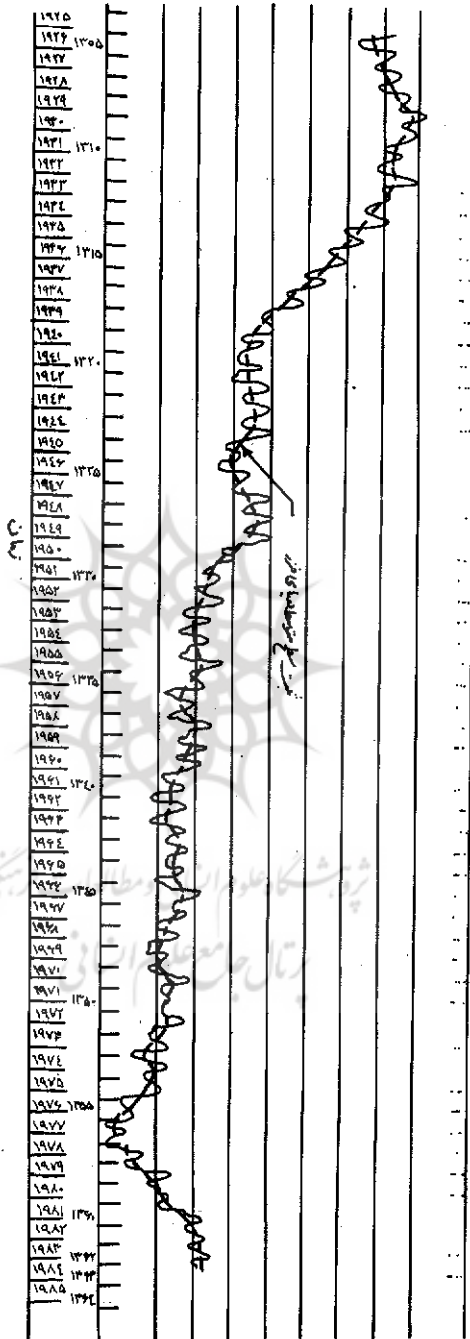
در مورد ارقام فوق باید توجه داشت که میزان آبی که فقط توسط رودها وارد این دریا می شود، در محاسبات متعدد نتایج متفاوت داده است. به طوری که در بعضی مطالعات مقدار آب سالانه وارد به این دریا را ۲۳۲ کیلومتر مکعب و در جای دیگر ۳۸۸ کیلومتر مکعب برآورد نموده اند.

طبق محاسبه وییکو (Voeykove) در جدول شماره ۹ مجموع واردات آب سالانه این دریا چنین نشان داده شده است.

جدول شماره (۹): مجموعه واردات آب سالانه دریای خزر طبق محاسبه وییکو.

عوامل آب دهنده	مقدار آبدهی سالانه (به کیلومتر مکعب)	مقدار افزایش ارتفاع سطح (سانتیمتر)
رود ولگا	۲۹۱	۶۶/۴
رودخانه های دیگر	۹۷	۲۲
نزولات جوی	۸۸	۱۹/۱
جمع سالانه	۴۷۶	۱۰۷/۵

نمودار شماره (۳۸): منحنی تراز میانگین سالانه سطح آب دریای خزر از سال ۱۹۲۷ تا ۱۹۸۴ میلادی



پرفسور کنی پوویچ که سالهای زیادی در این دریا به تحقیق پرداخته، طبق مدارک و آمار ۱۹ ساله نشان داده است که رودولگا به تنهایی سالانه ۳۰۱/۲۱ کیلومتر مکعب آب به این دریا می ریزد. جدول شماره ۱۰ محاسبه و توزیع واردات این دریا را در سال ۱۹۱۴-۱۹۱۵ نشان می دهد.

جدول شماره (۱۰): توزیع واردات دریای خزر در سال ۱۹۱۴-۱۹۱۵ میلادی.

نام رودخانه	مقدار آب دهی سالانه (به کیلومتر مکعب)	مقدار افزایش ارتفاع سطح (سانتیمتر)
رودخانه ولگا	۳۰۱/۲۱	۶۹
رودخانه کوریا اارس	۱۷/۳۸	۴
رودخانه های دیگر	۱۳۵/۲۵	۳۱
نزولات جوی	۱۱۳/۴۵	۲۶
جمعا	۵۶۷/۲۹	۱۳۰

به طور کلی تغییرات سطح آب دریای خزر به سه صورت ممکن است اتفاق بیفتد.

۱- تغییرات موقتی:

این تغییرات ممکن است در اثر وزش باد و جریانات دریایی صورت گیرد. به خصوص در سواحل شمالی دریای خزر تجربه نشان داده است که باد شمال غربی امکان دارد آب دریا را عقب براند و در اطراف جزایر نزدیک ساحل آب را تا دو متر پایین ببرد و یا بادهای جنوب شرقی تا دو متر سطح آب را بالا آورد. دیگر این که آب رودخانه ولگا هنگام ورود به دریای خزر به دو قسمت تقسیم می شود. قسمتی از آن در امتداد ساحل غربی به سمت جنوب می آید و قسمت دیگر در طول کرانه شمالی دریا به طرف شرق می رود و بدین ترتیب در قسمت شمالی دو چرخه کوچک مستقل به وجود می آید که یکی از آنها در شمال غربی و دیگری در شمال شرقی بالای فرورفتگی اورال قرار دارد. به علت عمق کم ناحیه شمالی دریای خزر جهت جریان چرخه ای بر اثر وزش بادهای شدید به خصوص هنگام تابستان تغییر

می‌کند. حتی ممکن است جریانهای دریایی بخش شمالی خزر در زمستان که سطح آب از یخ پوشیده می‌شود به کلی با آنچه که ذکر شد تفاوت داشته باشد.

