

بررسی آثار زیست‌محیطی روند کاهشی تراز سطح آب دریای خزر



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۸۷۸
کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۵/۱۳

عنوان گزارش:
بررسی آثار زیست‌محیطی روند کاهشی تراز سطح آب دریای خزر

نوع گزارش:
 طرح/لایحه راهبردی نظارتی پیش نویس قانونی

نام دفتر:
مطالعات زیربنایی (گروه محیط زیست)

تهیه و تدوین کنندگان:
الهه سلیمانی، میترا چراغی (گروه محیط زیست)

مدیر مطالعه:
الهه سلیمانی

ناظران علمی:
محمدحسن معادی رودسری، حبیب‌اله ظفریان ریگی

اظهار نظر کنندگان داخل مرکز:
محمدتقی فیاضی، محمدحسین معماریان (دفتر مطالعات بخش عمومی)، فاطمه حاجی‌زاده، امین پژمان (دفتر مطالعات حقوقی)، محمد آدمی ابرقویی (دفتر مطالعات حقوقی)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:
امید صدیقی (مدیرکل دفتر بررسی و مقابله با آلودگی‌های دریایی سازمان حفاظت محیط زیست)

گرافیک و صفحه آرایی:
حمیده سادات وفایی

ویراستار ادبی:
سیده مرضیه موسوی راد



واژه‌های کلیدی:
۱. دریای خزر
۲. آثار زیست‌محیطی

تاریخ شروع مطالعه:
۱۴۰۳/۱۲/۰۱



فهرست مطالب

| | |
|---|----|
| چکیده | ۶ |
| خلاصه مدیریتی | ۷ |
| ۱. مقدمه | ۹ |
| ۱-۲. سوابق مطالعاتی (ترجیحاً در مرکز) | ۱۴ |
| ۲. پیشینه | ۱۴ |
| ۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب‌شناسی | ۱۶ |
| ۱-۳. ورودی آب | ۱۸ |
| ۳. عوامل مؤثر بر نوسانات سطح آب دریای خزر | ۱۸ |
| ۲-۳. تغییرات اقلیمی | ۲۱ |
| ۳-۳. فعالیت‌های انسانی | ۲۲ |
| ۳-۴. فعالیت‌های زمین‌ساختی (زلزله) | ۲۳ |
| ۱-۴. محیط ساحلی | ۲۳ |
| ۴. آثار زیست‌محیطی نوسانات سطح آب دریای خزر | ۲۳ |
| ۲-۴. تأثیر بر مناطق دلتایی | ۲۴ |
| ۳-۴. تأثیر بر تالاب‌ها و جانوران | ۲۶ |
| ۴-۴. محیط دریایی | ۲۸ |
| ۵. پیامدهای اجتماعی و اقتصادی کاهش سطح آب دریای خزر | ۲۸ |
| ۶. پیامدهای امنیتی و ژئوپلیتیکی کاهش سطح آب دریای خزر | ۳۰ |
| ۷. آثار جهانی تغییر سطح دریای خزر | ۳۰ |
| ۸. جمع‌بندی و پیشنهادها | ۳۱ |
| منابع و مأخذ | ۳۴ |

فهرست شکل‌ها

| | |
|---|----|
| شکل ۱. الف) نقشه موقعیت دریای خزر و حوضه‌های آبی پیرامون آن و ب) حوزه آبخیز دریای خزر | ۱۰ |
| شکل ۲. نمودار منحنی تراز آب دریای خزر در طی اندازه‌گیری دستگاهی | ۱۱ |
| شکل ۳. نمودار تراز آب دریای خزر در ۱۰ هزار سال گذشته | ۱۲ |
| شکل ۴. نمودار دبی کل رودخانه‌های اورال، تَرک، کورا، سفیدرود، پلرود، هراز و چالوس به دریای خزر ($\text{km}^3 \text{y}^{-1}$) | ۲۰ |
| شکل ۵. نمودار دبی سالیانه رودخانه ولگا بر حسب کیلومتر مکعب در سال ($\text{km}^3 \text{y}^{-1}$) | ۲۱ |
| شکل ۶. نمودار روند زمانی ضریب رواناب و ناهنجاری‌های دمای هوا در حوضه رودخانه ولگا برای دوره ۱۹۳۸-۲۰۲۰ | ۲۲ |
| شکل ۷. نقشه جنوب شرق دریای خزر که در آن تالاب حسن‌قلی و تالاب گمیشان مشاهده می‌شود | ۲۵ |
| شکل ۸. خشکی تالاب گمیشان، یک سایت رامسر در گوشه جنوب شرقی دریای خزر به دلیل کاهش سریع سطح آب دریای خزر | ۲۶ |
| شکل ۹. اثر تغییرات تراز آب دریای خزر بر خلیج گرگان و تالاب انزلی در سال‌های ۱۹۷۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ میلادی | ۲۷ |

فهرست جداول

| | |
|---|----|
| جدول ۱. تحلیل پیشینه پژوهشی | ۱۴ |
| جدول ۲. تحلیل پیشینه تقنینی | ۱۶ |
| جدول ۳. مخازن اصلی آب در سراسر رودخانه‌های حوضه آبریز دریای خزر | ۱۸ |
| جدول ۴. پیشنهاد توصیه سیاستی ویژه گزارش‌های راهبردی/ نظارتی | ۳۳ |



بررسی آثار زیست‌محیطی روند کاهشی تراز سطح آب دریای خزر

چکیده



دریای خزر، بزرگ‌ترین دریاچه بسته جهان، در دهه‌های اخیر با کاهش چشمگیر سطح آب مواجه شده است. این پدیده، ناشی از ترکیبی از عوامل انسانی و طبیعی از جمله سدسازی گسترده بر روی رودخانه ولگا (تأمین‌کننده اصلی آب خزر)، برداشت بی‌رویه از منابع آب و تغییرات اقلیمی است. کاهش سطح آب که از دهه ۱۹۳۰ آغاز شده و در سال‌های اخیر شدت یافته، پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای در سطح منطقه‌ای و جهانی به همراه دارد. این پیامدها شامل: تغییرات خطوط ساحلی، کاهش تنوع زیستی، خشک شدن تالاب‌های حیاتی، تهدید زیستگاه‌های ماهیان خاویاری و فک خزری و افزایش احتمال وقوع طوفان‌های گردوغبار است. از نظر اقتصادی، این بحران معیشت جوامع محلی را تهدید کرده، به فعالیت‌های نفت و گاز آسیب می‌زند و تجارت بین‌المللی را مختل می‌کند. همچنین، کاهش مناطق مناسب برای تخم‌ریزی ماهیان خاویاری جمعیت آنها را تهدید می‌کند. پیامدهای اجتماعی شامل افزایش تنش‌ها بین کشورهای حاشیه به دلیل منابع آبی و زمین‌های جدید آشکار شده و جابه‌جایی احتمالی جوامع ساحلی است. با توجه به تأثیرات محلی، منطقه‌ای و جهانی این تغییرات، بررسی آثار زیست‌محیطی و ارائه راهکارهای بین‌المللی برای حفاظت از دریای خزر و کاهش آثار سوء آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

خلاصه مدیریتی



بیان / شرح مسئله

دریای خزر، به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه بسته جهان و یک پهنه آبی بین‌المللی، از جنبه‌های مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی برای کشورهای حاشیه آن، از جمله ایران و همچنین برای جامعه جهانی اهمیت فراوانی دارد. این پهنه آبی در دهه‌های اخیر با چالش جدی کاهش سطح آب روبه‌رو شده است. این پدیده که ریشه در عوامل گوناگون طبیعی و به‌ویژه عوامل انسانی مانند سدسازی بر روی رودخانه ولگا (تأمین‌کننده ۸۰ درصد آب خزر) و برداشت بی‌رویه از آب در حوضه آبریز آن دارد، پیامدهای گسترده‌ای را برای بوم‌سازگان‌های ساحلی، اقتصاد منطقه و اقتصاد جهانی و جوامع محلی به دنبال داشته است.

براساس ماده (۱۵) کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر که بر حاکمیت و حقوق حاکمه کشورهای ساحلی در بهره‌برداری از منابع تأکید دارد، نوسانات سطح آب دریای خزر نه تنها یک مسئله زیست‌محیطی، بلکه یک بحران منطقه‌ای و جهانی است که پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و جغرافیایی - سیاسی گسترده‌ای به دنبال دارد. کاهش سطح آب باعث کاهش ظرفیت تولید انرژی آبی، محدود شدن حمل‌ونقل دریایی (از جمله در کانال ولگا - دن و تأثیر بر تجارت بین‌المللی) و کاهش درآمدهای حاصل از گردشگری می‌شود. از این‌رو توجه جدی به این موضوع و اتخاذ تدابیر بین‌المللی مناسب برای کاهش آثار آن ضروری است. همکاری بین‌المللی، مدیریت پایدار منابع آب در حوضه آبریز ولگا و کل حوضه خزر، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار، از جمله راهکارهایی هستند که می‌توانند برای مقابله با این چالش مورد توجه قرار گیرند. این گزارش به بررسی جامع این پیامدها و ارائه راهکارهایی با رویکرد بین‌المللی برای مقابله با این چالش می‌پردازد.

نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

۱. دلایل کاهش سطح آب دریای خزر:

تغییرات اقلیمی: افزایش دما، کاهش بارندگی، افزایش تبخیر.

فعالیت‌های انسانی: ساخت سد روی رودخانه‌ها (به‌ویژه ولگا)، برداشت بی‌رویه از آب برای مصارف کشاورزی و صنعتی، آلودگی ناشی از صنایع و کشاورزی در حوضه آبریز.

۲. عواقب کاهش سطح آب دریای خزر:

زیست‌محیطی: از بین رفتن تالاب‌ها و زیستگاه‌های آبی، کاهش تنوع زیستی، تهدید گونه‌های جانوری (به‌ویژه ماهیان خاویاری، فک خزری و پرندگان آبی)، افزایش شوری آب.

اقتصادی: کاهش صید ماهی، آسیب به صنعت گردشگری، مشکلات در حمل‌ونقل دریایی (از جمله تأثیر بر تجارت بین‌المللی از طریق کانال ولگا - دن)، کاهش ارزش اقتصادی بنادر، تأثیر بر بازارهای جهانی (مانند بازار خاویار).

اجتماعی و سیاسی: تنش‌های بین‌المللی بر سر منابع آبی، مهاجرت جمعیت‌های ساحلی، تأثیر بر امنیت منطقه‌ای.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی (با رویکرد بین‌المللی و تمرکز بر ولگا)

با توجه به ماهیت فرامرزی چالش‌های دریای خزر و سهم حیاتی رود ولگا در وضعیت آن، اتخاذ رویکردی بین‌المللی و همکاری تنگاتنگ میان کشورهای حاشیه، به‌ویژه با محوریت روسیه (به‌عنوان کشور بالادست حوضه ولگا) و مشارکت فعال ایران (با توجه به سواحل طولانی و منافع اقتصادی و زیست‌محیطی)، امری ضروری است. در این راستا، پیشنهادهایی به شرح ذیل بیان می‌شود:



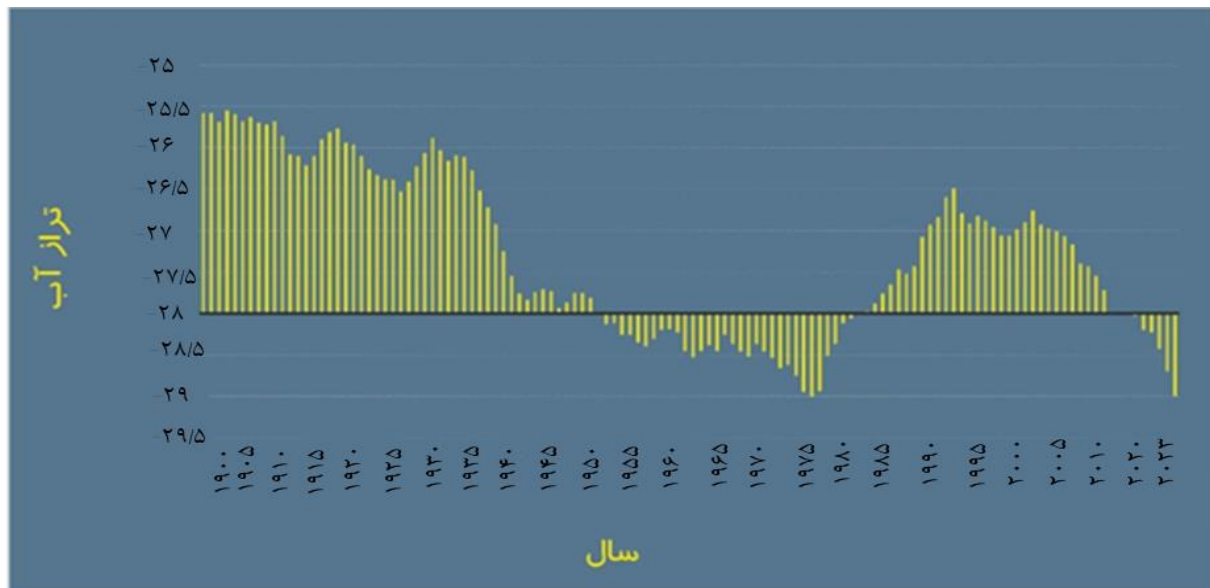
۱. تقویت چارچوب حقوقی و نهادی بین‌المللی: پیشنهاد می‌شود جمهوری اسلامی ایران با تسریع در تدوین یک راهبرد ملی منسجم درباره وضعیت حقوقی دریای خزر، مواضع خود را در حوزه‌هایی نظیر تحدید حدود، بهره‌برداری از منابع، امنیت دریایی، حفاظت محیط زیستی و کشتیرانی، به صورت شفاف و یکپارچه تعیین کند. این راهبرد که باید با مشارکت نهادهای کلیدی همچون وزارت امور خارجه، وزارت نفت، سازمان حفاظت محیط زیست و مراکز علمی-پژوهشی تدوین شود، می‌تواند مبنای واحدی برای مذاکرات دیپلماتیک و دفاع از حقوق ایران در عرصه منطقه‌ای و بین‌المللی فراهم آورد و از پراکندگی و ضعف انسجام در اتخاذ تصمیمات راهبردی جلوگیری کند. همچنین، با توجه به کاهش سریع سطح آب دریای خزر و تهدید اکوسیستم‌ها، این راهبرد باید جنبه‌های مدیریت جامع منابع آب، حفاظت اکوسیستم‌های ساحلی و زیستگاه‌های بومی را نیز شامل شود و سازوکارهای همکاری منطقه‌ای میان کشورهای حاشیه برای کاهش برداشت بی‌رویه آب و حفاظت از تنوع زیستی را تقویت کند.

