بالا آمدن سطح آب در دریای خزر
آیا این پدیده ناشی از اثر گلخانه‌ای است؟

مترجم: علیرضا کریمی باوندپور *

مقدمه مترجم

دیرگاهی است که بالا آمدن سطح آب دریای خزر و پیشروی آن موجب شده است خسارات بسیاری به تأسیسات ساحلی، واحدهای مسکونی و جاده‌های استان‌های گیلان و مازندران وارد آید. زیان‌های ناشی از پیشروی آب، سایر کشورهای مجاور دریای خزر را نیز با تهدید جدی روبرو ساخته است.

در سمینار علمی «بیلان و رژیم تغییرات سطح آب دریای خزر» که در آبان ماه سال جاری برگزار شد، علل پیشروی آب دریا و راه‌های پیشگیری از زیان‌های اقلیمی و اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. در این سمینار عنوان گردید که بسیاری از مناطق قزاقستان زیر آب رفته‌اند و در صورت رسیدن تراز آب به ۲۶- متر، کلیهٔ حوزه‌های نفتی در شمال دریای خزر به زیر آب خواهند رفت. در این سمینار، و نیز در مقاله‌ای که در شمارهٔ ۲ فصلنامه علوم زمین («دریای خزر»، نوشته م. شهرابی) انتشار یافته، به علل تغییرات سطح آب دریای خزر از جمله به افزایش دمای زمین به عنوان یک علت اساسی اشاره شده است. لیکن از آن‌جا که مقالهٔ حاضر اثر گلخانه‌ای و افزایش دمای زمین را با تفصیل بیش‌تری مورد بحث قرار داده است، به ترجمهٔ آن مبادرت شد.

با امید به آن که تحقیقات کاربردی و به کارگیری تجهیزات لازم، و تشکیل گروه‌های ویژهٔ بررسی علمی چنین رویدادهایی نیز هرچه زودتر در میهن عزیزمان جایگاه ویژهٔ خود را بازیابد و اطلاعات ارائه شده از طریق ترجمهٔ این مقاله به کار آید.

چکیده

دریای خزر دریایی بین‌المللی است که به روسیه، قزاقستان، ترکمنستان، ایران، و آذربایجان محدود می‌شود. سطح آب این دریا زمانی طولانی به میزان متوسط ۳ سانتی‌متر در سال کاهش داشته است، اما اخیراً این روند به طور ناگهانی و مشخص تغییر کرده و در طول خط ساحلی آسیب‌هایی به بار آمده است.

این مقاله به ارزیابی رژیم آب‌شناختی دریای خزر و دلیل بالا آمدگی سطح آب آن می‌پردازد. افزایش روزافزون شواهد حاکی از آن است که این تغییرات با گرم شدن جهانی ارتباط داشته و مخصوصاً ناشی از گرم شدن متفاوت اقیانوس‌ها در نیمکره‌های شمالی و جنوبی بوده است.

Abstract

The Caspian Sea is an international Sea,bordered by Russia, Kazakhstan, Turkmenistan, Iran and Azerbaijan. For a long period, it has experienced declining water levels, averaging about 3 cm a year, but this has recently seen a sudden and dramatic reversal with damaging results along the coastline.

This article, assesses the hydrological regime of the Caspian Sea and the cause of this rise in levels. Evidence is growing daily that changes in Caspian Sea levels are related to global warming and are particularly influenced by differential warming of the oceans in the northern and southern hemispheres.

Sea- Level Rise in the Caspian Sea:

Is this the Greenhouse Effect?

Translated by: Alireza Karimi Bavandpur *

میزان عقب نشینی و افت سطح آب دریای آرال در قزاقستان و ازبکستان سال‌ها مورد توجه محافل بین‌المللی بوده است. کاهش حدود ۱۵ متر از سطح آب بر اثر منحرف ساختن جهت رودخانه‌های تغذیه کننده آن، سیردریا و آمودریا، برای آبیاری است که آسیب فراوانی نیز به صنعت ماهی‌گیری وارد آورده است.

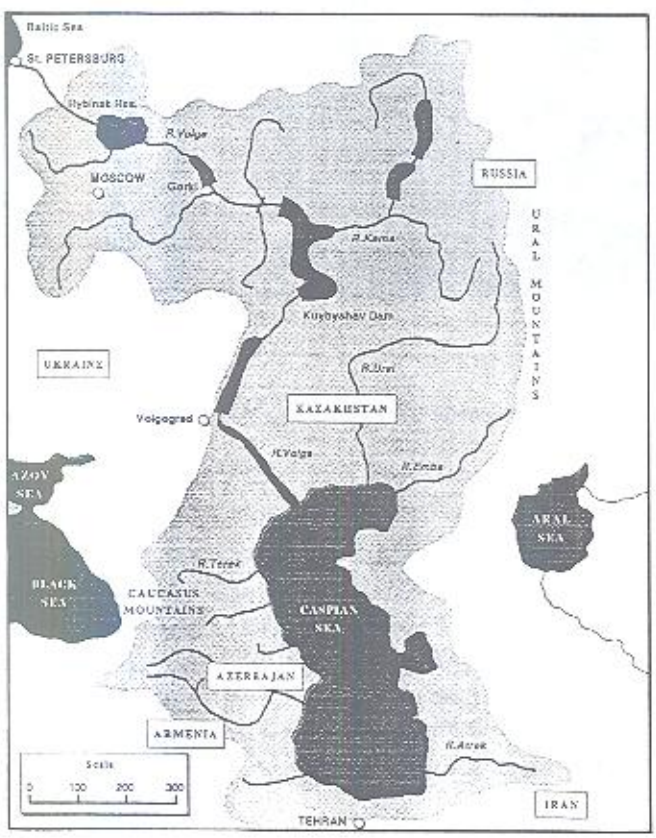
دریای خزر دریایی بین‌المللی است که به روسیه، قزاقستان، ترکمنستان، ایران، و آذربایجان محدود می‌شود. این دریا زمانی بسیار طولانی‌تر با کاهش سطح آب به میزان متوسط ۳ سانتی‌متر در سال مواجه بوده است، اما اخیراً این روند به طور ناگهانی و مشخص تغییر کرده و در طول خط ساحلی آسیب‌هایی به بار آمده است.