در بخش جنوبی دریای خزر نیز جریان چرخه‌ای دیگری وجود دارد.

بدین صورت که قسمتی از آب چرخه مرکزی که در امتداد ساحل غربی جریان دارد در مجاورت شبه جزیره آبخوران از ساحل غربی دور شده مستقیماً به سمت شرق رانده می‌شود و در نتیجه جریان چرخه‌ای مزبور به وجود می‌آید.

در فصل زمستان درجه حرارت طبقات سطح آب به علت سردی هوا و وزش بادهای ساحلی به شدت پایین می‌آید و از آنجا که طبقات زیرین گرمتر است، جریانی بین طبقات سطحی و قسمت ژرف برقرار می‌شود و آب این دو بخش کاملاً با یکدیگر مخلوط می‌گردد.

این جریانات چرخه‌ای به خصوص در بخش مرکزی و جنوبی دریای خزر اهمیت زیادی دارد. در این جریانات، آب در حول یک محور عمودی به چرخش درمی‌آید و دارای یک مرکز ثابت است که نیروی محرک اصلی آنها حرکت وضعی زمین می‌باشد و جهت دوران آنها مطابق جهت گردش عقربه ساعت و به سمت راست است.

به علاوه جریانهای چرخه‌ای کوچکتری نیز در این دریا مشاهده می‌شود. سرعت سیر آب این جریانات در حدود ۲۰ سانتیمتر در ثانیه (۷۲۰ متر در ساعت) است.

نقشه شماره ۶ وضعیت جریانهای سطحی دریای خزر را در قسمتهای مختلف آن نشان می‌دهد. همان‌طور که از نقشه استنباط می‌شود گردش جریان اصلی بدین قرار است که در طول کرانه شرقی از جنوب به سمت شمال می‌رود و در قسمت شمال بخش میانه دریا به غرب برمی‌گردد و پس از رسیدن به کرانه غربی به سمت جنوب برمی‌گردد و از طول کرانه غربی پایین می‌آید و در کرانه جنوبی به سمت شرق منحرف می‌شود و از طول سواحل ایران می‌گذرد و در کرانه شرقی به سوی شمال منحرف می‌شود و مجدداً گردش دورانی را شروع می‌دهد.

۲- تغییرات فصلی:

این تغییرات در اثر طغیان رودخانه‌ها و فصول مختلف سال صورت می‌گیرد و امری است که در تمام دریاچه‌های دنیا مشاهده می‌شود. یعنی مقدار آب در فصل پربابی افزایش

می یابد و معادل همین مقدار نیز در فصل کم آبی سطح آب پایین می رود. تصویر شماره ۴ رنگی مجازی ماهواره لندست تغییرات فصلی را در ضلع جنوب شرقی دریای خزر در فصول مختلف سال نشان می دهد.

همان طور که این تصاویر متوالی نشان می دهد ماکزیمم آب ورودی در زمستان اتفاق می افتد و در این فصل منابع آبی منطقه غنی است و در فصول تابستان و پاییز در این منطقه منابع آبی حداقل آب را دارا هستند. به طور کلی روند افزایش حجم آب این منطقه از بهمن تا اردیبهشت و روند کاهش حجم آنها از اردیبهشت تا آذرماه است. نقشه شماره ۷ تغییرات سطح آب را در فصول خشک و پرآبی که بر اساس تصاویر ماهواره ای لندست در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ تهیه شده، نشان می دهد.

۳- تغییرات درازمدت:

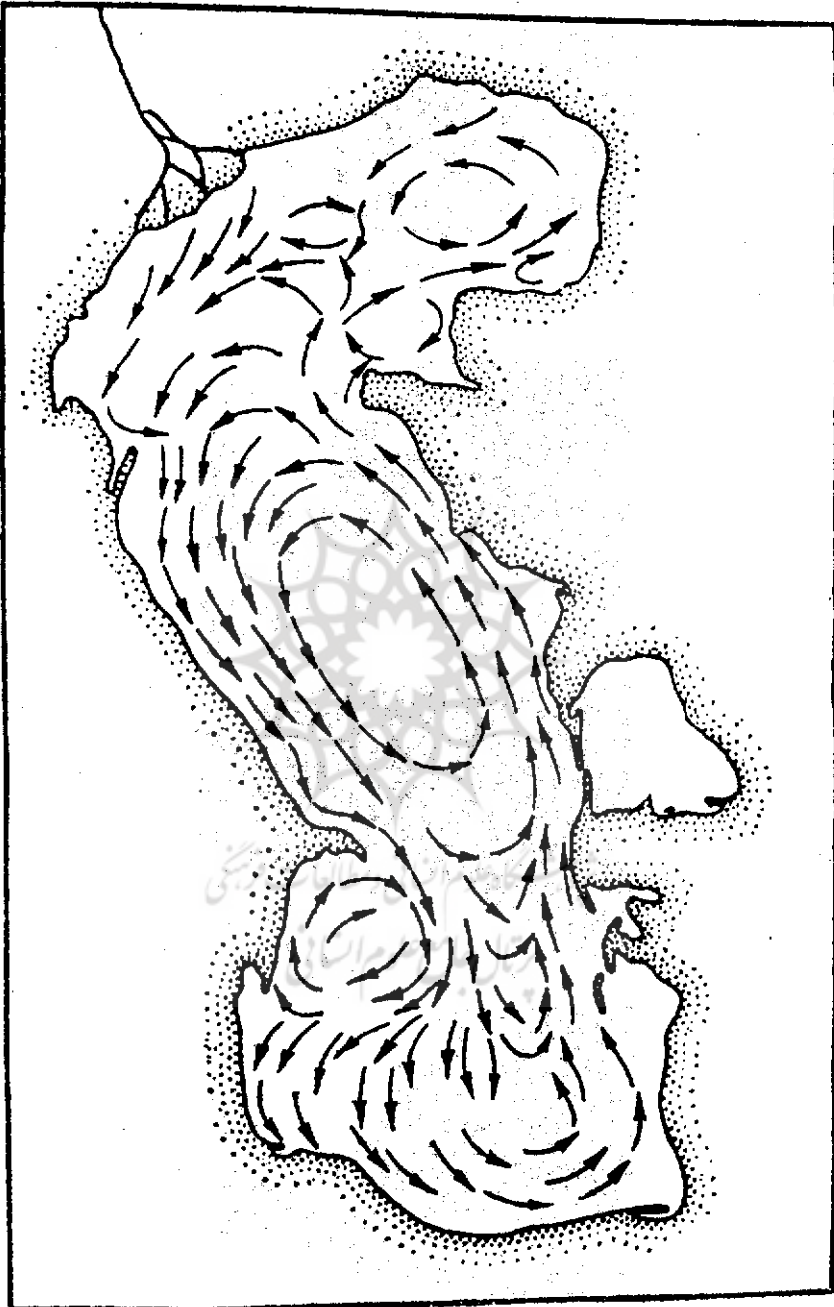
یکی از عوامل مؤثر در این تغییرات، تغییر شرایط جوی است. زیرا عدم تعادل بین حجم آب وارداتی از طریق نزولات جوی و مقدار تبخیر (آبی که در اثر تابش اشعه آفتاب تبخیر می شود) می تواند نوساناتی در سطح آب ایجاد کند. دیگر عوامل زمین شناسی از قبیل بالا آمدن و یا فرورفتن کف دریا و همچنین آتشفشانها نیز تأثیر مهمی در این امر دارند. به عنوان مثال در سال ۱۹۵۰ جزیره کوچکی در اثر آتشفشان در جنوب غربی باکوبه وجود آمده است.