۲. هماهنگی سیاست‌های کشاورزی و صنعتی با اهداف حفاظت از خزر: سیاست‌های ملی در بخش‌های کشاورزی و صنعتی باید به گونه‌ای تنظیم شوند که با اهداف حفاظت از دریای خزر و کاهش فشار بر منابع آب سازگار باشند. ترویج کشاورزی پایدار، استفاده از فناوری‌های کم‌آب‌بر و کاهش آلودگی از جمله این موارد است. برای تحقق این هدف، توصیه می‌شود فناوری‌های نوین نمک‌زدایی و مدیریت پساب با حداقل آثار زیست‌محیطی به کار گرفته شوند و برنامه‌های پایش مستمر کیفیت آب و شوری اجرا شود. همچنین، سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های دوستدار محیط زیست و آموزش کشاورزان و صنایع برای بهبود مدیریت مصرف آب و کاهش آلودگی باید در دستور کار قرار گیرد.

۳. تقویت دیپلماسی آب و همکاری‌های منطقه‌ای

- **ایجاد سازوکارهای ارتباطی و مذاکراتی مستمر بین کشورهای حاشیه:** برای حل اختلافات و هماهنگی در اجرای برنامه‌های مشترک، باید کانال‌های ارتباطی و مذاکراتی مستمر بین کشورهای حاشیه خزر ایجاد شود.
 - **مشارکت هدفمند و مشروط در سازمان‌های بین‌المللی مرتبط:** کشورهای حاشیه باید با در نظر گرفتن شرایط ژئوپلیتیکی و محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها، مشارکت هدفمند و فعال در سازمان‌های بین‌المللی مرتبط با مدیریت منابع آب، محیط زیست و تغییرات اقلیمی (مانند UNEP، UNECE، ESCAP و ...) را دنبال کنند. این مشارکت‌ها باید با تحلیل جامع از منافع ملی و ظرفیت‌های موجود انجام گیرد و به نحوی طراحی شود که بدون ایجاد تعهدات الزام‌آور، امکان بهره‌گیری از ظرفیت‌های فنی، مشورتی و همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی برای حل بحران خزر فراهم گردد.
- افزون بر این، ایجاد مرکز مشترک پایش محیط زیست دریای خزر با همکاری کشورهای حاشیه‌ای و تبادل داده‌های علمی و ماهواره‌ای، از جمله راهکارهای کلیدی برای بهبود تصمیم‌گیری و پیشگیری از پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از کاهش سطح آب است.

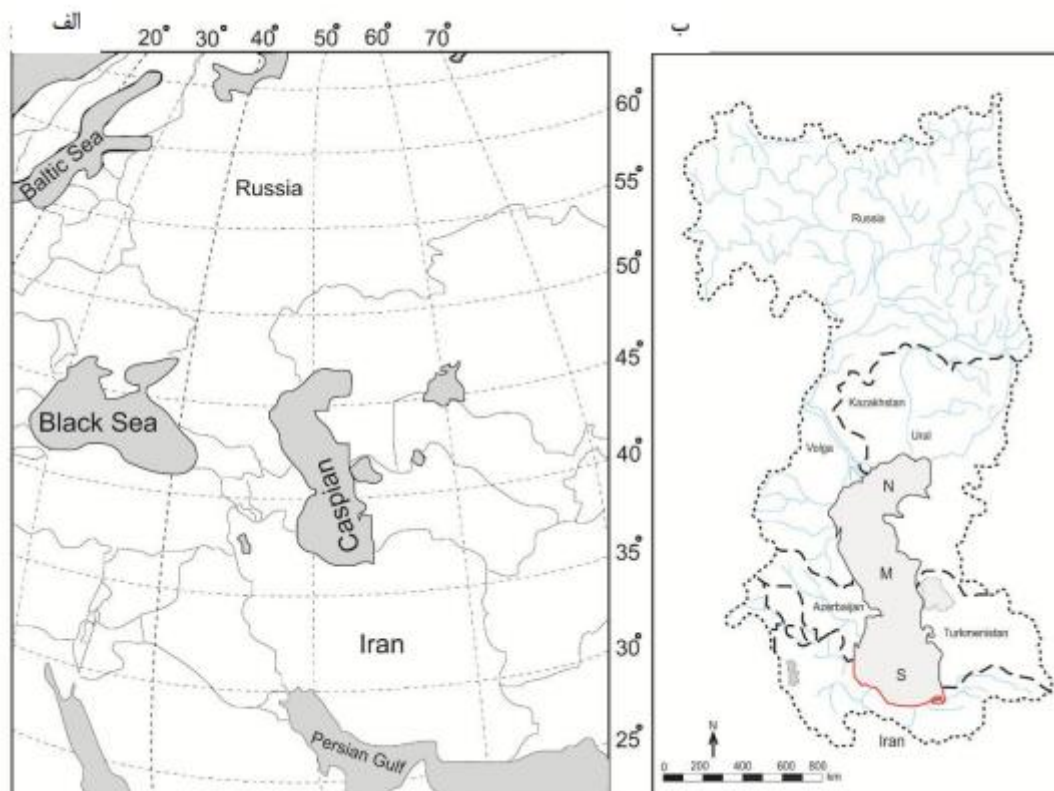
شکل نمودار منحنی تراز آب دریای خزر در طی اندازه‌گیری دستگاهی (بر مبنای تراز بالتیک)



۱. مقدمه

دریای خزر، به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه بسته جهان، یک پهنه آبی بین‌المللی و محصور بین پنج کشور ایران، ترکمنستان، قزاقستان، روسیه و آذربایجان است (شکل ۱). این دریاچه نه تنها از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی برای کشورهای حاشیه خود اهمیت فراوانی دارد، بلکه به‌عنوان یک بوم‌سازگان منحصر به فرد، دارای اهمیت جهانی است. حوضه آبریز دریای خزر با مساحتی حدود پنج میلیون کیلومتر مربع، توسط بیش از ۱۳۰ رودخانه تغذیه می‌شود که اکثر آنها از جنوب به این دریا می‌ریزند و از بین آنها ولگا، اورال، ترک، سولاک، سفیدرود، کورا و سمور در زمره رودخانه‌های بزرگ محسوب می‌شوند [۱]. مهم‌ترین رودخانه تأمین‌کننده آب دریای خزر، رودخانه ولگا است که به‌سبب طول بسیار زیاد و حوضه وسیع آبریز، بر نوسانات سطح آب دریای خزر بیشترین تأثیر را می‌گذارد. این رود، بیش از ۸۰ درصد آب دریا را تأمین می‌کند و کم‌آب یا پرآب شدن آن به‌شدت بر سطح آب دریا تأثیر می‌گذارد [۲].

شکل ۱. الف) نقشه موقعیت دریای خزر و حوضه‌های آبی پیرامون آن و ب) حوزه آبخیز دریای خزر [۳]



مطالعات بر روی نوسانات سطح آب دریای خزر نشان می‌دهد که این دریاچه، در طول قرن بیستم و اوایل قرن بیست و یکم نوسانات قابل توجهی را تجربه کرده است. تغییر تراز آب، یکی از ویژگی‌های بارز دریای خزر بوده که ناشی از عدم تعادل بین میزان آب ورودی و خروجی آن است. حجم آب ورودی به دریا، عمدتاً از طریق رودخانه‌ها، بارش مستقیم بر سطح دریا و تغذیه از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. تغییر سطح آب‌ها، یکی از پدیده‌های است که در آب‌های آزاد و دریاچه‌ها اتفاق می‌افتد. عوامل مختلفی در وقوع این پدیده نقش دارند، برخی از عوامل مربوط به تحولات زمین‌ساختی و برخی نیز به تغییرات اقلیمی از ادوار گذشته تاکنون ارتباط دارند، اما برخی دیگر نیز با دخالت نابخردانه انسان به وجود می‌آیند.

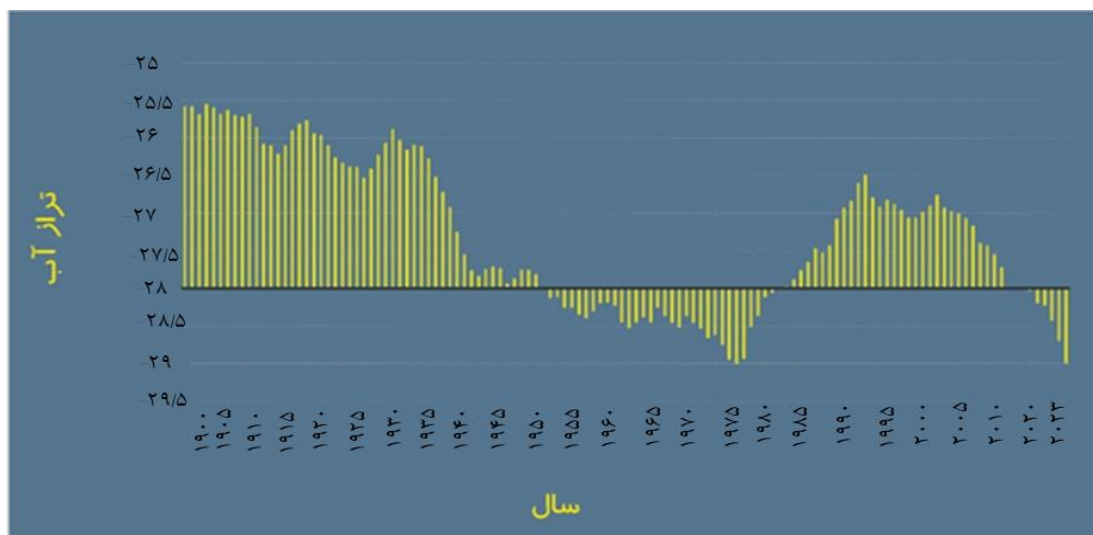
در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، کاهش تدریجی سطح آب آغاز شد و این روند تا دهه ۱۹۵۰ ادامه یافت، اگرچه سرعت کاهش در دهه ۱۹۵۰ کمتر شد. در دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، تراز آب تقریباً ثابت ماند و در حدود ۲۷/۵- متر از سطح دریاهای آزاد قرار داشت. از اواسط دهه ۱۹۷۰، کاهش شدید سطح آب آغاز شد و تا پایان این دهه حدود ۳/۲ متر افت کرد. این کاهش به پایین‌ترین مقدار ثبت‌شده در قرن بیستم انجامید و نتیجه تعامل پیچیده‌ای از عوامل مختلف، از جمله کاهش ورودی آب از رودخانه‌ها (به‌ویژه رود ولگا)، افزایش تبخیر، تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی نظیر سدسازی بود. با این حال، از اواخر دهه ۱۹۷۰ تا اواسط دهه ۱۹۹۰، یک روند افزایشی چشمگیر در تراز آب رخ داد که طی آن سطح آب حدود ۲/۷ متر افزایش یافت و به بالاتر از ۲۷/۵- متر رسید. این افزایش به احتمال زیاد ناشی از افزایش بارندگی در حوضه آبریز، تغییر الگوهای دبی رودخانه‌ها و کاهش تبخیر بوده است [۴].

پس از سال ۱۹۹۵، روند کاهش تراز آب مجدداً آغاز شد و این کاهش تا سال ۲۰۲۳ ادامه یافت. از سال ۲۰۰۶، این روند نزولی شدت

بیشتری پیدا کرد و در مجموع، تراز آب حدود ۲/۲ متر کاهش یافت. در سال ۲۰۲۳، تراز آب به یکی از کمترین مقادیر خود در قرن اخیر رسید و در حدود ۲۸/۷- متر قرار گرفت (شکل ۲). این کاهش ناشی از افزایش دما و تبخیر، تغییر در رژیم بادهای که منجر به خروج بیشتر رطوبت از دریای می‌شود و کاهش ورودی آب به دلیل تغییر الگوهای بارش و تأثیرات انسانی است. براساس داده‌های اندازه‌گیری شده، تراز آب دریای خزر طی ۱۵۰ سال گذشته حدود ۳ متر نوسان داشته است. بالاترین تراز ثبت شده در این بازه در سال ۱۳۷۳ (۱۹۹۴ میلادی) رخ داده است که در یک دوره ۲۰ ساله سطح آب حدود ۳/۲ متر افزایش یافت. در مقابل، طی ۱۰ سال اخیر، تراز آب روندی کاهشی داشته و بیش از ۲ متر افت کرده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای افزایش ۳ متری سطح آب (از ۲۹- متر به ۲۶- متر)، حدود ۱۳۰۰ کیلومتر مکعب آب اضافی وارد دریا شده که عمدتاً از طریق رود ولگا، رودخانه‌های دیگر و بارش روی دریا تأمین شده است. به‌طور مشابه، برای کاهش ۳ متری سطح آب، تقریباً همین مقدار آب از دریا تبخیر شده است که ورودی‌های آبی نتوانسته‌اند آن را جبران کنند [۴].

دریای خزر همراه با دریای سیاه، دریای مدیترانه و دریاچه آرال، از بقایای اقیانوس کهن پارانتیس هستند که بر اثر کوه‌زایی و جدا شدن از آب‌های آزاد، به دریاچه‌های بسته تبدیل شده‌اند. به دلیل این جدایی، تراز آب دریای خزر به‌طور کامل تحت تأثیر شرایط اقلیمی و ورودی - خروجی آب درون حوضه خود قرار دارد. از این رو، تغییرات دمایی، میزان بارندگی، الگوی جریان‌ات آب و تأثیرات انسانی، همگی می‌توانند نقش مهمی در نوسانات سطح آب ایفا کنند. تحقیقات بیشتر برای تعیین سهم دقیق هر یک از این عوامل در روند اخیر کاهش تراز آب ضروری است.

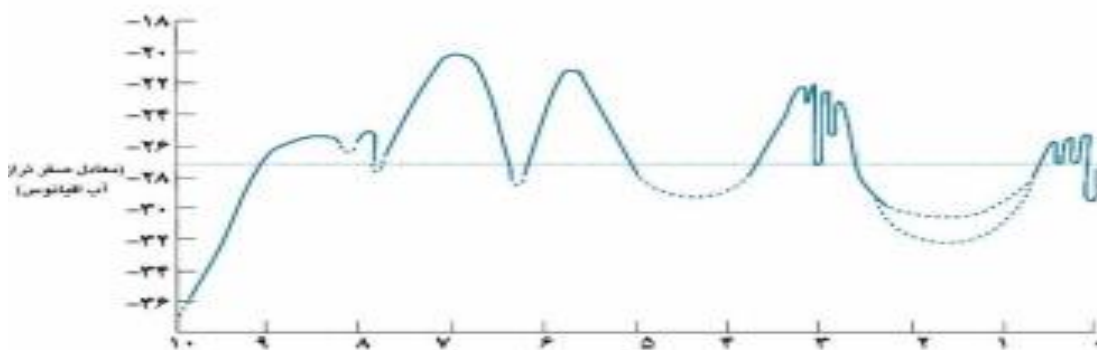
شکل ۲. نمودار منحنی تراز آب دریای خزر در طی اندازه‌گیری دستگاهی [۴]



توضیح: نقشه دریای خزر براساس تراز دریای بالتیک تهیه شده و سطح آب آن ۲۸ متر پایین‌تر از نقطه صفر نقشه برداری ساحل بالتیک است، از این رو به صورت ۲۸- نشان داده می‌شود.