این مقاله که به ارزیابی رژیم آب شناختی دریای خزر و دلیل بالا آمدگی سطح آب آن می‌پردازد، خلاصه‌ای از مقاله‌ارائه شده به کنفرانس آب در خاور میانه "Water in the Middle East" است که در مدرسهٔ‌مطالعات آسیایی و افریقایی"School of Oriental and African Studies" دانشگاه لندن در تواسبر ۱۹۹۲ برگزار شد. عکس‌های ساحل دریای شمالی ایران را در یک لامینگ "Deryck Laming" در دسامبر ۱۹۹۲ گرفته است.

دریای خزر (شکل ۱) بزرگترین دریاچهٔ‌نمک جهان شناخته شده است، هرچند شوری آن فقط یک سوم شوری اقیانوس‌هاست. این دریا مجرای خروجی طبیعی ندارد، اگر چه در زمان زمین شناختی اخیر "recent geological time" از طریق دریای آزوف "Azov" به مدیترانه متصل بوده است.

بیش از ۵۰ درصد آب‌های ورودی به دریای خزر ازرود ولگا تأمین می‌شود؛ این رود از طریق آبراه‌هایی"Waterways " به مسکو، ولگاگراد، سنت پترزبورگ، و اقیانوس منجمد شمالی متصل است. با توجه به مجموعهٔ‌متشکل از ۱۱ نیروگاه آبی و سیستم‌های آبیاری گسترده در اطراف ساحل شمالی دریای خزر و دریای آزوف، حوزهٔ‌خزر در اقتصاد روسیه، قزاقستان، آذربایجان، و اوکراین نقشی حیاتی دارد.

سطح آب این دریا، با توجه به محصور بودن آن، به میزان آب ورودی بستگی دارد و از نظر تاریخی تغییرات زیادی را نشان داده است. همچنین، توسعهٔ‌صنایع وابسته به آب "Water Development" در حوزهٔ‌خزر، به طور جدی جریان معمولی رودخانهٔ‌ولگا را کاهش داده است. سطح آب از سال ۱۹۳۰ آشکارا پایین آمده و در سال ۱۹۷۷ به کم‌ترین حد خود رسیده است (شکل ۳). از این تاریخ به بعد، سطح آب به میزان شگفت انگیزی شروع به بالا آمدن کرده است. خوشبختانه طرح‌هایی که در اواسط دههٔ۸۰ برای تغییر مسیر آب‌های اضافی (نزدیک به ۲۰ کیلومتر مکعب) دریاچه‌ها و رودخانه‌های شمال روسیه و هدایت



شکل ۱. ناحیه آبریز دریای خزر، با نمایش محل مخازن عظیم در مسیر رود ولگا در روسیه.

آن‌ها به سوی حوزهٔ‌خزر پیشنهاد شده بود(گلوبف "Golubev" و بیواز"Biswaz" ،۱۹۸۵) به اجرا در نیامدند.

اخیراً ایران در حال بررسی اقدامات حفاظتی ساحلی است تا آسیب‌هایی را که براثر طغیان آب به شهرها و دشت‌های ساحلی آن در حاشیهٔ‌جنوبی دریای خزر وارد می‌آید، کاهش دهد(شکل‌های ۲ و ۸).

به هر حال، بدون پیش‌بینی وضعیت آیندهٔ‌سطح آب دریا و آگاهی از فرآیندهای به وجود آورندهٔ‌این نوسان‌ها، تلاش برای کاهش صدمات ناشی از افت



شکل ۲. ساحل جنوبی دریای خزر در بابلسر، ایران، همراه با نمایش گوشه‌ای از اثرات بالا آمدگی سطح آب دریا. ساختمان‌های ساحلی فراوانی نابود شده‌اند و بسیاری از نواحی ساحلی مجاور، با طغیان جدی تهدید می‌شوند.

و خیزهای زیاد سطح آب، احتمالاً بی‌اثر و غیراقتصادی خواهد بود.