اصولاً به این نکته باید توجه داشت که کلیه تغییرات سطح دریا در جاهایی به خوبی محسوس است که عمق دریا و یا دریاچه کم باشد و در نتیجه تغییر مختصری در سطح آب باعث از زیر آب در آمدن و یا به زیر آب رفتن اراضی اطراف می شود. بنابراین این گونه نوسانات جزئی سطح آب را باید در سواحل کم عمق شمال دریای خزر که در خاک کشور شوروی واقع است جستجو نمود. در قسمت عمده سواحل ایرانی دریا که عمق نسبی زیادی دارند، این تغییرات جزئی نمی تواند در وضع آب دریا اثر بارزی از خود باقی گذارد.

نقشه شماره ۸ تغییرات مختصر سطح آب را در شمال شرقی دریای خزر بین سالهای ۱۹۳۰ و ۱۹۵۱ به علت کم عمق بودن این ناحیه بخوبی نشان می دهد.

تغییرات سطح آب دریا معلول عوامل طبیعی و مصنوعی زیادی است که مهمترین آنها

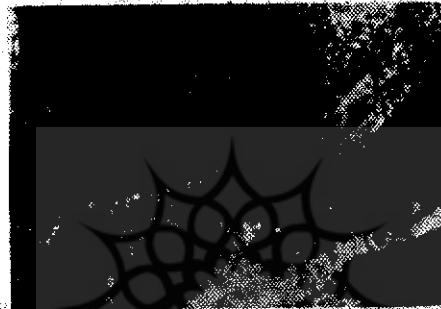
عبارتند از:



نقشه شماره (۶): وضعیت جریانهای چرخشی سطحی دریای خزر در بخش‌های مختلف آن



۱۳ می ۱۹۷۳



۲۹ جون ۱۹۷۶

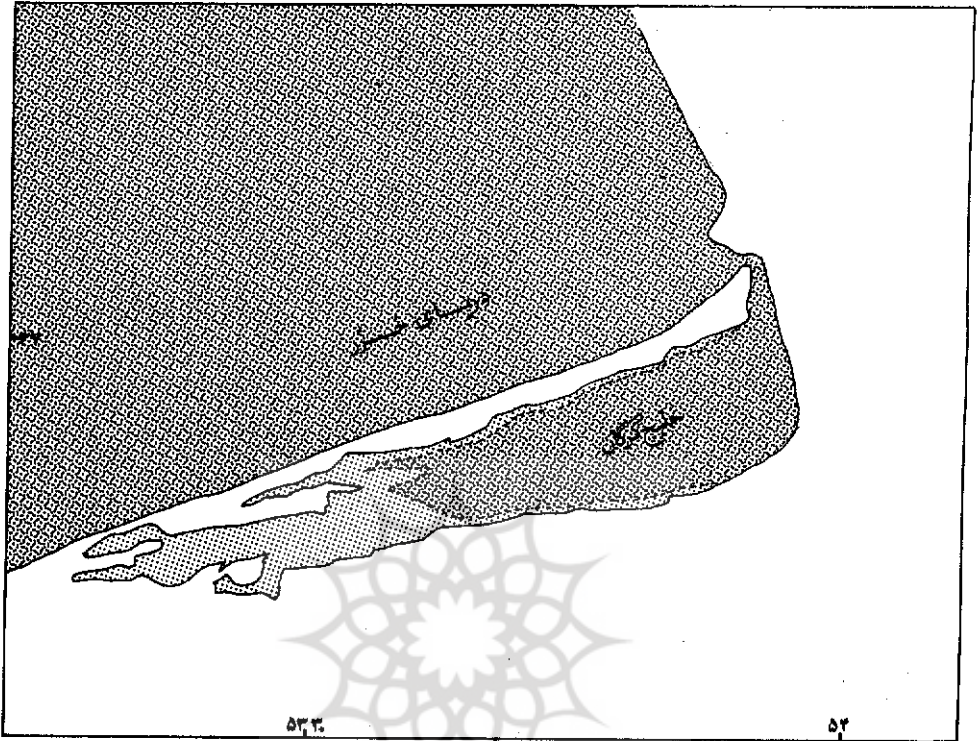


۳ نوامبر ۱۹۷۶



۱ مارس ۱۹۷۵

تصویر شماره (۴): تغییرات فصلی در ضلع جنوب شرقی دریای خزر بر روی تصاویر ماهواره ای لندست