شکل ۳، تغییرات سطح آب دریای خزر را در ۱۰ هزار سال گذشته نشان می‌دهد. این تغییرات شامل: نوسانات شدید و دوره‌های افزایش و کاهش متوالی سطح آب است. در شکل، چندین دوره افزایش قابل توجه مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار آن در حدود سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۵ میلادی (۱۳۵۶ تا ۱۳۷۴ شمسی) رخ داده است. در این دوره، سطح آب دریای خزر حدود ۲/۵ متر افزایش یافته است [۵]. پس از این دوره افزایشی، روند کاهش سطح آب آغاز شده و طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ میلادی (۱۳۷۴ تا ۱۴۰۲ شمسی)، سطح آب به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. این کاهش طی دو دهه اخیر شدت بیشتری داشته، به طوری که از اوایل دهه ۲۰۰۰ میلادی (۱۳۸۰ شمسی)، روند نزولی مشخصی در شکل دیده می‌شود. همچنین، بررسی‌های دیرینه اقلیم‌شناسی نشان می‌دهد که حدود ۸۵۰۰ سال پیش، تراز آب دریای خزر حدود ۷۰ متر پایین‌تر از سطح کنونی آن بوده است و در آن زمان، شمال دریای خزر کاملاً خشک بوده و تمامی خلیج‌ها و تالاب‌های ساحلی آن از بین رفته بودند. در گذشته‌های دور، نوسانات بیشتری در تراز آب دیده شده است، به طوری که در پایین‌ترین سطح خود، تنها دریای خزر جنوبی باقی مانده و در بالاترین سطح، آب دریا به دامنه‌های کوه‌های البرز رسیده و حتی ارتباطی آبی با دریای سیاه برقرار کرده است. بر این اساس، یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی منطقه، کاهش پیوسته سطح آب دریای خزر در دهه‌های اخیر است که می‌تواند تأثیرات عمده‌ای بر بوم‌سازگان‌های ساحلی، اقتصاد محلی و منابع آبی منطقه داشته باشد.

شکل ۳. نمودار تراز آب دریای خزر در ۱۰ هزار سال گذشته [۴]



در تراز آب دریای خزر، بیلان آبی آن نقش اساسی دارد، به این معنا که اگر در یک سال آبی، میزان ورودی آب به دریا با میزان خروجی آن برابر نباشد، سطح آب تغییر خواهد کرد. اگر ورودی بیشتر از خروجی باشد، تراز آب افزایش می‌یابد و برعکس، در صورتی که خروجی بیشتر باشد، سطح آب کاهش می‌کند.

منابع ورودی آب به دریا شامل: رودخانه‌های منتهی به خزر، تغذیه از آب‌های زیرزمینی و بارش‌های مستقیم بر سطح دریا هستند. در مقابل، خروجی آب عمدتاً از طریق تبخیر از سطح دریا و خلیج‌های متصل به آن اتفاق می‌افتد. از میان این عوامل، آبدهی رودخانه ولگا و تبخیر از سطح دریا، از مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر نوسانات تراز آب دریای خزر هستند [۶].

رودخانه‌های ورودی به دریای خزر شامل: ولگا، اورال، ترک، سولاک، سمور، کورا و سفیدرود می‌شوند که حدود ۸۰ درصد منابع ورودی آب به دریا را تأمین می‌کنند، اما احداث سد‌های متعدد، به ویژه بر روی رودخانه ولگا، باعث تغییرات در رژیم آبی این

رودخانه‌ها شده است. حجم مخازن سدهای ولگا از ۱۷۵ کیلومتر مکعب به دلیل رسوب گذاری به حدود ۸۰ کیلومتر مکعب کاهش یافته است و این سدها نقش قابل توجهی در تنظیم جریان‌های فصلی ایفا می‌کنند.

آبدهی متوسط رودخانه ولگا در طول ۱۵۰ سال گذشته بین ۱۵۰ تا ۳۶۸ کیلومتر مکعب در سال متغیر بوده است، در حالی که آبدهی سفیدرود، بزرگ‌ترین رودخانه ورودی به خزر از سمت ایران، تنها ۳ کیلومتر مکعب در سال است. به‌طور کلی، تخمین زده می‌شود که متوسط آبدهی رودخانه‌های ورودی به خزر حدود ۳۰۰ کیلومتر مکعب در سال باشد.

تبخیر از سطح دریا، عامل اصلی خروجی آب است و مقدار آن به شرایط جوی غالب بر منطقه بستگی دارد. در سال‌هایی که سامانه‌های کم‌رطوبت و چرخه‌های خشک غالب هستند، میزان تبخیر افزایش می‌یابد. در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۷۰ میلادی، این شرایط باعث افزایش تبخیر شد و در دو دهه اخیر، افزایش دما در هوا و آب سطحی دریای خزر موجب افزایش تبخیر شده است. همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهند که افزایش سرعت بادهای مداری در دریای خزر باعث شده است تبخیر بیش از کاهش ورودی آب از رودخانه ولگا بر کاهش تراز آب مؤثر باشد.

برای مثال، در سال ۲۰۱۵ آبدهی رودخانه ولگا ۱۸۲ کیلومتر مکعب بود که یکی از کمترین مقادیر ثبت شده است. در پایان همان سال، تراز آب دریای خزر نسبت به سال قبل ۲۹ سانتی‌متر کاهش یافت. در سال ۲۰۱۶، با افزایش آبدهی ولگا به ۲۶۱ کیلومتر مکعب، تراز آب تنها ۵ سانتی‌متر افزایش یافت که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه تبخیر بر کاهش تراز آب در سال‌های اخیر است [۴].

اگرچه تغییرات آب‌وهوایی در این روند نقش دارد، اما ساخت سدهای روسیه بر روی رودخانه ولگا نقش مهمی در کاهش میزان آب ورودی به دریای خزر داشته است. در سال‌های اخیر، روسیه ۴۰ سد بر روی رود ولگا ساخته و ۱۸ سد دیگر نیز در دست مطالعه و ساخت است. این امر، جریان آب ورودی به دریای خزر را کاهش داده است. علاوه بر این، جنگ در اوکراین و تحریم‌های غرب علیه روسیه باعث کاهش شدید واردات محصولات کشاورزی از اروپا و ایالات متحده شده است. این امر باعث افزایش بهره‌برداری از منابع آب ولگا برای توسعه کشاورزی، به‌ویژه کشت گندم، در مناطق اطراف این رودخانه شده است [۵]. بر اساس [ماده \(۱۵\) کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر](#) که بر حاکمیت و حقوق حاکمه کشورهای ساحلی در بهره‌برداری از منابع تأکید دارد، نوسانات سطح آب دریای خزر نه تنها یک مسئله زیست‌محیطی، بلکه یک بحران منطقه‌ای و جهانی است که پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و جغرافیایی - سیاسی گسترده‌ای به دنبال دارد. از این رو بررسی آثار زیست‌محیطی نوسانات سطح آب دریای خزر، به‌منظور تدوین برنامه‌های مدیریتی مناسب برای حفاظت از این دریاچه و کاهش آثار سوء نوسانات سطح آب بر محیط زیست و جوامع محلی، از اهمیت بالایی برخوردار است. با شناخت دقیق این آثار، می‌توان راهکارهای مناسب برای کاهش این آثار و حفاظت از دریای خزر را تدوین کرد. از این رو هدف از این گزارش، بررسی جامع آثار کاهش سطح آب دریای خزر بر جمهوری اسلامی ایران و ارائه راهکارهای عملی و قابل اجرا برای کاهش آسیب‌های احتمالی به کشور است. این گزارش با بررسی دقیق وضعیت فعلی، آسیب‌شناسی مسائل و در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود، تلاش می‌کند تا راهکارهایی مؤثر برای مقابله با این چالش ارائه دهد.



۲-۱. سوابق مطالعاتی (ترجیحاً در مرکز)

جدول ۱. تحلیل پیشینه پژوهشی

| ردیف | عنوان گزارش | سال انتشار | شماره مسلسل | نام دفتر / سازمان / نهاد | توضیحات |
|------|---|------------|-------------|---|--|
| ۱ | اظهار نظر کارشناسی درباره: لایحه سند الحاقی (پروتکل) ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فرامرزی الحاقی به کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریایی دریای خزر مصوب کمیسیون کشاورزی، آب، منابع طبیعی و محیط زیست | ۱۴۰۲ | ۱۹۲۵۱ | دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی | دریای خزر، بزرگ‌ترین دریاچه جهان، تحت تهدید جدی آلودگی قرار دارد. فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری در کشورهای حاشیه دریای خزر و همچنین استخراج نفت و گاز بدون رعایت استانداردهای زیست‌محیطی، باعث آلودگی شدید این دریا شده است. از آنجاکه دریای خزر یک محیط بسته است، آلودگی‌های وارد شده به آن به سرعت گسترش یافته و بوم‌سازگان آن را به خطر می‌اندازد؛ لذا حفاظت از این دریاچه و منابع ارزشمند آن، نیازمند همکاری جدی و فوری کشورهای حاشیه دریای خزر است. |
| ۲ | اظهار نظر کارشناسی درباره: «لایحه پروتکل حفاظت از تنوع زیستی الحاقی به کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریایی دریای خزر» | ۱۴۰۰ | ۱۷۵۲۹ | دفاتر مطالعات زیربنایی، مطالعات حقوقی، مطالعات سیاسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی | دریای خزر، به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه بسته جهان، از اهمیت بالایی برای ایران و کشورهای حاشیه آن برخوردار است. این دریاچه با دارا بودن تنوع زیستی غنی، به‌ویژه در زمینه ماهیان و گونه‌های انحصاری، یک بوم‌سازگان منحصر به فرد محسوب می‌شود. حدود ۴۴ درصد از گونه‌های ماهیان این منطقه دارای ارزش اقتصادی بوده و ۲۴ درصد از آنها نیز تنها در دریای خزر یافت می‌شوند. با توجه به اهمیت بالای دریای خزر و تهدیدات موجود علیه آن، حفاظت از این بوم‌سازگان حیاتی است. به همین منظور، لایحه‌ای با هدف حفاظت، احیا و استفاده پایدار از منابع زیستی دریای خزر تدوین و به مجلس شورای اسلامی ارسال شده است. این لایحه که به‌عنوان پروتکل حفاظت از تنوع زیستی به کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریای خزر الحاق می‌شود، گامی مهم در جهت حفظ این گنجینه طبیعی محسوب می‌شود. |

| ردیف | عنوان گزارش | سال انتشار | شماره مسلسل | نام دفتر / سازمان / نهاد | توضیحات |
|------|--|------------|-------------|--|--|
| ۳ | اظهار نظر کارشناسی درباره: «لایحه موافقت‌نامه حفاظت و بهره‌برداری بهینه از منابع زنده آبی دریای خزر» | ۱۳۹۴ | ۱۴۴۶۱ | دفتر مطالعات زیربنایی و مطالعات حقوقی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی | این گزارش بر اهمیت همکاری مشترک پنج کشور حاشیه دریای خزر برای حفاظت از منابع ارزشمند این دریا، به‌ویژه ماهیان خاویاری، تأکید می‌کند. دلایل اصلی این ضرورت عبارتند از: بوم‌سازگان حساس و شکننده دریای خزر که به دلیل شرایط خاص آن، هیچ کشوری به تنهایی قادر به حفاظت از آن نیست. همچنین، منابع آبی دریای خزر متعلق به همه کشورهای حاشیه آن بوده و مدیریت آنها نیازمند همکاری مشترک است. بهره‌برداری پایدار از این منابع نیز تنها از طریق اتخاذ رویکردی هماهنگ و مبتنی بر توافق بین‌المللی امکان‌پذیر است. |
| ۴ | شیرین‌سازی و انتقال آب دریای خزر به فلات مرکزی | ۱۳۹۳ | ۱۴۰۱۳ | دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی | طرح انتقال آب از دریای خزر به استان سمنان با هدف تأمین کمبود نیاز بخش‌های شرب و صنعت این استان در افری ۱۴۲۵ مصوب شده است. بر اساس این طرح قرار است سالپانه میزان ۲۲۲ میلیون متر مکعب آب در ساحل دریای خزر شیرین‌سازی شده و از طریق پمپاژ به استان سمنان منتقل شود که بر اساس شاخص اقتصادی نسبت فایده به هزینه، این طرح توجیه‌پذیری اقتصادی ندارد. |
| ۵ | بررسی وضعیت آلودگی دریای خزر | ۱۳۹۳ | ۱۳۸۴۳ | دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی | بر اساس این گزارش، نوسانات سطح آب دریای خزر، مسائل زیست‌شناختی، مشکلات بوم‌شناختی، فعالیت‌های نفتی و صنعتی از منابع اصلی تهدیدکننده محیط زیست دریای خزر به حساب می‌آیند؛ همان‌گونه که فعالیت اقتصادی در حوضه دریای خزر افزایش می‌یابد این احتمال وجود دارد که سطح آلودگی خزر نیز افزایش پیدا کند و در پی آن حیات موجودات زنده را در منطقه با بحرانی جدی مواجه سازد. نمی‌توان به‌سادگی از کنار آلودگی‌هایی که به‌وسیله تولیدات نفتی، نیروگاه‌ها، صنایع و کشاورزی به سمت این دریاچه سرآزیر می‌شوند، گذشت. |



۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب‌شناسی

جدول ۲. تحلیل پیشینه تقنینی

| ردیف | نام سند (قانون... / تصویب نامه... / ...) | مرجع تصویب | تاریخ تصویب | شماره ماده / صفحه | نکات برجسته / نقاط ضعف و قوت / پیامدهای اجرا |
|------|--|--------------------------|-------------|-------------------|---|
| ۱ | کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریایی دریای خزر | مصوبات مجلس شورای اسلامی | ۱۳۸۴/۰۳/۱۰ | ماده (۳) | این ماده، به‌طور مشخص به نوسانات سطح آب دریای خزر به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی این منطقه اشاره کرده است. اگرچه این موضوع نشان می‌دهد که تدوین‌کنندگان کنوانسیون به اهمیت این پدیده و تأثیرات آن بر محیط زیست دریای خزر واقف بوده‌اند، اما این کنوانسیون بیشتر بر آلودگی‌های ناشی از نفت و سایر آلاینده‌ها تمرکز دارد و به‌طور کافی به موضوع مدیریت منابع آب و تأثیر سدسازی بر رودخانه‌های ورودی، به‌ویژه ولگا که تأمین‌کننده ۸۰ درصد آب دریاست، نپرداخته است. این نقص، با توجه به اهمیت ولگا، بسیار جدی است. |
| ۲ | کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریایی دریای خزر | مصوبات مجلس شورای اسلامی | ۱۳۸۴/۰۳/۱۰ | ماده (۱۶) | این بند به اهمیت انجام تحقیقات علمی برای درک بهتر پدیده نوسان سطح آب دریای خزر و آثار آن اشاره دارد. این موضوع نشان می‌دهد که تدوین‌کنندگان کنوانسیون به نقش دانش و اطلاعات دقیق در تصمیم‌گیری و مدیریت این موضوع واقف بوده‌اند، اما ساز و کارهای اجرایی برای انجام تحقیقات مشترک و تبادل اطلاعات بین کشورها مشخص نشده است. فقدان یک نهاد یا ساز و کار مشخص برای هماهنگی تحقیقات علمی و تبادل داده‌ها بین کشورهای حاشیه، مانع از درک جامع و هماهنگ از مسائل دریای خزر می‌شود. |

| ردیف | نام سند (قانون... / تصویب نامه... / ...) | مرجع تصویب | تاریخ تصویب | شماره ماده / صفحه | نکات برجسته / نقاط ضعف و قوت / پیامدهای اجرا |
|------|---|--|-------------|-------------------|--|
| ۳ | پروتکل حفاظت از تنوع زیستی الحاقی به کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریای خزر | مصوبات مجلس شورای اسلامی | ۱۳۹۹ | - | پروتکل حفاظت از تنوع زیستی دریای خزر با تقویت همکاری‌های منطقه‌ای، حفاظت از زیستگاه‌های حساس و کنترل فعالیت‌های انسانی، گامی مهم در کاهش آثار زیست محیطی ناشی از روند کاهش تراز آب این دریا است؛ اما ضعف در ضمانت اجرایی، چالش‌های هماهنگی بین کشورهای عضو و ناسازگاری با برخی منافع اقتصادی، اجرای مؤثر آن را با محدودیت‌هایی روبه‌رو می‌کند. |
| ۴ | تصویب پروتکل حفاظت از دریای خزر در برابر آلودگی ناشی از منابع و فعالیت‌های مستقر در خشکی الحاقی | مصوبات مجلس شورای اسلامی | ۱۳۹۴ | - | پروتکل حفاظت از دریای خزر در برابر آلودگی ناشی از منابع و فعالیت‌های مستقر در خشکی با تأکید بر کنترل آلاینده‌های ورودی از رودخانه‌ها، صنایع و مناطق شهری، نقش مهمی در کاهش تهدیدهای زیست محیطی این دریا دارد؛ اما ضعف در اجرای هماهنگی بین کشورهای ساحلی، محدودیت‌های مالی و تعارض با منافع برخی صنایع، اجرای مؤثر آن را با چالش مواجه می‌سازد. |
| ۵ | لایحه پروتکل ارزیابی آثار زیست محیطی فرامرزی الحاقی به کنوانسیون چارچوب حفاظت از محیط زیست دریایی دریای خزر | اعلام و ممول طرح / لایحه یک شوری و دو شوری مجلس شورای اسلامی | ۱۴۰۳ | - | پروتکل ارزیابی آثار زیست محیطی فرامرزی دریای خزر با هدف سنجش پیامدهای زیست محیطی پروژه‌های بزرگ و فعالیت‌های صنعتی در مقیاس منطقه‌ای، گامی کلیدی در کاهش تخریب بوم‌سازگان‌های این دریا محسوب می‌شود؛ اما چالش‌هایی مانند عدم هماهنگی میان کشورهای ساحلی، نبود سازوکارهای اجرایی قوی و تضاد با برخی منافع اقتصادی، اجرای مؤثر آن را دشوار می‌سازد. با این حال، تصویب و اجرای این پروتکل می‌تواند منجر به شفافیت در تصمیم‌گیری‌های زیست محیطی، کاهش آسیب به منابع طبیعی، تقویت همکاری‌های علمی و افزایش مسئولیت‌پذیری دولت‌ها شود، اما تحقق اهداف آن مستلزم تعهدات حقوقی الزام‌آور، نظارت دقیق و تأمین منابع مالی کافی برای اجرای مؤثر ارزیابی‌های زیست محیطی فرامرزی است. |



۳. عوامل مؤثر بر نوسانات سطح آب دریای خزر

تغییر سطح آب‌ها از زمان شکل‌گیری آب‌ها در زمین وجود داشته است. دانشمندان با تحقیقات گسترده‌ای که انجام داده‌اند این موضوع را به اثبات رسانیده‌اند که عوامل طبیعی و انسانی در نوسان آب‌ها مؤثر بوده‌اند. عوامل اصلی مؤثر بر سطح آب دریای خزر عبارتند از: ورودی آب از حوضه آبریز اطراف (از جمله جریان رودخانه‌ها)، بارندگی و تبخیر از سطح دریا و تبادل آب‌های زیرزمینی که در مقایسه با سایر عوامل ناچیز است [۶].

۳-۱. ورودی آب

آب ورودی به دریای خزر از سه منبع اصلی تأمین می‌شود:

اولین منبع ورودی آب به دریای خزر، رودخانه‌های ورودی که شامل ولگا، اورال، ترک، سواک، سمور، کورا و سفیدرود هستند و در مجموع حدود ۸۰ درصد آب ورودی به دریا را تأمین می‌کنند (جدول ۳). آب رودخانه‌ای که وارد دریای خزر می‌شود، عمدتاً از ولگا (حدود ۹۰-۸۰ درصد) و تا حد کمتری از رودخانه‌های دیگر سواحل شمالی، غربی و جنوبی (مانند اورال، ترک، سولاک، سامور، کورا و سفیدرود؛ شکل ۴) تأمین می‌شود. در میان عوامل ذکر شده، رودخانه ولگا به تنهایی بیشترین سهم را در این میان دارد و دبی رودخانه ولگا (شکل ۵) نقش اساسی در ورودی آب دریای خزر دارند [۷].

جدول ۳. مخازن اصلی آب در سراسر رودخانه‌های حوضه آبریز دریای خزر [۸]

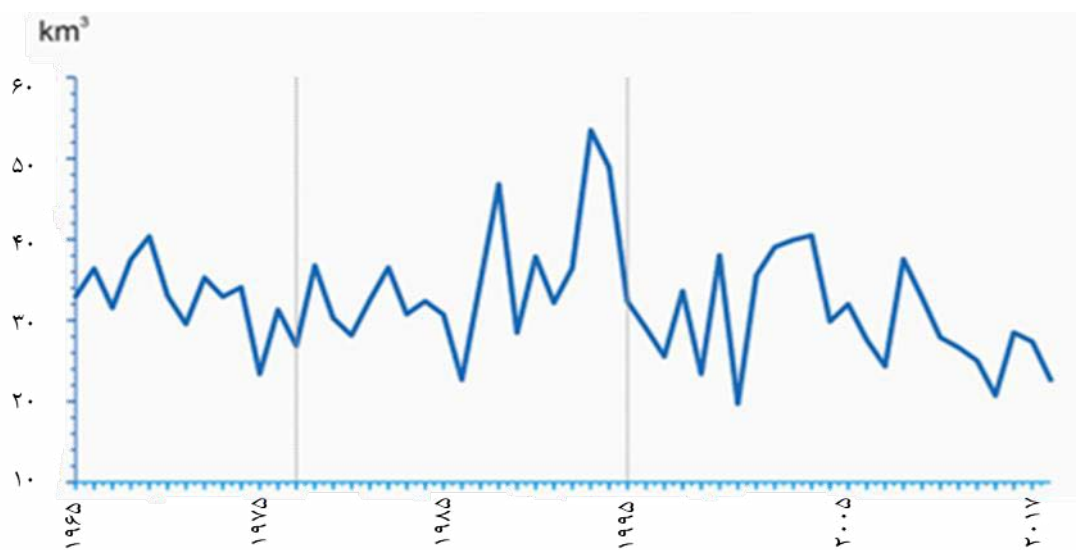
| کشور | حجم فعال مخزن (کیلومتر مکعب) | حجم مخزن (کیلومتر مکعب) | رودخانه / مخزن |
|-------|---------------------------------|----------------------------|----------------|
| روسیه | ولگا - کاما | | |
| روسیه | ۵/۸۹ | ۱/۲۲ | ایوانکو |
| روسیه | ۵/۶۷ | ۱/۲۵ | اوگلیچ |
| روسیه | ۱/۸۵ | ۶/۵۱ | شکسنا |
| روسیه | ۱۶/۷ | ۲۵/۴ | ریبینسک |
| روسیه | ۳/۹ | ۸/۸۲ | گورکی |
| روسیه | ۰ | ۴/۶ | چیوکساری |
| روسیه | ۹/۸ | ۱۲/۲ | کاما |
| روسیه | ۴/۴۵ | ۹/۳۶ | ووتکینسک |
| روسیه | ۵/۷۷ | ۴/۲۱ | کامای پایین |
| روسیه | ۳۵/۹ | ۵۷/۳ | کویبیشف |
| روسیه | ۱/۷۵ | ۱۲/۹ | سار اتوف |

| کشور | حجم فعال مخزن (کیلومتر مکعب) | حجم مخزن (کیلومتر مکعب) | رودخانه / مخزن |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|
| روسیه | ۸/۲۵ | ۳۱/۵ | ولگوگراد |
| روسیه | ۷۹/۹۳ | ۱۷۵/۲۷ | کل ولگا - کاما |
| روسیه/قزاقستان | | اورال | |
| روسیه/قزاقستان | ۰/۶ | ۰/۶ | ورخ نورال |
| روسیه/قزاقستان | ۲/۸ | ۳/۳ | ایریکلین |
| روسیه | | ترک | |
| روسیه | | ۰/۰۱ | زار اماگسکی |
| روسیه | | سولاک | |
| روسیه | ۰/۴ | ۰/۷ | ارگنای |
| روسیه | ۱/۳ | ۲/۸ | چیرکی |
| روسیه | | سامور | |
| روسیه | | ۰/۰۵ | شوردره |
| آذربایجان/گرجستان/ایران | | کورا - ارس | |
| آذربایجان/گرجستان | ۸/۲ | ۱۶/۰۷ | مینگاچویر |
| آذربایجان | | ۲/۶۸ | شمکور |
| آذربایجان | | ۱/۵۸ | ینی کند |
| آذربایجان | | ۰/۰۶ | واروارا |
| آذربایجان | | ۱/۳۵ | محل اتصال آب ارس |
| آذربایجان | | ۰/۵۷ | سارسنگ |
| آذربایجان | | ۰/۱۹ | جیران باتان |
| آذربایجان | | ۰/۰۵ | خانبولان |
| آذربایجان | | ۰/۰۱ | سیراب |
| آذربایجان | | ۰/۱۲ | آغستافا |
| آذربایجان/ایران | | ۰/۰۲ | خاچین |
| آذربایجان/ایران | ۱/۰۷ | ۱/۲۵ | ارس |
| آذربایجان/گرجستان/ایران | ۰/۵ | ۱/۶۱ | خداآفرین |
| ایران | ۱۴/۰۴ | ۲۵/۵۶ | کل کورا - ارس |
| ایران | | سفیدرود | |

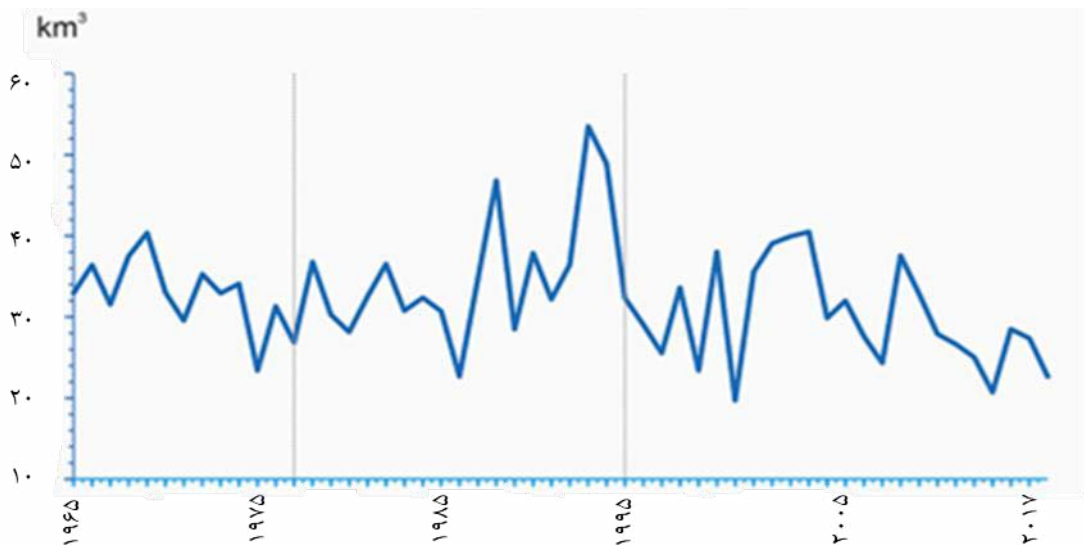


| رودخانه/مخزن | حجم مخزن (کیلومتر مکعب) | حجم فعال مخزن (کیلومتر مکعب) | کشور |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------|
| سفیدرود | ۱/۷۶ | ۱/۱۶ | ایران |
| تجن | | | ایران |
| تجن | ۰/۱۶ | | ایران |
| گرگان‌رود | | | ایران |
| گرگان‌رود | ۰/۱۳ | | ایران/ترکمنستان |
| اترک | | | ایران/ترکمنستان |
| دوستی | ۱/۲۵ | ۰/۷۴ | - |
| کل حوضه آبریز دریای خزر | ۲۱۱/۵۹ | ۱۰۰/۹۷ | |

شکل ۴. نمودار دبی کل رودخانه‌های اورال، ترک، کورا، سفیدرود، پلرود، هراز و چالوس به دریای خزر ($\text{km}^3 \text{y}^{-1}$) [۸]



شکل ۵. نمودار دبی سالیانه رودخانه ولگا بر حسب کیلومتر مکعب در سال ($\text{km}^3 \text{y}^{-1}$) [۸]



دومین منبع، بارش مستقیم بر سطح دریا که سهمی حدود ۱۸ درصد از آب ورودی را شامل می‌شود. سومین منبع، ورود آب‌های زیرزمینی که با سهمی در حدود ۲ درصد، کمترین میزان تأمین آب را بر عهده دارد [۸].