پیشینهٔ فیزیکی

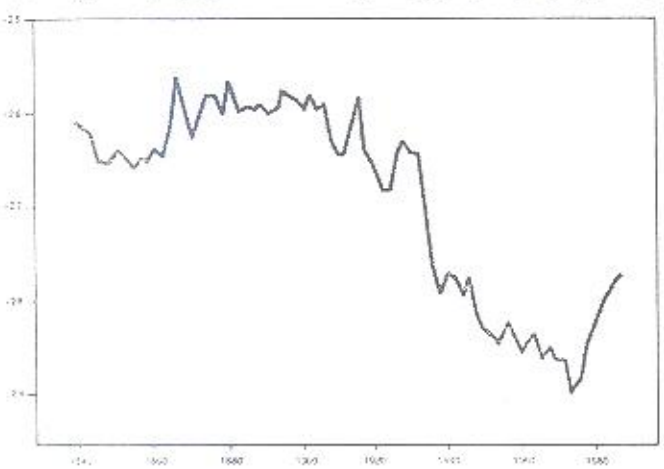
رود ولگا طولانی‌ترین رود اروپاست؛ درازای آن ۳،۵۳۰ کیلومتر است و حوزهٔ آبریز آن ۱/٤ میلیون کیلومتر مربع وسعت دارد تقریباً ٦۰ درصد آب آن از ذوب برف و ۳۰ درصد از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. میانگین جریان سالانهٔ دراز مدت آن در ولگاگراد ۲۵۰ کیلومتر مکعب است. این مقدار همراه با جریان آب از دو رودخانهٔ اصلی دیگر، ارال و ترک "Terek" ۸۸ درصد از کل آب ورودی دریای خزر را شامل می شود. جریان آب ورودی رودخانه‌های ایران حدود ۵ درصد است.

دریای خزر ناحیه‌ای به وسعت ۳۷۲،۰۰۰ کیلومتر مربع را در سطح ۲۸/۵- متر نسبت به سطح دریاهای آزاد می‌پوشاند و کل مساحت حوزهٔ آبریز آن حدود ۳/۷ میلیون کیلومتر مربع است. یک دشت رسوبی پهناور، مجرای خروجی رود ولگا را احاطه می کند، و عمق ناحیهٔ شمالی دریای خزر ٤ تا ٦ متر است. عمق متوسط دریا ۱۸۰ متر است و حداکثر آن در جنوب به ۷۸۸ متر می‌رسد. ظرفیت کلی این دریا ٦٦،۹٦۰ کیلومتر مکعب است، درحالی که میزان آب دریافتی سالانهٔ آن ۳۱۰ کیلومتر مکعب می‌باشد. این آب ورودی سالانه می‌تواند سطح آب را صرف‌نظر از تبخیر، تا ۰/۸ متر بالا آورد. بنابراین، تبخیر خالص (تبخیر منهای بارندگی) نزدیک به ۰/۸ متر است.

توسعهٔ صنایع وابسته به آب

رود ولگا در زندگی اقتصادی کشورهای مستقل مشترک‌المنافع (اتحاد جماهیر شوروی سابق) نقش حیاتی دارد.

- کشتیرانی: راه‌های آبی به طول ۱۵۱،۰۰۰ کیلومتر- شامل کانال



شکل ۳. تغییرات سطح آب دریای خزر(۱۹۸۷- ۱۸٤۰). محور عمودی، سطح آب را (به متر) نسبت به سطح آب دریاهای آزاد نشان می‌دهد و دامنه بالارونده انتهایی نمودار، بالا آمدگی ناگهانی بیش از یک متر را که از حدود سال ۱۹۸۰ رخ داده، نمایان می‌سازد.

مسکو، کانال ولگا- دن، و راه‌آبی ولگا- بالتیک - اقیانوس منجمد شمالی را به دریای خزر متصل می‌کنند؛ عمق کشتیرانی همواره در حد ٤/٥ متر حفظ شده است.

● نیروگاه: مجموعه‌ای از ١١ نیروگاه برقی آبی با ظرفیت ١١،٠٠٠ مگاولت (MV)؛ و

● آبیاری: تقریباً ٧/٥ میلیون هکتار زمین در حوزه‌های دریای خزر- آزوف، زیرپوشش آبیاری قرار گرفته است که در ٤ میلیون هکتار آن، از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای استفاده می‌شود.

با توجه به موارد کاربرد آب، بیش‌ترین مقدار آب صرف آبیاری می‌شود (جدول ١). با وجود این، ضایعات ناشی از تبخیر ذخایر آبی را نمی‌توان نادیده گرفت. این ضایعات زیر ١٠ درصد است، اما با توجه به گرمای تابستان و بارندگی کم، اهمیت زیادی خواهد داشت.

میزان مصرف نسبی آب در طول چند سال گرد آوری شده (برزنر"Berezner"، ١٩٨٧) و براساس تأسیس کانال‌های آبیاری ولگا- دن و ولگا- چوگرای "Chograi" پیش بینی‌هایی صورت گرفته است. جدول ٢ کاهش آب ورودی دریای خزر را که به عوامل

جدول ١. نواحی آبیاری شده در حوزه‌های دریای خزر و آزوف به هزار هکتار(برگرفته از برزنر، ١٩٨٧).