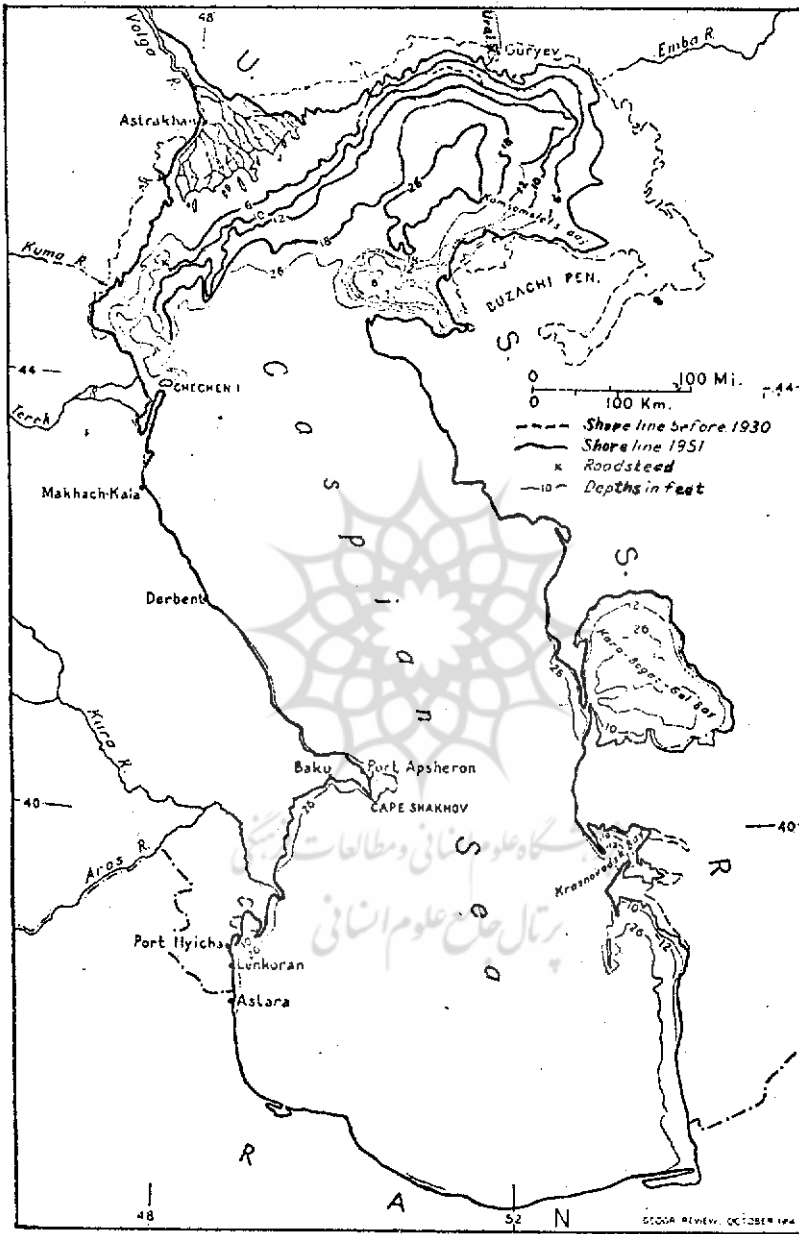


نقشه شماره (۷): تغییرات سطح آب در فصول خشک و بی‌آبی براساس تصویر ماهواره‌ای لندست در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ در منطقه خلیج گرگان

- ۱- میزان استفاده از آب رودخانه‌هایی که به این دریا می‌ریزند.
- ۲- احداث سد های هیدروالکتریکی در مسیر رودخانه‌هایی که به دریای خزر منتهی می‌شوند و میزان ذخیره آب در دریاچه‌های پشت این سدها.
- ۳- جنبشهای پوسته خارجی زمین و تغییرات ناشی از چین خوردگیهای طولی ناحیه جنوبی دریا و جنبشهای عمودی در ناحیه جنوبی.

۴- تغییرات جوی.

با توجه به نمودار شماره ۳ آنچه که مربوط به بالا آمدن آب دریای خزر از سال ۱۹۷۷ به بعد می‌باشد به شرح زیر است:



نقشه شماره (A): تغییرات سطح آب در قسمتهای کم عمق دریای خزر
بین سالهای ۱۹۳۰ و ۱۹۵۱ میلادی

۱- افزایش حجم آبهای رسیده به دریای خزر توسط رودخانه های حوضه آبریز:

رودخانه های زیادی از حوضه آبریز دریای خزر سرچشمه می گیرند و بدان می ریزند که در سالهای اخیر دولت شوروی برای افزایش حجم آب وارداتی آنها طرحهای زیادی را در دست اجرا گرفته است. از جمله طرح افزایش آب رودخانه ولگا که بیشتر از دیگر رودها حائز اهمیت تشخیص داده شده است، زیرا که حدود ۷۸ درصد از آبهای جاری به دریای خزر متعلق به این رودخانه است.