۳-۲. تغییرات اقلیمی

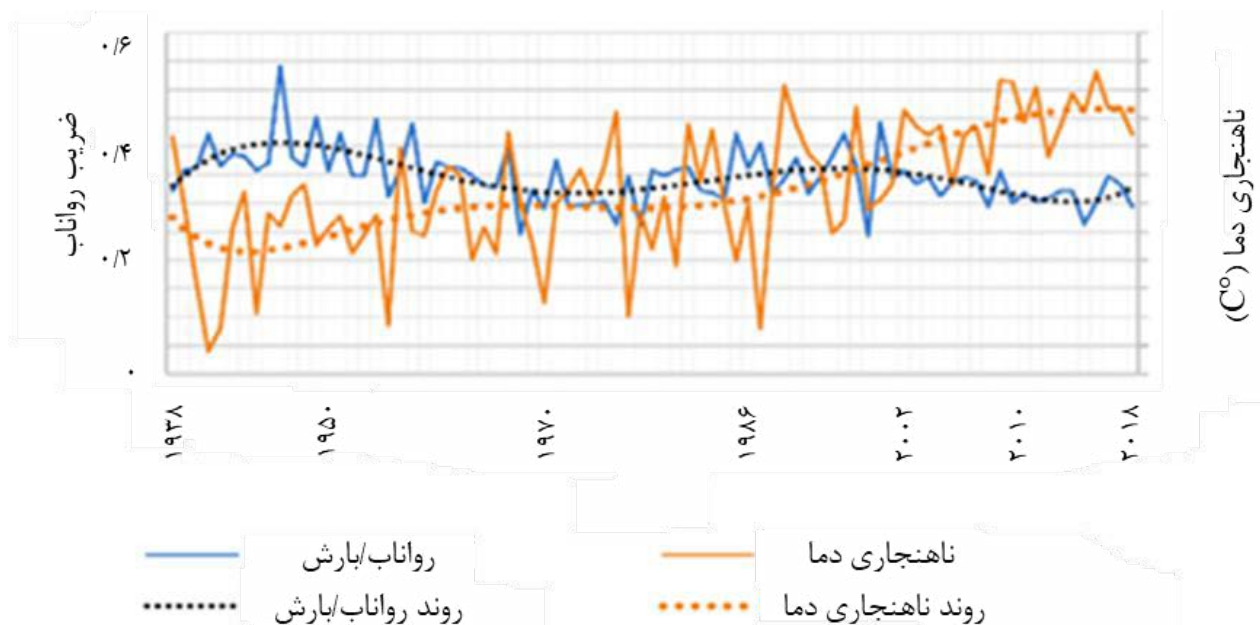
افزایش دمای جهانی، تغییر الگوهای بارندگی و تبخیر بیشتر آب از سطح دریا، از عوامل اصلی نوسانات سطح آب هستند. الگوهای بارندگی بر روی دریای خزر به‌طور قابل توجهی تغییر کرده است. تبخیر دریایی، تحت تأثیر دماهای هوا و سطح دریا، جهت و سرعت باد، از جمله غلبه نسبی تأثیرات از اقیانوس‌های اطلس شمالی و آرام است که بر جهت باد و دمای هوا تأثیر می‌گذارد [۹]. به‌طور کلی، انتظار می‌رود افزایش تبخیر از سطح دریا در نتیجه تغییرات آب‌وهوایی از افزایش بارندگی مهم‌تر باشد. تبخیر قابل توجهی نیز از خلیج بسیار شور و کم‌عمق قره‌بُغاز رخ می‌دهد که از طریق یک کانال باریک به لبه شرقی دریای خزر متصل است. اعتقاد بر این است که تغییرات آب‌وهوایی در بادها و دماها باعث افزایش قابل توجه تبخیر از دریا شده است [۸].

کاهش سطح آب دریای خزر از دهه ۱۹۳۰ تا دهه ۱۹۷۰ تا حدی به کاهش بارندگی در حوضه ولگا و تا حدی به ساخت و پر شدن سدها روی ولگا برای ترکیبی از نیروگاه برق آبی، حمل‌ونقل و استفاده از آب نسبت داده شده است [۱۰]. حجم متوسط رواناب برای دوره طبیعی (۱۹۵۷-۱۸۸۱) و رژیم تنظیم شده (۲۰۱۷-۱۹۶۱) طبق داده‌های ایستگاه آبی ولگوگرا در ترتیب ۲۵۶ کیلومتر مکعب در سال و ۲۴۹ کیلومتر مکعب در سال است [۶].

گورلیتس و همکاران (۲۰۲۲) الگوهای تغییر مصرف آب در حوضه ولگا را تحلیل کردند و نشان دادند که از سال ۱۹۶۱ تا اوایل دهه ۱۹۹۰ مصرف آب به دلیل تنظیم، آبیاری و تأمین آب صنعتی و شهری افزایش یافته است. از اوایل دهه ۱۹۹۰، سطح مصرف کاهش یافت و تنها اخیراً به حجم قبلی بازگردانده شده است [۱۱]. افزایش سطح دریا از سال ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۵ به افزایش اندک بارندگی در حوضه ولگا در این دوره نسبت داده شده است.

کاهش اخیر سطح دریای خزر به افزایش تبخیر که به شدت با تغییر رژیم‌های باد مرتبط بوده، نسبت داده شده است [۱۲]. شکل ۶، کاهش جزئی در رواناب / بارندگی حوضه ولگا از اواسط دهه ۱۹۹۰ را همراه با ناهنجاری‌های دما که از همان دوره شروع شده است، نشان می‌دهد [۶].

شکل ۶. نمودار روند زمانی ضریب رواناب و ناهنجاری‌های دمای هوا در حوضه رودخانه ولگا برای دوره ۲۰۲۰-۱۹۳۸ [۷]



۳-۳. فعالیت‌های انسانی

فعالیت‌های انسانی تأثیر قابل توجهی بر سطح آب دریای خزر داشته‌اند. یک مثال قابل توجه، کاهش تخلیه از رودخانه‌های دریای خزر است. صنعتی‌سازی توسط اتحاد جماهیر شوروی در دهه ۱۹۳۰ نقش مهمی در شکل‌دهی وضعیت این پهنه آبی ایفا کرد. مخازن متعددی بر روی رودخانه‌های ورودی برای حفظ عملکرد صنایع برق‌آبی ساخته شد. در این دوره بود که سطح دریای خزر شروع به کاهش کرد. ساخت سدها بر روی رودخانه ولگا در دهه ۱۹۵۰ جریان آب را به این پهنه آبی مختل کرد. ساخت سد بر روی رودخانه‌های ورودی به دریای خزر، میزان آب ورودی به دریا را کاهش داد و بر رژیم آبیایی آن تأثیر گذاشته است. آسیب‌های انسانی ناشی از جریان‌های رودخانه‌ای فراتر از کاهش سطح آب است، زیرا این رودخانه‌ها همچنین دریای خزر را به شدت آلوده می‌کنند. سالیانه ۷۵۰۰۰ تن فراورده‌های نفتی به این پهنه آبی منتقل می‌کنند که نیمی از کل آلودگی هیدروکربنی آن را تشکیل می‌دهد. بیش از ۹۵ درصد از این آلودگی تنها از رود ولگا سرچشمه می‌گیرد [۱۳]. نیمی دیگر از آلودگی هیدروکربنی به استخراج هیدروکربن در خود دریای خزر مرتبط است. با توجه به مقدار زیاد منابع هیدروکربنی در این پهنه آبی و تولید گسترده آنها توسط کشورهای ساحلی، جای تعجب نیست که آلودگی هیدروکربنی مشکل قابل توجهی است.

علاوه بر این، برداشت مستقیم آب از دریای خزر برای نمک‌زدایی نیز به‌عنوان عاملی دیگر در تغییرات تراز سطح آب آن مطرح است. در حال حاضر، اطلاعات دقیقی درباره کشورهای ساحلی که از آب دریای خزر برای مصارف کشاورزی نمک‌زدایی می‌کنند، در دسترس نیست. با این حال، برخی کشورها مانند قزاقستان و ترکمنستان پروژه‌های نمک‌زدایی را برای تأمین آب مورد نیاز صنایع و مناطق شهری اجرا کرده یا در دست بررسی دارند. با توجه به هزینه نسبتاً کم نمک‌زدایی از این پهنه آبی، این کشورها علاقه‌مند به استخراج مقادیر زیادی آب هستند. در حال حاضر، میزان دقیق نمک‌زدایی از دریای خزر توسط کشورهای حاشیه مشخص نیست و اطلاعات دقیقی در این زمینه در دسترس عموم نیست. علاوه بر این، آب شیرین شده نه تنها برای مصرف انسانی و کشاورزی، بلکه برای تولید هیدروژن سبز نیز استفاده می‌شود. قابل توجه است که برای تولید یک مگاوات انرژی به پنج تن آب شیرین شده نیاز است. قزاقستان چندین پروژه مشترک با کشورهای اتحادیه اروپا برای تولید و واردات هیدروژن دارد. در حالی که چنین پروژه‌هایی مطمئناً با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به بهبود محیط زیست در اروپا کمک می‌کنند، ممکن است عواقب منفی برای دریای خزر داشته باشند و باعث تسریع کاهش سطح آب آن شوند [۱۴].

۳-۴. فعالیت‌های زمین‌ساختی (زلزله)

دریای خزر در منطقه‌ای زلزله‌خیز واقع شده است و فعالیت‌های تکتونیکی می‌توانند بر نوسانات سطح آب آن تأثیر گذار باشند. وقوع زلزله‌های بزرگ عمدتاً باعث ایجاد امواج (سونامی) و تغییرات موضعی در تراز آب می‌شود که معمولاً موقتی بوده و پس از مدتی سطح آب به حالت عادی بازمی‌گردد. با این حال، در موارد خاص، جابه‌جایی پوسته زمین و تغییر شکل حوضه دریا ممکن است تغییرات دائمی در عمق و ظرفیت آن ایجاد کند که بر تراز کلی آب اثر گذار باشد. بررسی داده‌های زلزله در منطقه و ارتباط آن با تغییرات سطح آب می‌تواند در درک بهتر این پدیده مؤثر باشد [۱۵ و ۱۶].

دریای خزر، دارای ساختار زمین‌شناسی ناهمگن بوده و لرزه‌خیزی آن عمدتاً در اطراف غرب دریای خزر و آستانه آبشوران متمرکز است. زمین‌لرزه‌ها در این منطقه می‌توانند باعث ایجاد امواج بلند شوند که در برخی موارد به سونامی تبدیل شده‌اند. رویدادهای تاریخی نشان می‌دهند که سونامی‌ها گاهی باعث بالا آمدن آب تا ۲ متر در سواحل شده و تخریب‌هایی را به همراه داشته‌اند. مدل‌سازی‌ها نشان می‌دهد که ارتفاع امواج سونامی در مرکز دریای خزر می‌تواند به ۶ متر برسد، اما آستانه آبشوران مانع انتشار این امواج به سواحل جنوبی شده و مناطق کم‌عمق شمالی نیز خارج از محدوده اثر سونامی قرار دارند. همچنین، زلزله‌های کم‌عمق در مناطقی مانند کراسنوودسک (ترکمن‌باشی) می‌توانند باعث وقوع سیلاب‌های محلی شوند که با فاصله گرفتن از منطقه اولیه، شدت آنها کاهش می‌یابد. علاوه بر این، شیب تند بخش غربی مرکز دریای خزر و سواحل ایران، احتمال وقوع زمین‌لغزش‌های زیر دریایی را افزایش می‌دهد که می‌تواند منجر به ناپایداری بستر دریا شود. همچنین، انفجار شدید گل‌فشان‌ها در این منطقه به‌عنوان یکی دیگر از عوامل بالقوه ایجاد سونامی در دریای خزر مطرح شده است [۸].

۴. آثار زیست محیطی نوسانات سطح آب دریای خزر

تغییرات سریع سطح آب دریای خزر تأثیرات مختلفی بر محیط‌های ساحلی و دریایی می‌گذارد که عمدتاً شامل پیشروی یا پسروی خط ساحلی، گسترش یا خشک شدن تالاب‌ها و شتاب یا کاهش سرعت تبادل آب‌های عمیق می‌شود. این پدیده‌ها ممکن است توسط مداخلات انسانی و گرمایش جهانی فعلی کاهش یا تشدید شوند. همچنین، ممکن است باز خوردهای اجتماعی-اقتصادی منفی و همچنین برخی باز خوردهای مثبت داشته باشند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

۴-۱. محیط ساحلی

سواحل دریای خزر به‌طور مداوم تحت تأثیر نوسانات سطح آب قرار دارند که منجر به تغییرات چشمگیری همچون سیلاب و خشکی در مناطق ساحلی می‌شود. با افزایش سطح آب، مناطق ساحلی زیر آب رفته و سیلاب رخ می‌دهد، در حالی که با کاهش سطح آب، بخش‌هایی از بستر دریا نمایان شده و خشکی ایجاد می‌شود. این تغییرات، ریخت‌شناسی ساحل را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. همان‌طور که Kakroodi و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود در امتداد سواحل ایران نشان دادند، نوسانات سطح آب باعث جابه‌جایی خط ساحلی می‌شود. به این صورت که با کاهش سطح آب، رسوبات در ساحل انباشته شده و خط ساحلی به سمت دریا پیشروی می‌کند (رسوب‌گذاری). در مقابل، با افزایش سطح آب، فرسایش ساحل رخ داده و خط ساحلی به سمت خشکی عقب‌نشینی می‌کند (فرسایش). این مطالعه نشان داد که در سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۱، تغییرات قابل توجهی در خط ساحلی جنوب شرقی دریای خزر رخ داده است [۱۷].



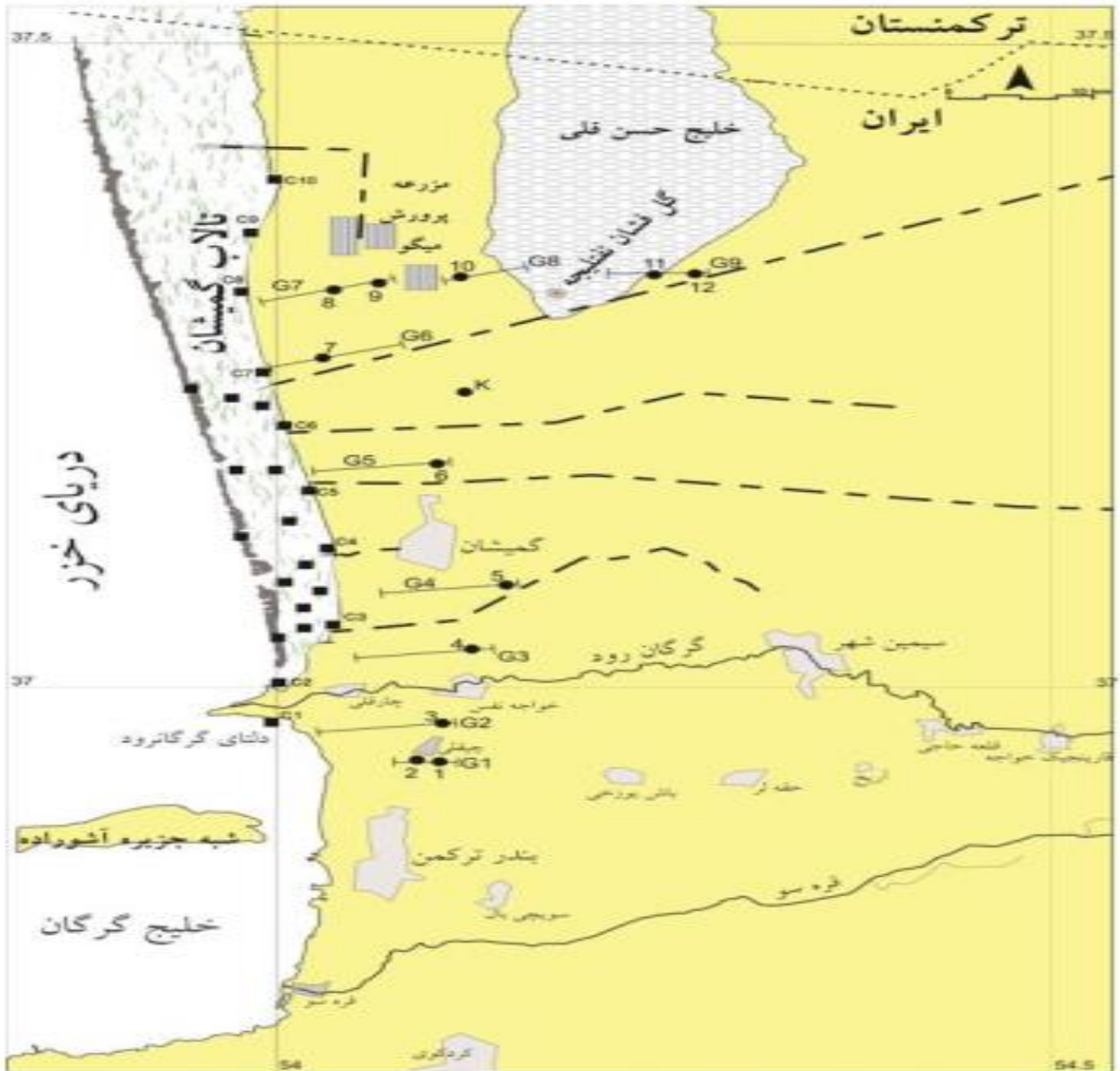
۲-۴. تأثیر بر مناطق دلتایی

رژیم رودخانه‌های حوضه دریای خزر در دهه‌های اخیر به دلیل عوامل طبیعی و انسانی دستخوش تغییراتی شده است. برای مثال، دبی والگوی جریان رودخانه‌های سفیدرود [۱۶]، ترک [۱۷] و کورا [۱۸] در بازه‌های زمانی مختلف تغییر کرده‌اند. این تغییرات گاهی به سرعت رخ می‌دهند، به‌ویژه در اثر رویدادهای شدید آبی مانند سیلاب‌های ناگهانی یا اقدامات انسانی نظیر تغییر مسیر آب و احداث سدها که می‌توانند بر بهره‌وری کشاورزی تأثیر بگذارند و حتی منجر به سیل شوند.