Economic Region	1970	1980	1990	2000
North		1	4	7
Northwest		2	6	13
Central	43	297	600	860
Volga-Vyatka	4	214	350	470
Central Chernozem	13	261	430	610
Volga Land	265	1193	1920	2640
North Caucasus	1168	1766	2370	2980
Ural	73	299	530	730
Ukrainian SSR Regions	100	217	320	480
Kazakh SSR Regions	20	110	140	270
Transcaucasia	1688	1793	2030	2260
Total	3374	6153	8700	11320

مصرفی گوناگونی بستگی دارد، نشان می‌دهد.

با خارج شدن ٣٧ کیلومتر مکعب و جریان باقی‌مانده ٢٦٦ کیلومتر مکعب درسال، دریای خزر با سطح ٢٨/٥- متر نسبت به سطح دریاهای آزاد در تعادل بوده است. این سطح برای صنعت ماهیگیری تقریباً سطح اپتیمم "Optimum level" به حساب می‌آید. به‌هر حال، از آن‌جا که سطح آب بین سال‌های ١٨٤٠ و ١٩٣٠ در حول و حوش ٢٦- متر نوسان داشته، سطح اپتیمم پایین پیش گفته ممکن است خسارت‌هایی به بار آورد. این زیان‌ها ناشی از استفادهٔ انحصاری افزاینده‌ای است که اتحاد جماهیر شوروی از سال ١٩٣٠ تا کنون کرده است.

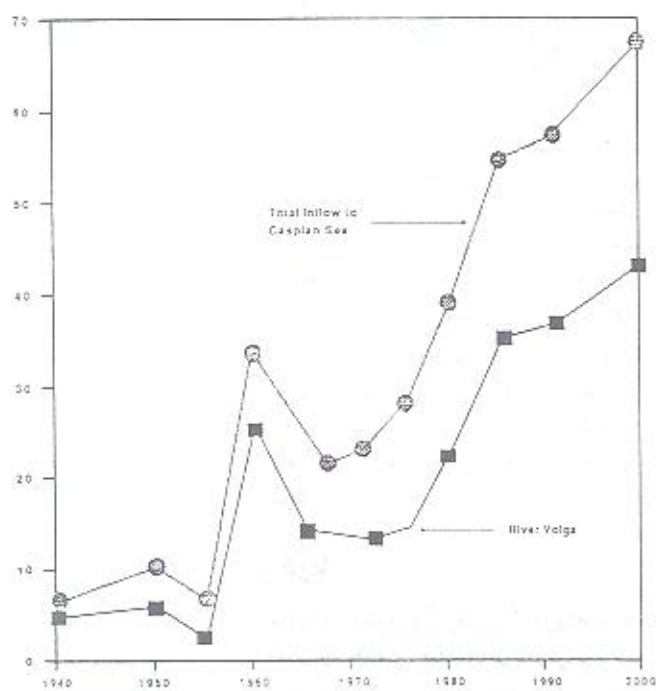
به هر حال، مشکل این است که آب ورودی این دریا ثابت نبوده است. به علاوه، صرف‌نظر از فعالیت‌های انسانی، روندهای آشفته و نامنظمی را به نمایش می‌گذارد.

تغییرات سطح آب دریای خزر

تغییر سطح آب دریای خزر برای یک دورهٔ ١٥٠ ساله در شکل ٣ نموده شده است. از دههٔ ١٩٣٠ تاکنون، روندهای مهمی مشاهده شده است:

تصور براین است که در هزار سال گذشته، بالاترین سطح، ٢٢- متر بوده، که در دههٔ ١٦٠٠ و سپس در سال ١٨١٠ ثبت شده است. پایین‌ترین سطح ٣١- متر در دههٔ ١٤٠٠ و ٢٩- متر در سال ١٩٧٧ بوده است. بنابراین، نوسانی در حدود ٩ متر می‌تواند رخ دهد.

به علت توسعهٔ گسترده و بارز صنایع وابسته به آب که اتحاد جماهیر شوروی از دههٔ ١٩٣٠ تا کنون در حوزه ولگا صورت داده، اولین قدم در هرگونه ارزیابی منابع آبی، طبیعی انگاشتن "naturalise" جریان آب و چشم پوشی از تأثیر فعالیت‌های انسانی است. این امر انجام شده است (ولی خجینی"Vali- Khodjeine"، ١٩٩١) و نتایج آن در شکل ٤ دیده می‌شود.



شکل ٤. کاهش زه آب سالانه در حوضه خزر به علت فعالیت‌های انسانی: محور عمودی کاهش را برحسب کیلومتر مکعب در سال نشان می‌دهد. تأثیر توسعه آبی بر روی رود ولگا مشهود می‌باشد.