این طرح برای انحراف آب از سایر حوزه های رودخانه های شمالی از جمله پچورا و ویچگدا به سمت ولگا است که طرح ساده و کم خرج بوده و تا اواخر سال ۱۹۷۶-۷۷ به پایان رسیده است. طبق محاسبه دقیقی که به عمل آمده است، به موجب این طرح می توان در سال معادل ۳۷ کیلومتر مکعب آب به دریای خزر وارد کرد که این مقدار به نظر می رسد تا حدودی در بالا آمدن سطح آب مؤثر بوده است. دیگر این که انتقال آب از طریق دریاچه های Laka و Vozlia معادل سالانه ۲ کیلومتر مکعب و از رودخانه های Verkhnyaya Sukhona معادل سالانه ۴ کیلومتر مکعب از راه رودخانه Sekсна به ولگا است.

۲- کنترل جریانهای ورودی دریای خزر به خلیج قره بغاز گل:

خلیج قره بغاز که از لحاظ لغوی به معنای تنگه سیاه است قسمتی از دریاست که در بخش مرکزی کرانه شرقی، در صحرای خشک ترکستان پیش رفته است. کرانه های شمالی این خلیج مجاور جمهوری قزاقستان و جنوب آن در ناحیه ترکمنستان شوروی قرار گرفته است. آب این خلیج به علت هوای گرم و خشک منطقه و وزش بادهای گرم صحرای قره قوم دارای تبخیر زیادی است، که این تبخیر شدید موجب نقصان سطح آب آن شده است و در نتیجه آب آن به واسطه تبخیر، شور و غلظت آن بسیار بالاست. در نتیجه این تبخیر شدید و دائمی، نمک محلول آب خلیج همواره ته نشین و انباشته می گردد. این نمک با ترکیب Na_2SO_4 بسیار مرغوب است، در صنایع شیمیایی اهمیت زیادی دارد و غنی ترین معدن سولفات دوسود دنیا به حساب می آید.

میزان تبخیر سالانه این خلیج در سال ۱۹۷۲ قبل از احداث سد در محل دهانه آن حدود ۱۳۰ سانتیمتر (۱۵۰ اینچ) بوده است.

جریان ورودی آب از طریق این دریا به خلیج قره بغاز از یک معبر باریک صورت می گیرد که در سال ۱۹۲۹ سطح خلیج حدود ۱۸۳۴۶ کیلومتر مربع یا $\frac{1}{4}$ سطح دریای آزوف

و عمق آن معادل ۶ الی ۱۰ متر و حجم آبی برابر با ۱۸۳ کیلومتر مکعب داشته است. در آن زمان سالانه معادل ۲۶ کیلومتر مکعب آب از طریق دریای خزر به خلیج قره‌بغاز جریان داشت که این مقدار معادل کل جریان سالانه رودخانه‌های کورا و ترک بوده است.

در دوم مارس ۱۹۸۰ به منظور ایجاد تعادل میان سطح آب خلیج و دریای خزر و صرفه‌جویی در مقدار قابل توجهی آب در دریای خزر، سد مستحکمی در دهانه این خلیج بسته شده است. با این ترتیب از ورود جریان آب دریا به میزان گذشته به آن جلوگیری به عمل آمده و نهایتاً از تبخیر کل آب دریا کاسته شده است. ضمناً برای از دست نرفتن صنعت شیمیایی که از نمک حاصل در این خلیج تغذیه می‌کند، ورود فقط مقدار ۵ الی ۵ کیلومتر مکعب آب به داخل آن کافی است.

تصویر شماره ۵ خلیج قره‌بغاز را در تاریخ ۲۲ اوت ۱۹۷۸ بر روی تصویر ماهواره‌ای لندست قبل از بستن سد بر دهانه آن نشان می‌دهد.

تصویر شماره ۶ خلیج قره‌بغاز را در تاریخ ۲۳ اوت ۱۹۸۷ بر روی تصویر ماهواره‌ای نوآ بعد از بستن سد (محل سد با علامت فلش مشخص است) بر دهانه آن نشان می‌دهد. همان‌طور که از مقایسه این تصاویر استنباط می‌شود حجم آب وارده به داخل خلیج کاهش یافته است و متأسفانه چون این تصاویر فاقد تصحیحات هندسی است نمی‌توان میزان سطح آب داخل آن را تعیین نمود.

۳- تغییرات جوی: روش‌گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

وجود زمستانهای سخت و سرد در ولگای علیا و باران سالانه و ذوب برف در حوضه وسیع آن و بطور کلی افزایش مقدار بارندگی در دریای خزر به نسبت تبخیر سطح آن، که حاصل فزونی بارندگی و نتیجهٔ ازدیاد آب وارداتی در رابطه با تبخیر سالانه است یکی دیگر از عوامل مؤثر در نوسان سطح آب دریای خزر است.