پاسخ سواحل دلتایی خزر به تغییرات سطح آب دریای خزر بر اساس میزان ورود آب و رسوب رودخانه‌ها متفاوت است. پسر فرت و پیشروی غیرفعال در سواحل دلتایی خزر رایج است. با این حال، دلتای ولگا به دلیل تخلیه آب زیاد و تأمین حجم قابل توجهی از جریان ورودی به دریای خزر، پایداری نسبی بیشتری نسبت به تغییرات تراز آب نشان می‌دهد. این پایداری به دلیل جریان مداوم آب و تأثیر آن بر تعادل هیدرودینامیکی منطقه است. با وجود این، مانند سایر رودخانه‌های حوضه، دهانه ولگانیز در بلندمدت تحت تأثیر تغییرات سطح آب دریای خزر قرار می‌گیرد، اما شدت این تأثیر ممکن است نسبت به دلتاهای کوچک‌تر کمتر باشد [۱۹].

علاوه بر این، تشکیل تالاب‌ها و خشک شدن آنها در سواحل خزر وابسته به تراز آب است. برای نمونه، در جنوب تالاب گمیشان، در قرن نوزدهم و در زمان بالا بودن تراز آب، تالاب دیگری به نام حسن قلی وجود داشت که با کاهش تراز آب خشک شد. این روند نشان می‌دهد که تغییرات سطح آب دریای خزر می‌تواند تأثیر مستقیمی بر پویایی بوم‌سازگان‌های ساحلی، از جمله تشکیل و از بین رفتن تالاب‌ها داشته باشد (شکل ۷) [۴].

شکل ۷. نقشه جنوب شرق دریای خزر که در آن تالاب حسن قلی و تالاب گمیشان مشاهده می شود [۴]



۳-۴. تأثیر بر تالاب‌ها و جانوران

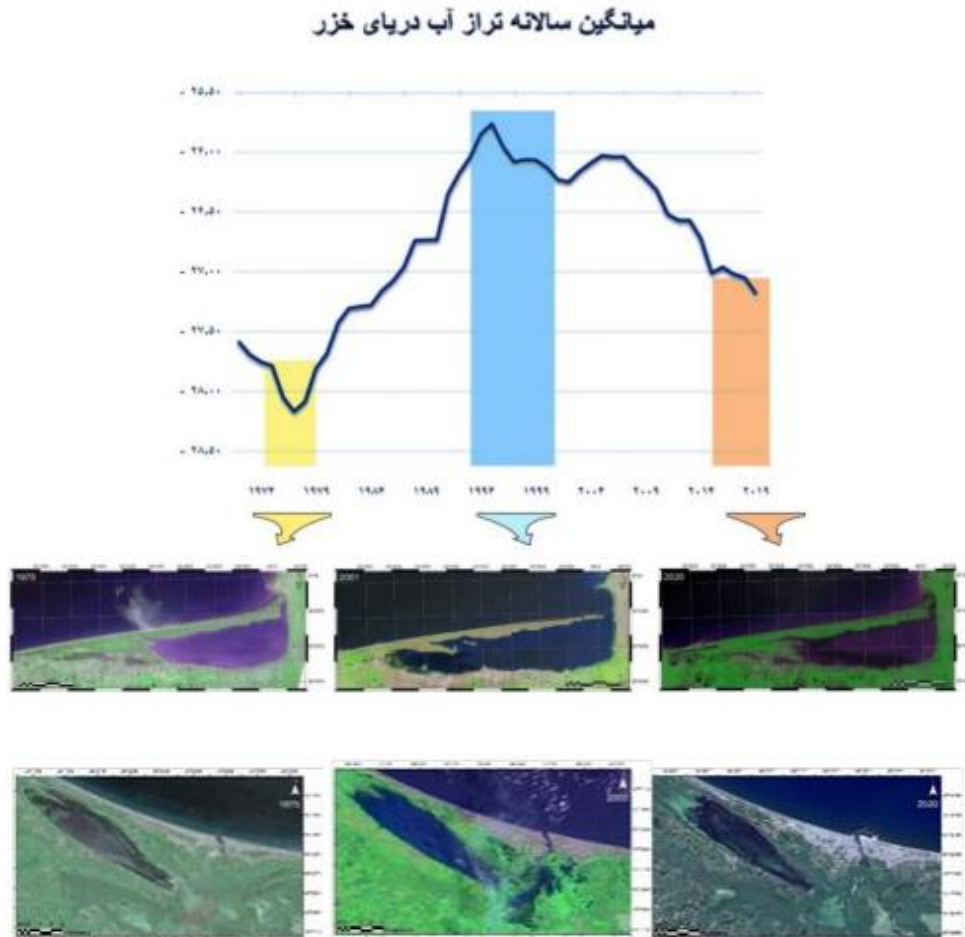
این تغییرات سریع در خط ساحلی بر محیط زیست تأثیر می‌گذارد. تالاب‌ها ممکن است به سرعت ظاهر و یا به سرعت ناپدید شوند (شکل ۸) [۲۰]. تالاب‌های ساحلی دریای خزر به‌ویژه تالاب گمیشان (شکل ۸) و خلیج گرگان (شکل ۹) که وابسته به آب دریای خزر هستند، به کاهش تراز آب بسیار حساس هستند در صورت تداوم کاهش تراز آب، این مناطق ممکن است به محیط‌های تبخیری و نمک‌زار تبدیل شوند. علاوه بر این، کاهش دبی رودخانه کورا (و به‌طور غیرمستقیم رودخانه ارس ایران) تأثیر قابل توجهی بر تالاب‌های ساحلی، به‌ویژه در مناطق جنوبی دریای خزر، دارد. کاهش ورودی آب شیرین، شوری آب را افزایش داده و بوم‌سازگان‌های حساس این مناطق را تهدید می‌کند [۴].

شکل ۸. خشکی تالاب گمیشان، یک سایت رامسر در گوشه جنوب شرقی دریای خزر به دلیل کاهش سریع سطح آب دریای خزر



عکس‌ها در اکتبر ۲۰۲۱ از ساحل (a) به سمت خشکی (d) گرفته شده‌اند. تصاویر b و c از قسمت میانی تالاب گرفته شده‌اند که ترک‌های گل‌ولای به‌طور گسترده توزیع شده‌اند و سرشار از دو کفه‌ای هستند [۲۰].

شکل ۹. اثر تغییرات تراز آب دریای خزر بر خلیج گرگان و تالاب انزلی در سال های ۱۹۷۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ میلادی [۴]



خشکی تالابها بر پرندگان و ماهیان تأثیر مستقیم خواهد گذاشت. علاوه بر اینکه زیستگاه زمستانی و تابستانی بوده، ساحل غربی دریای خزر یک مسیر مهاجرتی پر کاربرد برای صدها گونه پرنده بین شرق آفریقا و غرب سیبری است. چندین گلوگاه، تنها چند کیلومتر عرض، بین قفقاز بزرگ و دریای خزر وجود دارد، جایی که دشت ساحلی در داغستان و آذربایجان باریک می شود. در داغستان، سرشماری مطالعات پرندگان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ انجام شد و با دوره قبلی افزایش تشکیل تالاب با افزایش سطح آب دریای خزر مرتبط بود. با تعداد بیشتر تالابها، می توان نشان داد که گونه های بیشتری از این مسیر مهاجرتی استفاده می کنند [۲۱]. این نویسندگان اظهار داشتند که پیش بینی توزیع مجدد در جوامع پرندگان ناشی از ظهور یا ناپدید شدن تالاب های بزرگ بسیار مهم است. این گلوگاهها توسط آلودگی نفتی تالابها و ساخت بزرگراه های اصلی N-S تهدید می شوند [۸].

تالابها و کارکردهای بوم سازگانی آنها و همچنین آبی پروری در حال توسعه سریع، به شدت تحت تأثیر کاهش سطح آب قرار خواهند گرفت. یک نمونه از تأثیر بر ماهیگیری، کاهش مناطقی است که برای تولیدمثل ماهیان خاویاری بسیار ارزشمند مناسب هستند. این امر منجر به تسهیل شکار غیرقانونی، افزایش شوری و غلظت آلاینده ها [۲۲] و محدودیت تولیدمثل ماهیان در دهانه رودخانه ها در دوره های کم می شود [۲۳]. این امر به ویژه برای ماهیان خاویاری نگران کننده است؛ زیرا آنها از دلتاها و تالاب های کم عمق به عنوان دوره های تولیدمثل



استفاده می‌کنند. در دهه ۱۹۷۰، تعداد ماهیان خاویاری کاهش یافت، همان‌طور که در مطالعه بخش روسیه (N-NW CS) مشاهده شد. در مناطق کم‌عمق، آب‌ها، شورتر و پوشش گیاهی متراکم‌تر شد. در دهه ۱۹۸۰، به‌رغم افزایش مجدد تخلیه ولگا، جمعیت ماهیان خاویاری بهبود نیافت؛ زیرا اولاً، کاهش قبلی جریان ولگا با ساخت سدها تأثیر منفی بر ماهیان خاویاری داشت که برای بالغ شدن و تخم‌ریزی اول خود به زمان نیاز دارند (تقریباً بیش از ۱۵ سال) و ثانیاً، افزایش مجدد سطح آب باز دست دادن مناطق تخم‌ریزی همراه بود [۲۴]. از دهه ۱۹۹۰ به بعد، تهدید اصلی صید غیرقانونی بود. کاهش فعلی سطح آب همراه با تهدیدات دیگر برای آینده خوب نیست. با این حال، عامل مهم دیگری که بر مساحت محل تخم‌ریزی تأثیر می‌گذارد، تخلیه رودخانه است: Mitrofanov و Mamilov (۲۰۱۵) تخمین می‌زنند که این عامل مهم‌تر از تغییرات سطح آب دریای خزر است [۲۳].

۴-۴. محیط دریایی

دریای خزر به‌عنوان یک دریاچه بزرگ، دارای تنوع زیستی و بهره‌وری زیستی دریاچه‌ای است. با این حال، محیط فیزیکی آب مانند یک دریای باز رفتار می‌کند. جریان‌ها، گردش و امواج دریای خزر پیچیده و قوی هستند، گویی در یک محیط دریایی عمل می‌کنند. نرخ گردش (زمان ماند) آب‌های عمیق دریای خزر در طول دوره‌ای که با استفاده از ابزارهای دقیق و مدرن اندازه‌گیری شده به‌طور قابل توجهی تغییر کرده است. همچنین شوری توده آب شمال خزر در طول کاهش سطح آب (کاهش تخلیه ولگا) افزایش می‌یابد و در طول افزایش سطح آب (افزایش تخلیه ولگا) کاهش می‌یابد [۲۵ و ۲۶]. در زمان یخ‌زدگی توده آب شمال خزر، آب تا حدی شیرین می‌شود و شوری آزاد شده با آب میانه خزر در تماس قرار می‌گیرد که با آب ورودی از جنوب در امتداد ساحل شرقی شورتر می‌شود. علاوه بر اینها، توده آب شمال خزر با مواد مغذی بالا و اکسیژن دار، الگوی گردش را ایجاد و کل آب دریای خزر را درگیر می‌کند. این مکانیسم شرایط بیوشیمیایی را برای بهره‌وری و حمایت از ماهیگیری، بهبود می‌بخشد. محیط دریای خزر می‌تواند از کاهش سطح آب فعلی و گردش شتاب‌دهنده ناشی از آنکه باعث تهویه آب‌های عمیق و تبادل مواد مغذی می‌شود، بهره‌مند شود. با این حال، گرمایش جهانی می‌تواند بر فرایندهای همرفت آب‌های عمیق و گردش عمیق ناشی از یخ‌زدگی شمال خزر تأثیر بگذارد. این تأثیر به دلیل افزایش دما و تغییر در الگوی یخ‌زدگی، همراه با تغییرات در چگالی آب ناشی از شوری رخ می‌دهد که ممکن است منجر به کاهش همرفت عمیق شود. در نتیجه، این شرایط می‌تواند احتمال آب راکد و تشکیل سولفید هیدروژن در آب‌های عمیق را افزایش دهد [۲۳].

۵. پیامدهای اجتماعی و اقتصادی کاهش سطح آب دریای خزر

بررسی خطرات و بلایای طبیعی پیرامون دریای خزر نشان داده است که تغییرات سطح آب دریای خزر فاجعه‌بارترین خطر در میان همه آنهاست. اگرچه کندتر از سایر خطرات و با وجود نداشتن تلفات جانی مستقیم، تأثیر تغییرات سطح آب دریای خزر بر منطقه‌ای بسیار وسیع‌تر گسترش می‌یابد. بدیهی است که این امر در امتداد خط ساحلی طولانی دریای خزر اتفاق می‌افتد، اما همچنین بر روی رودخانه‌هایی تأثیر می‌گذارد که سطح پایه آنها صدها کیلومتر دورتر از ساحل تغییر می‌کند و در نتیجه رسوب بیشتری را انباشته کرده و تراس‌هایی را تشکیل می‌دهند یا بستر آنها را فرسوده می‌کنند (کاهش سطح آب دریای خزر) که پیامدهای اجتماعی و اقتصادی فراوانی دارد [۲۷].