جدول ۲. کاهش جریان‌های آب ورودی به درون دریای خزر نسبت به دهه ۱۹۳۰ (کیلومتر مکعب در سال)- واقعی و برنامه‌ریزی شده

Water Consumption	1980	1990	2000	2010	2020
Water supply	5.6	7.3	9	10.5	12
Irrigation	18.6	23.0	33	36	36
Reservoir evaporation	6.0	7.0	8	9	9
Filling of reservoirs	3.0	2.0	2	2	2
Inflow to Kara-Bogaz-Gol'	-	-	-	-	-
Water consumption in Iran	3.5	4.4	5	5.5	6
Total	37	44	57	63	66

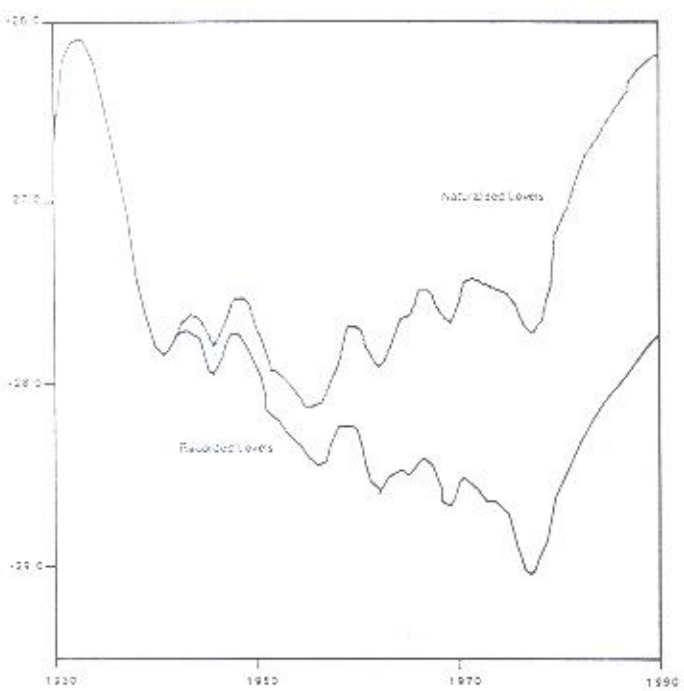
مشهود است که افزایش پیش‌بینی شده در استفادهٔانحصاری از منابع آب تا سال ۲۰۰۰ از ٦٥ کیلومتر مکعب (معادل جریان رودنیل به داخل دریاچهٔناصر) فراتر می‌رود. بدون توسعهٔصنایع وابسته به آب موجود در حوزهٔآبریز دریای خزر، سطح آب ۲۷/۷- متری کنونی به حد بالای ۲٦/۲- متری سال ۱۹۲۹ برمی‌گشت. بنابراین، استفادهٔبیش‌تر از رود ولگا سهمی عمده در کاهش سطح آب دریا دارد و این امر- اگرچه اتفاقی است - از آسیب‌های جدی‌تر به زمین‌های کشاورزی و نواحی شهری حاشیهٔدریای خزر(بسیاری از آن‌ها در سال‌های اخیر توسعه یافته‌اند) جلوگیری می‌کند. سطح آب طبیعی انگاشته شده صرف‌نظر از فعالیت‌های انسانی، از سال ۱۹۳۰ تا کنون، در شکل ۵ نموده شده است. به این ترتیب، مشکل افت سطح آب، به طور مشخص تبدیل شده است به مشکل بالاآمدگی سطح آب و این که چگونه می‌توان از افزایش طغیان آن جلوگیری کرد.

مهندسان به تکاپو افتاده‌اند. پس از خاکریزی و بستن قره بغاز گل"Kara- Bogaz- Gol" ترکمنستان در ساحل جنوب خاوری، تخمین زده می‌شود که سطح آب دریای خزر تا ۲۰ سانتی‌متر بالا آمده است. این عمل که برای به تأخیر انداختن افت سطح آب مفید بوده، با توجه به شرایط کنونی مشکلاتی فراهم آورده است. به علاوه از اواسط دههٔ ۱۹۸۰، ایده‌ها و طرح‌هایی برای پربار کردن جریان رود ولگا از طریق تغییر مسیر آب رودخانه‌ها و دریاچه‌های شمال روسیه به سوی حوضهٔرود ولگا در دست اقدام بود. چه باید کرد؟ آیا بالا آمدن سطح آب همچنان ادامه می‌یابد؟ علت چیست و آیا می‌توان آن را کاملاً توضیح داد؟ این‌ها پرسش‌هایی هستند که ضرورت پاسخ به آن‌ها در حال حاضر کاملاً احساس می‌شود.