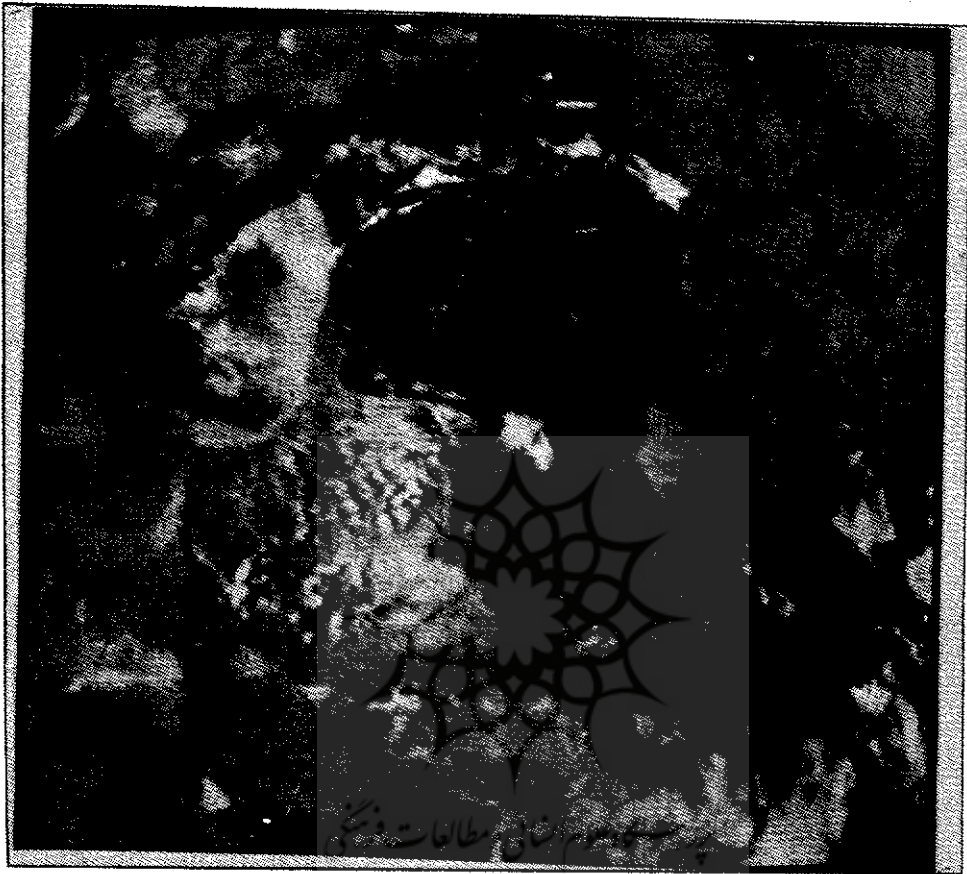
تصاویر شماره ۷ و ۸ ماهوارهٔ هواشناسی نوآ ۹ وضعیت ابری منطقه را در تاریخهای ۲۹ شهریور ۱۳۶۵ و ۲۳ شهریور ۱۳۶۶ نشان می‌دهد. بدیهی است اگر تصاویری تکراری و مربوط به قبل از نوسانات اخیر از منطقه در دست بود، بررسی تغییرات پوشش ابری و انواع ابرها و حجم پوشش آنها و غیره به وسیله هواشناسان مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفت.



تصویر شماره (۵): گذر ۱۷۴ ماهواره لندست (HDDT) از خلیج قره‌بغاز در تاریخ ۲۲ اوت ۱۹۷۸ قبل از بستن سد بردخانه آن و کنترل میزان آب وارده از دریا به خلیج

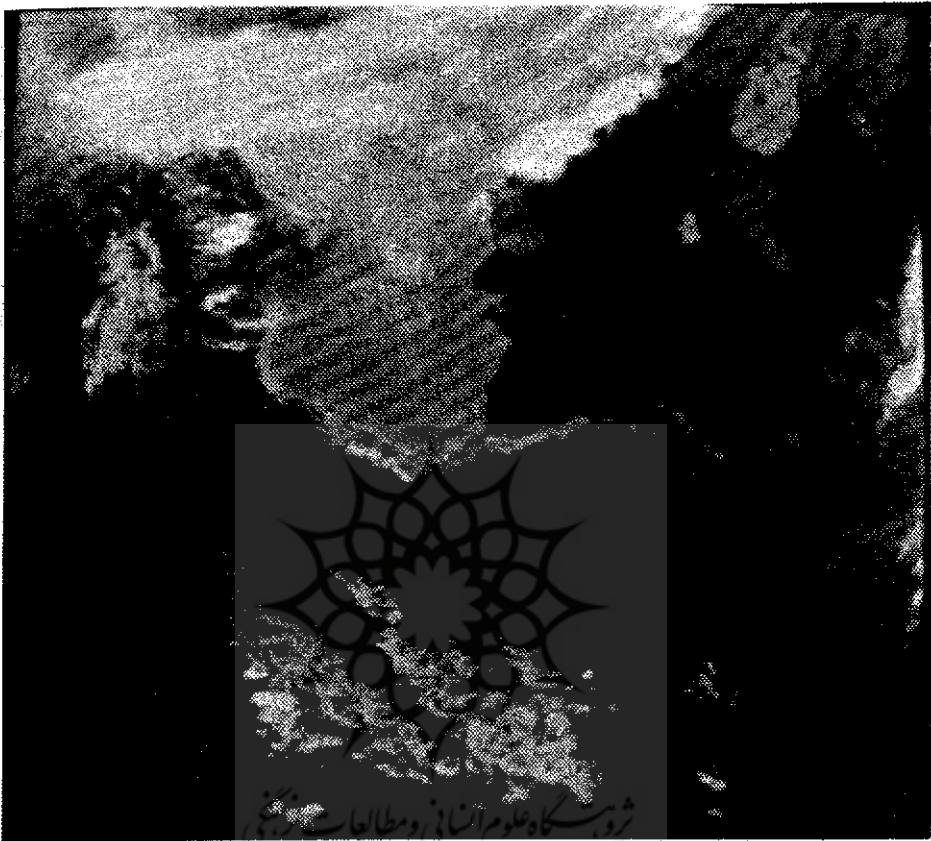
بحث و نتیجه گیری:

دریای خزر از دیرباز دارای نوسانات سطح آب بوده است. در این نوسانات عوامل طبیعی چون پایین رفتن و بالا آمدن کف دریا، آتشفشان، تغییرات جوی و عوامل مصنوعی چون اجرای طرحهای مختلف از جمله احداث سدها بر روی رودخانه‌های حوضه آن، تغییر



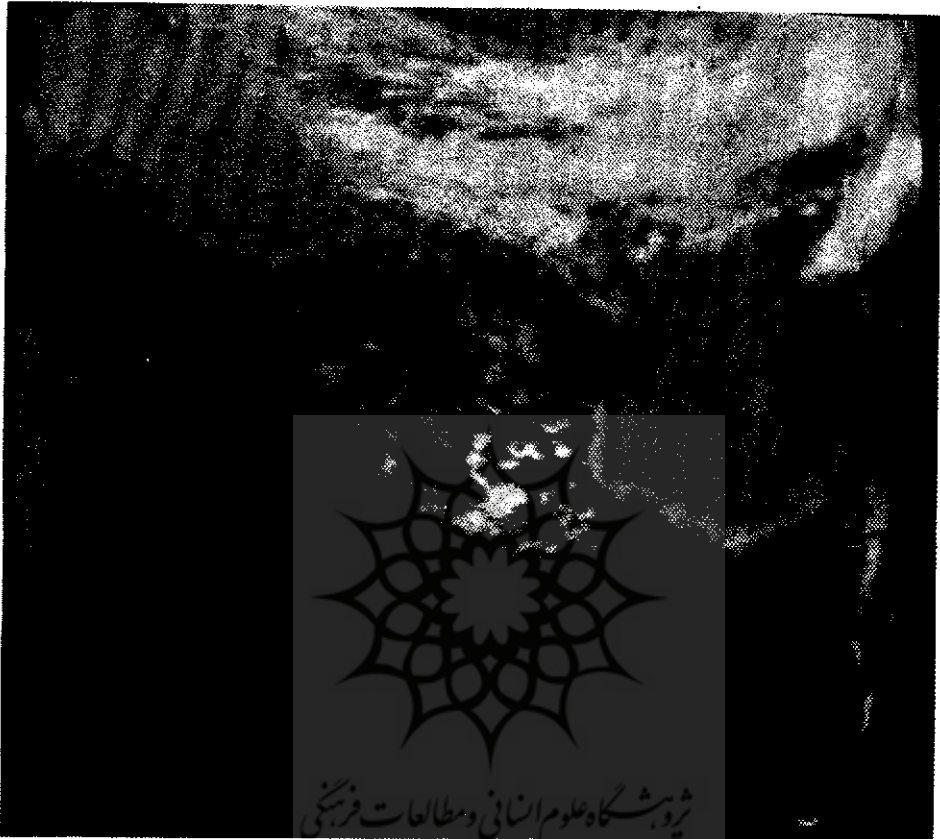
تصویر شماره (۶): خلیج قره‌بغاز که قسمت عمده آن خشک شده است در تاریخ ۲۳ اوت ۱۹۸۷ بر روی تصویر ماهواره هواشناسی نوآ (AVHRR) بعد از بستن سد و کنترل آب داخل خلیج.

حجم آب وارده از رودخانه‌ها به دریا و کاهش تبخیر، اثر داشته است. در سالهای گذشته به علت ایجاد طرحهای آبیاری عظیم بر روی اغلب رودخانه‌هایی که به دریای خزر منتهی می‌شود، و تکمیل تدریجی این طرحها و بستن سدهای متعدد بر روی رودخانه‌های این حوضه برای مصرف آب آنها در زمینه احیای اراضی بایر و توسعه کشاورزی در اتحاد شوروی، اثراتی در وضع کاهش ارتفاع سطح آب دریا مشهود بوده است. علاوه بر آن عامل افزایش تبخیر به تناسب بالا رفتن درجه حرارت، در این کاهش



تصویر شماره (۷): وضعیت ابری منطقه در تاریخ ۲۹ شهریور ماه ۱۳۶۵

نقش داشته است. بر این پایین رفتن سطح دریا دونتیجه مستقیم متصور است: یکی جغرافیایی است که در نتیجه آن تغییر کلی در مساحت دریا و خشکی آب و هوای نواحی مجاور سواحل حاصل شده و در این رابطه شکل کرانه‌های دریا نیز تغییر یافته است و دیگری اقتصادی است یعنی آنچه که از نظر زندگی عملی، شایان توجه بیشتری است. مهمتر از آن تغییر وضع کشتیرانی و حمل و نقل دریایی و بنادر است. زیرا با کم شدن عمق و یا خشک شدن نواحی ساحلی نه فقط وقفه در کشتیرانی حاصل می‌گردد، بلکه تأسیسات بندری از قبیل باراندازها و اسکله‌ها و امثال آنها می‌تواند از خیر انتفاع ساقط شود و در نتیجه مراکز



تصویر شماره (۸): وضعیت ابری منطقه در تاریخ ۲۳ شهریور ماه ۱۳۶۶

بندری وضع خود را از دست می دهد. در این صورت نیازمندیهای اقتصادی ایجاب می کند که بنادر جدیدی در نقاط دیگر به وجود آید که مستلزم هزینه های گزاف سرمایه گذاری است و احتمالاً مقرون به صرفه نخواهد بود.

مع هذا چون عمق بخش جنوبی دریا که در مجاورت خاک ایران قرار دارد زیاد است و در نتیجه مشکلاتی از قبیل آنچه که ذکر شد برای کشور ایران به وجود نمی آید. اما از آنجا که سواحل مربوط به اتحاد جماهیر شوروی کم عمق است این مشکل در گذشته به نحو بارزی عرض وجود کرده است؛ به منظور رفع آن دولت شوروی در سالهای اخیر اقدام به

مطالعات و سرمایه گذاریهای معتنا بهی نموده است. در نتیجه طرحهای عظیمی را در زمینه افزایش آب وارداتی دریای خزر به مرحله اجرا درآورده و بعضاً به پایان نیز رسانیده است. از جمله انحراف چندین مسیر رودخانه از حوضه های شمالی به رودخانه های ولگا و کوما و دیگر رودخانه های حوضه و ایجاد هماهنگی بین این امر و مسئله رشد و توسعه آبیاری منطقه و مسدود ساختن و کنترل مجرای خلیج قره باغاز گل به منظور کاهش میزان تبخیر آن.

علاوه بر تمهیدات فوق عوامل جوی از جمله تغییرات آب و هوایی ناحیه علیای ولگا در افزایش میزان آب وارداتی دریا مؤثر بوده است. تا کنون درباره کاهش سطح آب و زیانهای حاصل از آن سخن رفت، اما باید توجه داشت که افزایش بی برنامه سطح آب دریای خزر نیز به نوبه خود می تواند فاجعه آفرین باشد و عمق این فاجعه بیشتر در نواحی جنوبی دریا به عبارت دیگر سواحل ایرانی آن محسوس خواهد بود زیرا این افزایش می تواند مشکلات اجتماعی و اقتصادی بزرگی برای ساکنان این بخش دریا ایجاد نماید و بسیاری از مراکز اقتصادی و جمعیتی آن را به زیر آب برد. برای جلوگیری از این زیانها باید حتی المقدور در جهت تثبیت آب دریای خزر اقدام نمود. در این رابطه طبق محاسبه کنی پووچ در سال ۱۹۱۴-۱۵ اگر مقدار آب سالانه وارد شده به دریای خزر حدود ۵۶۷ کیلومتر مکعب باشد افزایش ارتفاعی برابر با ۱۳۰ سانت خواهد داشت چون گزارشهای موجود افزایش ارتفاع سطح آب دریای خزر را طی سالهای بعد از انقلاب به حدود ۱۲۵ سانت گزارش نموده اند بنابراین انتظار می رود که حجم آبی معادل حدود ۵۴۵ کیلومتر مکعب به آب دریای خزر توسط عوامل مختلفی که در این گزارش ذکر گردید افزوده شده است و در صورت موجود بودن نقشه های توپوگرافی بزرگ مقیاس از منطقه که خطوط تراز بر روی آنها کاملاً مشخص شده باشد می توان تأسیسات ساحلی و مراکزی که در معرض هجوم آب قرار خواهند گرفت به خوبی تعیین نمود.

گذشته از مسأله فوق در اختیار داشتن اطلاعات ماهواره ای لندست در تاریخهای قبل از اجرای این طرحها و بعد از اجرای آنها جهت بررسی انحراف مسیر رودخانه ها، تعیین مساحت دریا و وسعت حوضه آبریز رودخانه های آن و میزان کنترل تبخیر در خلیج قره باغاز و برآورد سطح آن و همچنین داشتن گذرهای ماهواره هواشناسی نوا بخصوص از منطقه ولگا می تواند جهت بررسی منشأ ابری، نوع ابر، جهت حرکت توده های ابری و مقدار بارندگی میزان ابر و بطور کلی وضعیت جوی منطقه مفید باشد.

در این گزارش به علت عدم و یا ضعف اطلاعات و آمار کافی، امکان بررسیهای کمی و کیفی دقیق موجود نبوده است؛ بویژه ضرورت دسترسی به اطلاعات خارج از مرز ایران یعنی قسمت عمده دریا که واقع در خاک شوروی است، برای مطالعات بیشتر اجتناب ناپذیر است، ضمناً با توجه به کوچک بودن مقیاس تصاویر و عدم تصحیحات کافی نمی توان دقیقاً میزان آب بالا آمده در سالهای اخیر و حدود و ثغور سطح زیر آب رفته را ارزیابی نمود و نمایان ساخت نیل به این هدف با اطلاعات مناسب و عکسهای هوایی جدید و مشاهدات عینی از منطقه نیازمند است. اما با این همه و با همین حجم اطلاعات می توان تا حدودی به تغییرات سطح آب و آثار این افزایش در اعماق کم قسمتهای اطراف دریا در فصول مختلف سال پی برد و عوامل مؤثر در این تغییرات را بررسی کرد.

فهرست منابع:

- ۱- بریمانی، احمد: دانشگاه تهران، دریای مازندران.
- ۲- محمودزاده، کمال: شناخت دریای مازندران و پیرامون آن.
- ۳- گنجی، محمد حسن: ۱۳۵۳، ۳۲ مقاله جغرافیایی.
- ۴- ثابتی، حبیب الله: تهران ۱۳۴۸، بررسی اقالیم حیاتی ایران.
- ۵- مرکز هماهنگی مطالعات محیط زیست، دانشگاه تهران، مهرماه ۱۳۵۴، گزارش نخستین سمینار بررسی مسائل پوشش گیاهی ایران.
- ۶- اداره کل آبهای سطحی، وزارت آب و برق، آمار و اطلاعات در مورد رودخانه های حوزه آبریز دریای خزر.
- ۷- سازمان هواشناسی کشور، وزارت راه و ترابری، ۱۳۵۰-۵۱ و ۱۳۴۹-۵۰، سالنامه هواشناسی.
- ۸- گزارشات مرکز مطالعات و تحقیقات شیلات شمال.
- ۹- فرهنگ، بیژن: ۱۳۶۶، وزارت نیرو، تغییرات سطح آب دریای خزر.
- ۱۰- سالنامه آماری ۱۳۶۳، سال ۱۳۶۴، مرکز آمار ایران، وزارت برنامه و بودجه.
- ۱۱- مدیریت منابع آب، وزارت برنامه و بودجه، مهرماه ۱۳۵۱، ارزیابی وضع موجود و امکانات توسعه منابع آب منطقه شمال جلد اول.
- ۱۲- کردوانی، پرویز: تهران ۱۳۶۳، منابع و مسائل آب در ایران جلد اول.
- ۱۳- National Geographic Atlas of the world, Fourth Edition, Washington, 1975.