کاهش سطح آب دریای خزر، تأثیرات متعددی بر فعالیت‌های اقتصادی خواهد داشت. تأسیسات گسترده بهره‌برداری نفت، مشخصه دریای خزر هستند. برای مثال، در حوضه شمالی، سکوهای کاشاگان قزاقستان که به اندازه یک روستا هستند، بر روی پایه‌هایی در آب‌های کم‌عمق

ساخته شده‌اند. هر گونه فعالیتی در آنجا، چه حفاری و چه حمل‌ونقل افراد و فراورده‌های نفتی (لای‌روبی کانال‌های دسترسی)، به دلیل کم‌عمق بودن آب و شیب‌های بسیار کم، به سرعت تحت تأثیر تغییرات جزئی سطح آب دریای خزر قرار می‌گیرد. این زیرساخت‌ها همچنین به یخ‌زدگی زمستانی که شدت آن نه تنها به آب و هوا، بلکه به عمق آب نیز بستگی دارد، بسیار حساس هستند. بهره‌برداری نفت فراساحلی آبشرون تقریباً ۹۰ سال پیش با شهر نفت‌داشلاری یا صخره‌های نفتی آغاز شد [۲۸]. این بهره‌برداری با تغییرات سطح آب دریای خزر در قرن بیستم سازگار شد. توسعه‌های اخیر نیازمند توسعه فناوری‌های جدید بود، از جمله یک سکوی شناور که قادر به بالا آمدن روی امواج است [۲۹]. ساختمان‌های بزرگ و مدرن در خط ساحلی باکو به‌طور مداوم در حال اضافه شدن هستند، مانند پروژه جدید توسعه هلال ماه بر روی یک جزیره مصنوعی. این پروژه بلندپروازانه شامل ساختمان‌های اداری ۴۳ طبقه و یک هتل ۳۲ طبقه است [۳۰]. مشخص نیست که چه برنامه‌های اضطراری در صورت تغییر سطح آب در نظر گرفته شده باشد.

کاهش سطح آب دریای خزر بر بنادر با گل‌گذاری تأسیسات و/یا افزایش فاصله تا آب‌های آزاد تأثیر خواهد گذاشت. در شمال با شیب بسیار کم، هرافت به معنای عقب‌نشینی افقی قابل توجه خط ساحلی خواهد بود. کانال شمال خزر - ولگا برای کل ترابری دریای خزر حیاتی است؛ زیرا بسیاری از کشتی‌ها باید برای دسترسی به دریا‌های آزاد از طریق کانال ولگا - دن به دریای آزوف و دریای سیاه از آن عبور کنند. در حال حاضر کشتی‌ها در این کانال با بار ۳۰ درصد کمتر حرکت می‌کنند تا از به گل نشستن در کانال جلوگیری شود. در جنوب با شیب‌های تند، کاهش سطح آب دریای خزر به‌طور مساوی دسترسی به بنادر نادر را مسدود کرده و شیب‌های عموماً تند را بی‌ثبات می‌کند [۳۱].

در مورد سایر فعالیت‌های اقتصادی، فعالیت‌های تفریحی در امتداد ساحل و در تالاب‌ها ممکن است به دلیل کم‌عمق‌تر شدن آب محدود شود. زیرساخت‌های گردشگری در امتداد سواحل، مانند هتل‌ها، ویلاها، پارک‌های تفریحی و مناطق شنا، نمی‌توانند به راحتی با هدفی متحرک سازگار شوند. گردشگری نه تنها در امتداد سواحل ایران و آذربایجان، بلکه در ترکمنستان نیز در حال توسعه است، جایی که برای مثال یک تفرجگاه جدید در یک منطقه بیابانی ساحلی ایجاد شده است، مانند منطقه گردشگری ملی آوازه.

تحلیل‌های تاریخی نشان داده است که تغییرات محیطی ممکن است باعث تشدید تنش بین کشورهای می‌شود که برای منابع یکسان رقابت می‌کنند. کاهش سطح دریای خزر زمین‌های جدیدی را آشکار می‌کند. اگر این مناطق نزدیک به مرزها باشند، ممکن است باعث تنش منطقه‌ای شود. اگرچه توزیع قلمرو آب‌های دریای خزر عمدتاً توسط کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر حل شده است [۳۲]، تغییرات در خطوط ساحلی و عمق آب ممکن است اختلافات جدیدی را ایجاد کند.

تکرار اینکه وضعیت حقوقی دریای خزر چیست مهم است، زیرا این امر بر نحوه توزیع سطح آب و بستر دریای خزر بین پنج کشور ساحلی تأثیر می‌گذارد. «کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر» که در سال ۲۰۱۸ امضا شد، دریای خزر را به‌عنوان «یک توده آب احاطه شده توسط سرزمین‌های خشکی طرفین» تعریف کرد [۳۲]. این یک وضعیت حقوقی خاص است که طبق آن دریای خزر نه از نظر قانون دریا و نه دریاچه در نظر گرفته می‌شود. این وضعیت بر مدیریت فرامرزی محیط زیست دریای خزر تأثیر می‌گذارد. لازم به ذکر است که این کنوانسیون هنوز توسط مجلس شورای اسلامی ایران تصویب نشده است.



۶. پیامدهای امنیتی و ژئوپلیتیکی کاهش سطح آب دریای خزر

کاهش سطح آب دریای خزر، فراتر از پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی، دارای اثرات عمیق امنیتی و ژئوپلیتیکی است. یکی از مهم‌ترین این پیامدها، اختلال در اجرای موافقت‌نامه‌های امنیتی منطقه‌ای مانند «موافقت‌نامه همکاری امنیتی در دریای خزر» (۲۰۱۸) و «موافقت‌نامه پیشگیری از حوادث» (۲۰۱۰) است. تغییرات فیزیکی دریا، کاهش پهناهای آبی و شکل‌گیری تردید در خطوط مرزی توافق شده، موجب تضعیف هماهنگی گشت‌های مشترک، کاهش اعتماد متقابل، و در نهایت افزایش بی‌ثباتی بین کشورهای ساحلی شده است. این وضعیت، عملکرد پاسگاه‌های مرزی و توان اجرایی نیروهای مرزبانی را نیز با مشکل مواجه کرده، به‌ویژه در مناطقی که به دلیل عقب‌نشینی خط ساحل، ایستگاه‌ها دیگر دسترسی مستقیم به دریا ندارند، توان نظارتی به‌شدت کاهش یافته است.

این تحولات، زمینه‌ساز منازعات مرزی جدید در آینده نیز هستند؛ چرا که با آشکار شدن اراضی تازه در اثر عقب‌نشینی آب، امکان بازتعریف یا اختلاف بر سر حدود مرزهای آبی افزایش می‌یابد. عدم پیش‌بینی این وضعیت در موافقت‌نامه‌های فعلی، می‌تواند وضعیت حقوقی مرزها را تضعیف کرده و چالش‌های دیپلماتیک را تشدید کند. از سوی دیگر، کاهش تراز آب موجب محدود شدن جابجایی‌های دریایی راهبردی (نظیر انسداد کانال ولگا-دون برای روسیه) و بازآرایی ناوگان‌های نظامی شده که ممکن است توازن قوا در منطقه را تغییر دهد. در چنین شرایطی، ضرورت تدوین سناریوهای پیش‌بینی، نقشه‌های به‌روز شده و بازنگری در چارچوب‌های امنیتی چندجانبه برای جلوگیری از تشدید تنش و منازعه، بیش از پیش احساس می‌شود.

۷. آثار جهانی تغییر سطح دریای خزر

تأثیرات دریای خزر و منطقه اطراف آن، محدود به منطقه نبوده و ابعاد جهانی نیز دارد. این پهنا آبی به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از سیستم جهانی عمل می‌کند و تأثیرات متقابل با سایر نقاط جهان دارد. وسعت و حجم بالای آب این دریاچه، نه تنها بر آب‌وهوای منطقه، بلکه بر الگوهای آب‌وهوایی در مقیاس‌های بزرگ‌تر نیز تأثیرگذار است. بیش از نیمی از بارندگی در دریای خزر و کوه‌های البرز ناشی از اثر دریاچه خزر است. این اثر دریاچه‌ای به‌صورت افزایش تبخیر سالیانه نیز محسوس است. در فصل سرد، این اثر منجر به بارش برف سنگین در سواحل جنوب غربی دریای خزر می‌شود. به‌طور کلی، دریای خزر با تعدیل دمای هوا (افزایش دما در زمستان و کاهش آن در تابستان) بر جو تأثیر می‌گذارد. تغییرات در اندازه دریای خزر به‌طور مستقیم بر چرخه آبی منطقه‌ای تأثیر می‌گذارد؛ چنان‌که خشک شدن دریای آرال در شرق دریای خزر، نمونه‌ای از این تأثیرات است که منجر به گرم شدن منطقه و تغییر آب‌وهوای آن شد [۳۳]. علاوه بر این، خود دریای خزر بر گردش عمومی جو تأثیر می‌گذارد و هرچه اندازه آن بزرگ‌تر باشد، این تأثیر قابل توجه‌تر است. تغییر سطح دریای خزر نیز تحت تأثیر پیوندهای اقلیمی دوربرد^۱ از مناطق دور مانند اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام قرار دارد. برای مثال، پیش‌بینی‌های اقلیمی نشان می‌دهد که نوسانات اطلس شمالی (NAO) عامل غالب برای آب‌وهوای زمستان در حوضه آبریز دریای خزر است [۳۴].

علاوه بر تأثیرات آب‌وهوایی، دریای خزر به‌عنوان یک مخزن بزرگ آبی، نقش مهمی در چرخه‌های زیست‌زمین‌شیمیایی جهانی، به‌ویژه چرخه کربن، ایفا می‌کند. تغییر در حجم آب و شرایط محیطی خزر می‌تواند بر میزان جذب و انتشار کربن توسط این دریاچه تأثیر گذاشته و در نتیجه

1. Teleconnection

بر غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو و تغییرات اقلیمی جهانی اثر گذار باشد. به‌طور مشخص، کاهش سطح آب می‌تواند منجر به کاهش سطح پوشش گیاهی ساحلی و تالاب‌ها شود که این امر به‌نوبه خود باعث کاهش جذب کربن و افزایش انتشار آن به جو می‌گردد. این موضوع، بر اهمیت جهانی مدیریت این بوم‌سازگان برای مقابله با تغییرات اقلیمی تأکید می‌کند. همچنین، کاهش سطح آب دریای خزر می‌تواند تأثیرات منفی قابل توجهی بر فعالیت‌های اقتصادی مرتبط با این دریاچه، از جمله حمل‌ونقل دریایی، شیلات و گردشگری، داشته باشد. این امر به‌نوبه خود می‌تواند پیامدهای اقتصادی جهانی نیز به همراه داشته باشد، به‌ویژه برای کشورهایی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با این فعالیت‌ها در ارتباط هستند. برای مثال، کاهش تردد کشتی‌ها در کانال ولگا-دن (که دریای خزر را به دریای آزوف و دریای سیاه متصل می‌کند) می‌تواند اختلالاتی در تجارت بین‌المللی و زنجیره‌های تأمین جهانی ایجاد کند. به همین ترتیب، کاهش تولید خاویار در خزر می‌تواند بر بازار جهانی خاویار تأثیر گذاشته و منجر به افزایش قیمت آن شود. این نمونه‌ها نشان می‌دهند که مدیریت بحران خزر نیازمند رویکردی فراتر از مرزهای منطقه و همکاری بین‌المللی در زمینه‌های مختلف، از جمله تجارت و اقتصاد، است [۳۵].

همچنین کاهش سطح آب دریای خزر می‌تواند منجر به افزایش تنش‌ها بین کشورهای حاشیه بر سر منابع آبی و سایر منابع شود. این امر می‌تواند بر امنیت منطقه‌ای و حتی بین‌المللی تأثیر بگذارد. همکاری بین‌المللی و ایجاد سازوکارهای حل اختلاف می‌تواند از بروز چنین تنش‌هایی جلوگیری کند [۳۶].

۸. جمع‌بندی و پیشنهادها

دریای خزر، بزرگ‌ترین دریاچه بسته جهان، با خط ساحلی طولانی و بدون خروجی، به تغییرات، به‌ویژه تغییرات سطح آب، بسیار حساس است. این پهنه آبی برای کشورهای ساحلی خود (ایران، روسیه، قزاقستان، ترکمنستان و آذربایجان) که از منابع آب، هیدروکربن و زیستی آن بهره می‌برند، از اهمیت حیاتی برخوردار است. دریای خزر علاوه بر ارائه خدمات بوم‌سازگانی و امکانات تفریحی برای این پنج کشور، به دلیل موقعیت جغرافیایی و وسعت خود، تأثیرات منطقه‌ای و جهانی قابل توجهی نیز بر آب‌وهوا و چرخه‌های زیست‌زمین‌شیمیایی دارد. حوضه آبریز این دریاچه در هفت کشور واقع شده که خود نشان از گستردگی آثار آن دارد.

کاهش فعلی سطح آب دریای خزر، ناشی از ترکیبی از عوامل طبیعی (مانند گرمایش جهانی و تغییر الگوهای باد) و عوامل انسانی (مانند سدسازی، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب و تغییر کاربری اراضی) است. با توجه به اینکه حدود ۸۰ درصد آب ورودی به خزر از رودخانه ولگا تأمین می‌شود، هرگونه راه‌حل مؤثر باید با تمرکز بر مدیریت این رودخانه و با رویکردی بین‌المللی ارائه شود.

این کاهش سطح آب، پیامدهای گسترده‌ای بر محیط زیست (تغییرات خط ساحلی، تأثیر بر تالاب‌ها و گونه‌های جانوری)، اقتصاد (فعالیت‌های شیلات، حمل‌ونقل و گردشگری) و جوامع محلی کشورهای ساحلی دارد. علاوه بر این، همان‌طور که در گزارش به تفصیل شرح داده شد، این پدیده تأثیرات فرامنطقه‌ای و حتی جهانی بر آب‌وهوا، چرخه‌های زیست‌زمین‌شیمیایی و تجارت بین‌المللی نیز دارد؛ بنابراین، مقابله مؤثر با کاهش سطح آب دریای خزر نیازمند رویکردی جامع و چندجانبه در سطح بین‌المللی است.