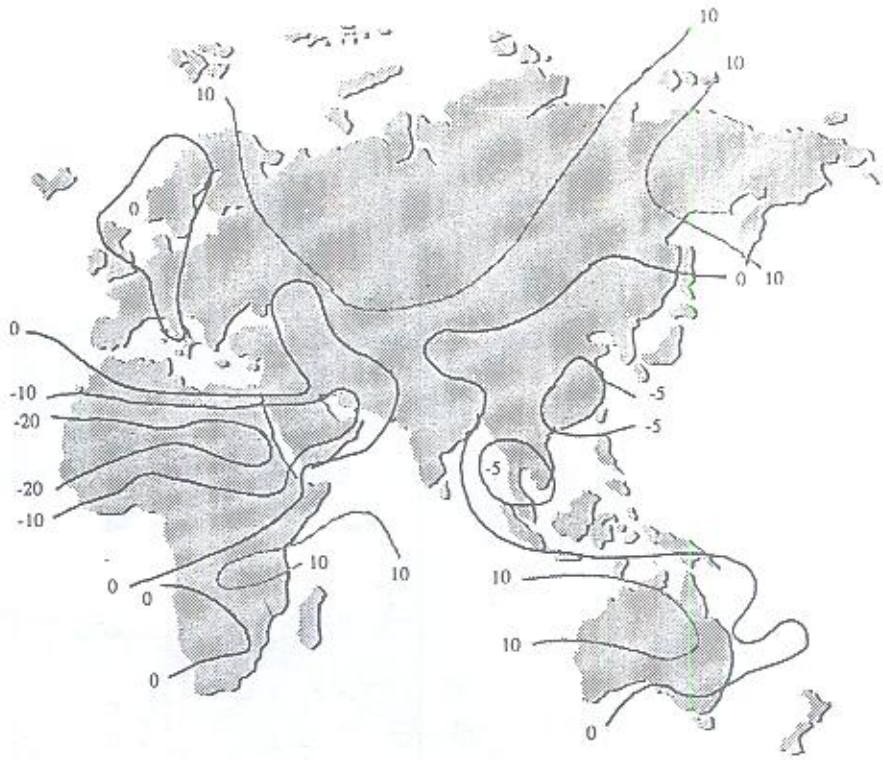
دلیل تغییرات سطح آب دریا

در هرسیستم آب بسته‌ای، دریاچه‌ها، کولاب‌ها، دریاها، یا مخازن آخرین دریافت کننده‌های زهکشی حاصل از بارش و آب زیرزمینی‌اند و سطح آب آن‌ها تابع میزان جریان‌های ورودی است. مطالعهٔتراز آب چنین سیستم‌هایی دلخواه آب شناسان است، چرا که عموماً خود تنظیم گرند"self- regulating": همچنان که جریان ورودی افزایش یا کاهش می‌یابد، سطح تراز این سیستم‌های آبی نیز با افزایش یا کاهشی متناسب با میزان تبخیر، به همان گونه عمل می‌کند. آب شناس در این گونه مطالعات، پاسخ پرسش‌های خود را به راحتی درمی‌یابد.

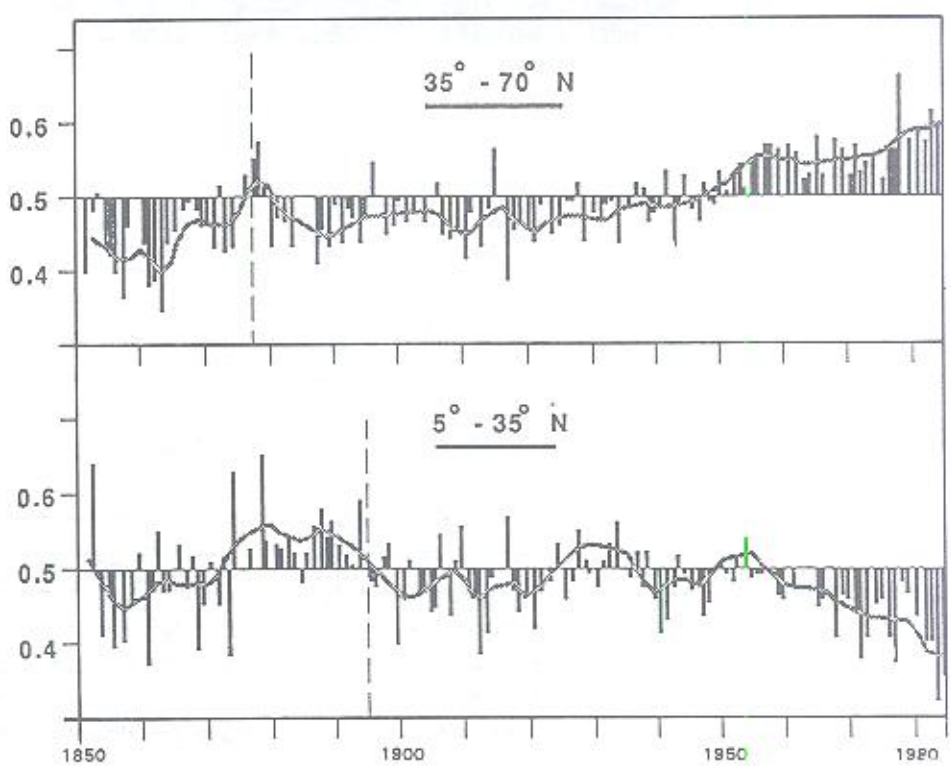
خلیج بزرگ زالیف قره بغازگل از طریق یک کانال باریک با کنارهٔخاوری دریای خزر مرتبط است و سطح آب آن ٤ متر پایین‌تر قرار دارد. این کانال اخیراً توسط یک پشتهٔخاکی بسته شده و این مسئله، به عنوان دلیل اصلی بالا آمدن سطح آب دریای خزر مطرح



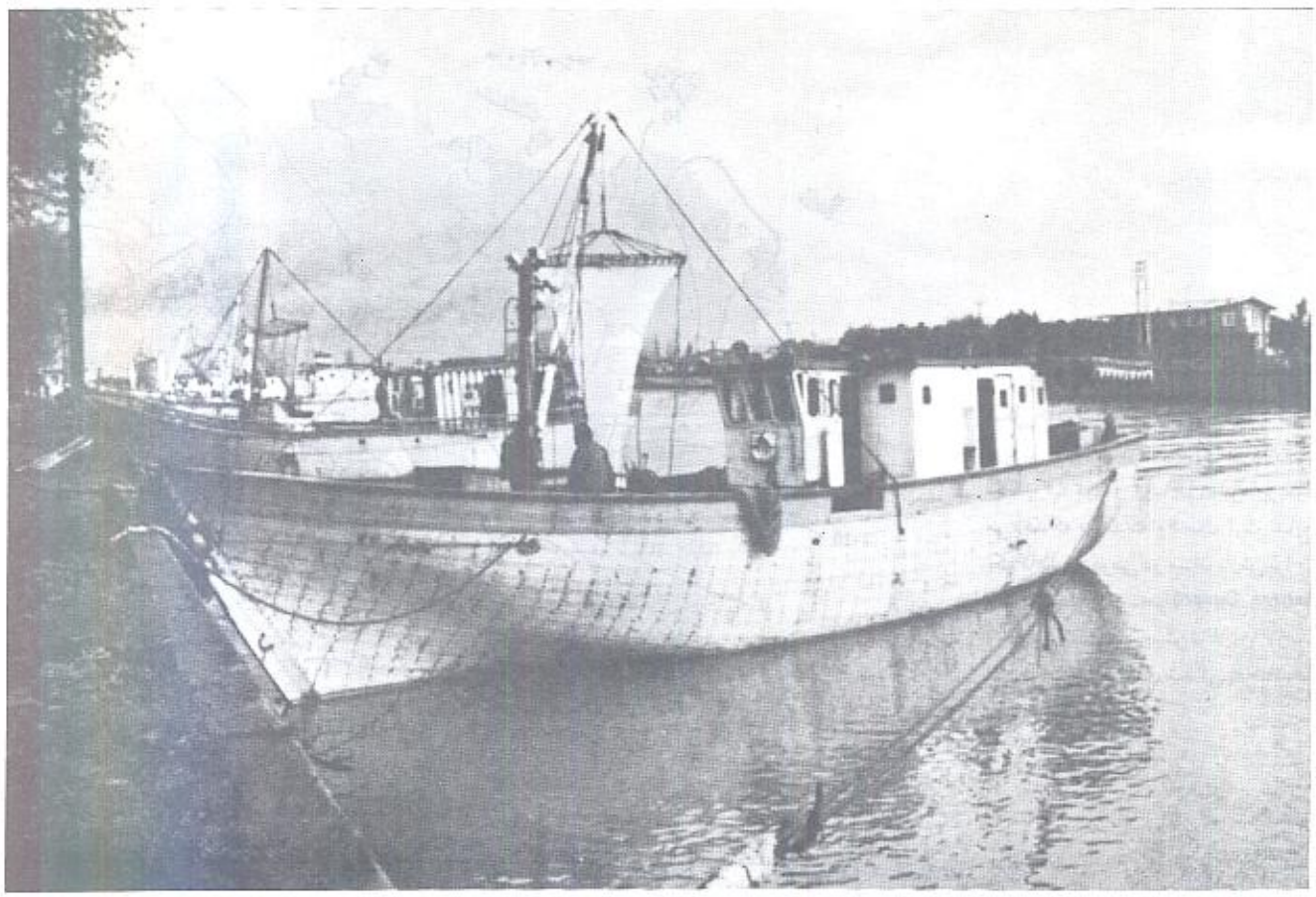
شکل ۵. مقایسه بین سطح آب ثبت شده در دریای خزر و سطح آب در حالت طبیعی (Naturalised Level) که در آن، فعالیت‌های انسانی در حوزه‌های ولگا و دریای خزر در نظر گرفته نشده است.



شکل ۶. درصد تغییر بارش سالانه جهانی (ریزش باران و برف) برای دو دوره ۳۰ ساله ۶۰-۱۹۳۱ و ۹۰-۱۹۶۱. این امر نشان می‌دهد که به مدت ۶۰ سال ثبت نتایج، یک کاهش عمومی در میزان بارش نواحی چون بیابان صحرا (Sahara Desert) وجود داشته ولی بیش‌تر از ۱۰ درصد افزایش در عرض‌های شمالی به خصوص روسیه دیده می‌شود.



شکل ۷. انحراف آمار بارندگی سالانه از میانگین عرض‌های نیمه استوایی (۵-۳۵ N) و معتدله (۳۵-۷۰ N) نیمکره شمالی. به افزایش قابل توجه در بارندگی عرض‌های جغرافیایی معتدله از سال ۱۹۵۰ تاکنون توجه کنید که با روندی مشابه در کاهش بارندگی عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر همراه می‌باشد (واحد تحقیقات آب و هوایی و دانشگاه علوم ماساچوست).



شکل ۸. قایق‌های ماهی‌گیری در دهانه رودخانه بابل، بابلسر، شمال ایران . به علت بالا آمدن سطح آب دریا، کشتی‌رانی در جلوی ساحل رودخانه، نسبت به سال‌های پیشین در تراز بالاتری صورت می‌گیرد.

شده است. با وجود این، از آن‌جا که سطح آن کم‌تر از ۵ درصد سطح کل دریای خزر است، نقش آن در افزایش ۱/۵ متری سطح آب دریای خزر از سال ۱۹۷۸ نمی‌تواند بیش‌تر از ۸ سانتی‌متر باشد.

کلید معمای بالا آمدن سطح آب دریای خزر در شکل ٦ به تصویر کشیده شده است. بین دوره‌های ۱۹٦۰- ۱۹۳۱ و ۱۹۹۰- ۱۹٦۱، بارندگی روی حوزهٔ ولگا تا بیش از ۱۰ درصد افزایش یافته است. مقایسهٔ تغییرات بارندگی در عرض‌های جغرافیایی متفاوت نیز این واقعیت را به شکل بارزی نشان می‌دهد(شکل ٦). افزایش روزافزون شواهد حاکی از آن است که این تغییرات با گرم شدن جهانی ارتباط داشته و مخصوصاً ناشی از گرم شدن متفاوت اقیانوس‌ها در نیمکره‌های شمالی و جنوبی بوده است.

در آینده چه رخ می‌دهد؟ بیش‌تر مدل‌های ارائه شده، پیش بینی می‌کنند که افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای سبب بارش بیش‌تری روی حوزهٔ ولگا می‌شود. پیش‌بینی‌های مشابهی نیز با مدل‌های مرکب جوی - اقیانوسی atmospheric- oceanic صورت گرفته که آینده را واقع بینانه‌تر به تصویر می‌کشند.

گزارش IPCC (۱۹۹۰) به افزایش بارندگی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در دورهٔ دسامبر- ژانویه - فوریه، به علت دو برابر شدن گازهای گلخانه‌ای، اشاره دارد. اگر این پیش‌بینی درست باشد، افزایش بسیار چشمگیری در زهکشی سطحی (Surface runoff) به ولگا رخ می‌دهد که بیش‌تر آب آن از ذوب برف تأمین می‌شود، و در این صورت جریان آب ولگا ممکن است تقریباً دوبرابر شود.

در اوایل دورهٔ گرم شدن جهانی آینده، بعضی نواحی از نظر آب و هوایی سود خواهند برد و بعضی دیگر زیان خواهند دید. براساس بهترین تخمین‌های موجود چنین استنباط می‌گردد که منابع آبیاری در حوزهٔ رسوبی وسیع دریای خزر که ۱۰۰،۰۰۰ کیلومتر مربع را

پوشانده و زیرسطح آب دریا قرار دارد، بسیار زیاد خواهد بود.

اگر هدف اصلی، افزایش مواد غذایی و جلوگیری از بالا آمدن سطح آب باشد، توسعهٔ افزایندهٔ کشاورزی برای کشورهای حاشیه خزر سودمند خواهد بود. اما برای شیلات دریای خزر و اکولوژی ناحیه، داستان جداگانه است. به عبارت دیگر، آب مازاد می‌تواند برای جبران آسیب‌های وارده بر دریای آرال به کار رود. مازاد سالانهٔ ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلومتر مکعب آب شیرین قطعاً در خاورمیانه مشتری‌هایی خواهد یافت؛ اگر چه تونل زدن بین کوه‌های قفقاز تا ترکیه و بین کردستان و شمال ایران از طریق درهٔ قزل‌اوزوم تا شاخه‌های فرعی رود دجله از نقطه نظر مهندسی امری بسیار دشوار است چرا که بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر تونل و کانال مورد نیاز می‌باشد.

اگر برای جلوگیری از گرم شدن جهانی - که ناشی از افزایش Co2 جو است - اقدامی صورت نگیرد، در طول دههٔ آینده، به احتمال زیاد مشکلات جدی چندی از نظر منابع آبی و زهکشی زمین به وجود خواهد آمد. به نظر می‌رسد دریای خزر یکی از مثال‌های بارز بوده و هشداری است برای آنچه که ممکنست در همه جهان بوقوع بپیوندد.

References

Vali- Khodjeini, A., 1991. Hydrology of the Caspian Sea and its problems. Hydrology of Natural and Manmade Lakes- Proceedings of the Vienna Symposium, 1991, IAHS Publication No 206,P 45-54.

Belyaev, A. V., 1991. Changes in the level of the Caspian Sea under conditions of global warming. Hydrology of Natural and Manmade Lakes, proceedings of the Vienna Symposium, 1991, IAHS Publication No 206, p 61-72.

Beregner, A. S., 1987. Probability prediction of the Caspian sea level with consideration of the development of water consuming industries in its basin. Water Resources (A translation of Vodnye Resursg, vol 14, no 1, p 34-40.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1990. Climate Change: the IPCC Scientific Assessment. J. T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums (eds), Cambridge University Press, 365 p.

Velikanov, A. L., 1987. Problems of large-scale water resources systems development. Symposium on Water for the Future, Rome, p 621-625.

مأخذ: AGID NEWS (شماره ۷۲/۷۳، نوامبر ۱۹۹۲/ فوریه ۱۹۹۳، مؤلف Terry Evans).

* سازمان زمین شناسی کشور
* Geological Survey of Iran