با توجه به ماهیت فرامرزی چالش‌های دریای خزر و سهم حیاتی رود ولگا در وضعیت آن، اتخاذ رویکردی بین‌المللی و همکاری تنگاتنگ میان کشورهای حاشیه، به‌ویژه با محوریت روسیه (به‌عنوان کشور بالادست حوضه ولگا) و مشارکت فعال ایران (با توجه به سواحل طولانی و منافع اقتصادی و زیست‌محیطی)، امری ضروری است. با توجه به عدم تصویب کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر توسط ایران و مشخص نبودن مرزهای آبی کشور، هرگونه اقدام مدیریتی نیازمند ملاحظات حقوقی دقیق است. در این راستا، پیشنهادهایی به شرح ذیل بیان می‌شود:

۱. تقویت چارچوب حقوقی و نهادی بین‌المللی: پیشنهاد می‌شود جمهوری اسلامی ایران با تسریع در تدوین یک راهبرد ملی منسجم



درباره وضعیت حقوقی دریای خزر، مواضع خود را در حوزه‌هایی نظیر تحدید حدود، بهره‌برداری از منابع، امنیت دریایی، حفاظت محیط زیستی و کشتیرانی، به صورت شفاف و یکپارچه تعیین کند. این راهبرد که باید با مشارکت نهادهای کلیدی همچون وزارت امور خارجه، وزارت نفت، سازمان حفاظت محیط زیست و مراکز علمی-پژوهشی تدوین شود، می‌تواند مبنای واحدی برای مذاکرات دیپلماتیک و دفاع از حقوق ایران در عرصه منطقه‌ای و بین‌المللی فراهم آورد و از پراکندگی و ضعف انسجام در اتخاذ تصمیمات راهبردی جلوگیری کند. همچنین، با توجه به کاهش سریع سطح آب دریای خزر و تهدید اکوسیستم‌ها، این راهبرد باید جنبه‌های مدیریت جامع منابع آب، حفاظت اکوسیستم‌های ساحلی و زیستگاه‌های بومی را نیز شامل شود و سازوکارهای همکاری منطقه‌ای میان کشورهای حاشیه برای کاهش برداشت بی‌رویه آب و حفاظت از تنوع زیستی را تقویت نماید.

۲. هماهنگی سیاست‌های کشاورزی و صنعتی با اهداف حفاظت از خزر: سیاست‌های ملی در بخش‌های کشاورزی و صنعتی باید به گونه‌ای تنظیم شوند که با اهداف حفاظت از دریای خزر و کاهش فشار بر منابع آب سازگار باشند. ترویج کشاورزی پایدار، استفاده از فناوری‌های کم‌آب‌بر و کاهش آلودگی از جمله این موارد است.

برای تحقق این هدف، توصیه می‌شود فناوری‌های نوین نمک‌زدایی و مدیریت پساب با حداقل اثرات زیست‌محیطی به کار گرفته شوند و برنامه‌های پایش مستمر کیفیت آب و شوری اجرا گردد. همچنین، سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های دوستدار محیط زیست و آموزش کشاورزان و صنایع برای بهبود مدیریت مصرف آب و کاهش آلودگی باید در دستور کار قرار گیرد.

۳. تقویت دیپلماسی آب و همکاری‌های منطقه‌ای:

■ **ایجاد سازوکارهای ارتباطی و مذاکراتی مستمر بین کشورهای حاشیه:** برای حل اختلافات و هماهنگی در اجرای برنامه‌های مشترک، باید کانال‌های ارتباطی و مذاکراتی مستمر بین کشورهای حاشیه خزر ایجاد شود.

■ **مشارکت هدفمند و مشروط در سازمان‌های بین‌المللی مرتبط:** کشورهای حاشیه باید با در نظر گرفتن شرایط ژئوپلیتیکی و محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها، مشارکت هدفمند و فعال در سازمان‌های بین‌المللی مرتبط با مدیریت منابع آب، محیط زیست و تغییرات اقلیمی (مانند UNECE، ESCAP، UNEP و...) را دنبال کنند. این مشارکت‌ها باید با تحلیل جامع از منافع ملی و ظرفیت‌های موجود انجام گیرد و به نحوی طراحی شود که بدون ایجاد تعهدات الزام‌آور، امکان بهره‌گیری از ظرفیت‌های فنی، مشاورتی و همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی برای حل بحران خزر فراهم گردد. افزون بر این، ایجاد مرکز مشترک پایش محیط زیست دریای خزر با همکاری کشورهای حاشیه‌ای و تبادل داده‌های علمی و مآهواره‌ای، از جمله راهکارهای کلیدی برای بهبود تصمیم‌گیری و پیشگیری از پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از کاهش سطح آب است.

جدول ۴. پیشنهاد توصیه سیاستی ویژه گزارش‌های راهبردی / نظارتی

| ملاحظات | زمان بندی اجرا (کوتاه مدت، میان مدت، بلند مدت) | دستگاه معین | دستگاه متولی | الزامات و قیود اجرایی | توصیه سیاستی | نوع توصیه | | ردیف |
|--|---|---|-----------------------------------|--|--|-----------|--------|------|
| | | | | | | اصلاح** | تداوم* | |
| حساسیت‌های سیاسی و دیپلماتیک موضوع، لزوم حفظ وحدت رویه در مذاکرات، عدم تصویب کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر توسط ایران | میان مدت | وزارت نفت، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت حقوقی ریاست جمهوری، مراکز علمی و پژوهشی | وزارت امور خارج | نیازمند هماهنگی میان نهادهای ذی ربط، بهره‌گیری از مطالعات علمی و حقوقی، و تأمین اعتبار برای جلسات مشورتی و پژوهشی | تدوین راهبردی ملی منسجم درباره وضعیت حقوقی دریای خزر، با هدف تعیین مواضع جمهوری اسلامی ایران در موضوعاتی مانند تحدید حدود، بهره‌برداری از منابع، امنیت دریایی، حفاظت محیط زیستی و کشتیرانی | اصلاح | | ۱ |
| نیاز به مشارکت بخش خصوصی | کوتاه مدت تا میان مدت | سازمان حفاظت محیط زیست | وزارت کشاورزی، وزارت صمت | نیاز به کاهش مصرف آب و آلودگی | هماهنگی سیاست‌های کشاورزی و صنعتی با اهداف زیست‌محیطی خزر | اصلاح | | ۲ |
| قابل تقویت از طریق نشست‌های دوره‌ای | کوتاه مدت | وزارت نیرو، کنوانسیون خزر | وزارت امور خارج | چارچوب سازمان یافته برای مذاکرات دوجانبه و چندجانبه | ایجاد سازوکارهای مذاکره‌ای و گفتگوی دائمی میان کشورهای حاشیه | اصلاح | | ۳ |
| بهره‌برداری از تجارب بین‌المللی در مدیریت آب | کوتاه مدت تا میان مدت | سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت نیرو | وزارت امور خارج | حضور منسجم در جلسات و ارائه پیشنهادها منطقه‌ای | فعال‌سازی نقش کشورهای منطقه در سازمان‌های بین‌المللی (UNEP, UNECE, ... و ESCAP) | اصلاح | | ۴ |



- [۱] قانقرمه، عبدالعظیم و ملک، جواد (۱۳۸۶). همزیستی مسالمت‌آمیز با نوسانات آب دریای خزر به‌منظور توسعه پایدار سواحل ایران (مطالعه موردی: ساحل جنوب شرقی). پژوهش‌های جغرافیایی ۳۸ (۳).
- [2] Leory, S. A. G., Lahijani, H.A.K., Djamali, M., Naghinezhad, A., Moghadame, M.V., Arpe, K., Shah-Hosseini, M., Hosseindoust, M., Miller, Ch.S., Tavakoli, V., Habibi, P. and Naderi Beni, M., 2011, Late Little Ice Age palaeoenvironmental records from the Anzali and Amirkola Lagoons (south Caspian Sea): Vegetation and sea level changes, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology* 302, pp. 415–434.
- [۳] عبدالهی کاکرودی، عطاله (۱۳۹۷). نوسانات دریای خزر و تأثیر آن بر سواحل جنوب شرقی آن. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۲ (۳).
- [۴] علیزاده کتیک لاهیجانی، حمید (۱۴۰۳). نوسان تراز آب دریای خزر و آثار آن، گزارش پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی.
- [5] Samant, R. and Prange, M. (2023). Climate-driven 21st century Caspian Sea level decline estimated from CMIP6 projections. *Communications Earth and Environment* 4, 357.
- [6] Firoozfar, A., Bromhead, E.N. and Dykes, A.P. (2012). Caspian Sea level change impacts regional seismicity. *Journal of Great Lakes Research* 38(4), 667-672.
- [7] Safarov, E., Safarov, S., and Bayramov, E. (2024). Changes in the Hydrological Regime of the Volga River and Their Influence on Caspian Sea Level Fluctuations. *Water*, 16(12), 1744.
- [8] Lahijani, H.A.K., Ghaffari, P., Leroy, S.A.G., Beni, A.N., Yakushev, E.V., Abtahi, B., Saleh, A. and Behravesh, M. (2024). A note on the silent decline of the Caspian environment. *Marine Pollution Bulletin* 205, 116551.
- [9] Diansky, N.A., Vyruchalkina, T.Y. and Fomin, V.V. (2022). Effect of long-term variations in wind regime over Caspian Sea region on the evolution of its level in 1948–2017. *Proceedings of the Scientific Conference on Climate Change in the Caspian Sea Region*. 121-22.
- [10] Koriche, S.A., Nandini-Weiss, S.D., Prange, M., Singarayer, J.S., Arpe, K., Cloke, H.L. et al. (2021b). Impacts of variations in Caspian Sea surface area on catchment-scale and large-scale climate. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 126(18), e2020JD034251.
- [11] Gorelits, O.V., Ermakova, G.S., Zemlyanov, I.V., Sapozhnikova, A.A. and Milutina, I.Y. (2022). Volga delta hydrological regime under conditions of modern climate changes. *Proceedings of the Scientific Conference on Climate Change in the Caspian Sea Region*. 59-60.
- [12] Chen, J.L., Pekker, T., Wilson, C.R., Tapley, B.D., Kostianoy, A.G., Cretaux, J.-F. and Safarov, E.S. (2017). Long-term Caspian Sea level change. *Geophysical Research Letters* 44, 6993–7001.
- [13] Shirneshan G, Riyahi Bakhtiari A, Memariani M (2016) Distribution and origins of n-alkanes, hopanes, and steranes in rivers and marine sediments from Southwest Caspian coast, Iran: implications for identifying petroleum hydrocarbon inputs. *Environ Sci Pollut Res* 23: 17484–17495.
- [14] <https://cabar.asia/en/the-caspian-sea-is-under-the-threat-of-desertification-what-are-the-causes-and-consequences>
- [15] Dura, T., Engelhart, S. E., Vacchi, M., Horton, B. P., Kopp, R. E., Peltier, W. R., and Bradley, S. (2016). The role of Holocene relative sea-level change in preserving records of subduction zone earthquakes. *Current Climate Change Reports*, 2, 86-100.

- [16] Foulger, G. R., Wilson, M. P., Gluyas, J. G., Julian, B. R., and Davies, R. J. (2018). Global review of human-induced earthquakes. *Earth-Science Reviews*, 178, 438-514.
- [17] Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Goorabi, A., Yamani, M., 2014. Shoreline response to rapid 20th century sea-level change along the Iranian Caspian coast. *J. Coast. Res.* 30 (6), 1243–1250.
- [18] Haghani, S., Leroy, S.A.G., 2020. Recent avulsion history of Sefidrud, south west of the Caspian Sea. *Quat. Int.* 540, 97–110.
- [19] Zonn, I.S., Kostianoy, A.G., Kosarev, A.N., Glantz, M., 2010. *The Caspian Sea Encyclopedia*. Springer, Berlin.
- [20] Mikhailov, V.N., Magritskii, D.V., Kravtsova, V.I., Mikhailova, M.V., Isupova, M.V., 2012. The response of river mouths to large-scale variations in sea level and river runoff: case study of rivers flowing into the Caspian Sea. *Water Res.* 39 (1), 11–43.
- [21] Mikhailov, V.N., Mikhailova, M.V., Isupova, M.V., 2014. Hydrological and morphological processes at river mouths of the Caspian Sea Region as possible analogs of expected changes of mouths of other rivers in Russia and the world. *Water Res.* 41, 489–504.
- [22] Vilkov, E.V., 2016. The genesis and evolution of the Caspian Sea Lagoons as Avifauna Refuges at the transboundary scale. *Open J. Marine Sci.* 2016 (6), 115–124.
- [23] Mitrofanov, I.V., Mamilov, N.Sh., 2015. Fish diversity and fisheries in the Caspian Sea and Aral–Syr Darya basin in the Republic of Kazakhstan at the beginning of the 21st Century. *Aquat. Ecosyst. Health Manag.* 18 (2), 160–170.
- [24] Williot, P., Arlati, G., Chenanov, M., Gulyas, T., Kasimov, R., Kirschbaum, E., Zholdasova, I., 2002. Status and management of Eurasian sturgeon: an overview. *Int. Rev. Hydrobiol.* 87, 483–506
- [25] گزارش ملی کشورمان در ۲۷ نشست کمیته هماهنگی آب و هواشناسی دریای خزر، آذرماه ۱۴۰۲.
- [26] گزارش مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، وزارت نیرو، سال ۱۴۰۳.
- [27] Ruban, G.I., Khodorevskaya, R.P., Shatunovskiy, 2019. Long-term dynamics of sturgeon distribution in the Northern Part of the Caspian Sea (Review). *Inland Water Biol.* 12 (4), 443–451. RWCEA, 2022.
- [28] Leroy, S.A.G., Lahijani, H.A.K., Cr´etaux, J.-F., Aladin, N.V., Plotnikov, I.S., 2020. Past and current changes in the largest lake of the world: The Caspian Sea. In: Michke, S. (Ed.), 2020, *Large Asian Lakes in a Changing World*. Springer, pp. 65–107.
- [29] Leroy, S.A.G., Demory, F., Chali´e, F., Bates, R., Bates, M., Omrani Rekavandi, H., Sauer, E., 2022. Palaeoenvironments at the Caspian terminals of the Gorgan and Tammisheh walls, 13, pp. 425–441. In Sauer et al. "Ancient Arms Race" Oxbow book. ISBN: 9781789254624.a
- [30] https://en.wikipedia.org/wiki/The_Crescent_Development_project
- [31] Akbari, M., Baubekova, A., Roozbahani, A., Gafurov, A., Shiklomanov, A., Rasouli, K. et al. (2020). Vulnerability of the Caspian Sea shoreline to changes in hydrology and climate. *Environmental Research Letters* 15, 115002.
- [32] Caspian News, 2019. [Caspian Countries Team Up For Off-Shore Oil Drilling](#).
- [33] Lahijani, H., Leroy, S. A. G., Arpe, K., & Cretaux, J. F. (2023). Caspian Sea level changes during instrumental period, its impact and forecast: A review. *Earth-Science Reviews*, 241, 104428.

[34] Convention, 2018. Convention of the Legal Status of the Caspian Sea. <http://en.kremlin.ru/supplement/5328>. Accessed 1 Nov. 2021.

[35] Koriche, S.A., Singarayer, J., Cloke, H., 2021a. The fate of the Caspian Sea Under projected climate change and water extraction during the 21st century. *Environ. Res. Lett.* 16, 094024.

[36] Nandini-Weiss, S.D., Prange, M., Arpe, K., Merkel, U., Schulz, M., 2020. Past and future impact of the winter North Atlantic Oscillation in the Caspian Sea catchment area. *Inter. J. Climat.* 40 (5), 2717–2731.

گزیده سیاستی

دریای خزر به دلیل تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی مانند سدسازی و برداشت بی‌رویه آب رودخانه ولگا، با کاهش سطح آب مواجه است. این بحران، موجب تخریب محیط زیست، آسیب به اقتصاد و تهدید امنیت منطقه می‌شود و برای حل آن نیازمند همکاری بین‌المللی است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir