Archive of SID.ir

University of Sistan and Baluchestan

Journal of Natural Environment Hazards

Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385

Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.13, Issue 40, June 2024

A review of the impact of the Aral Sea drought on the vulnerability of the natural and human environment around it with the aim of pathology of the impact of the drying of Lake Urmia

Nasser Pouladi[1*], Sama Didevar Tabrizi[2], Reyhaneh Ravanbakhsh[3]

1. *Corresponding Author*, Associate Professor of Cellular and Molecular Biology, Department of Biology, Faculty of Science, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
2. MSc Student in Cellular and Molecular Biology, Department of Biology, Faculty of Sciences, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
3. Department of Aquatic Biotechnology, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran

Article Info

Article type:
Review Article

Article history:
Received: 19 December 2023
Revised: 09 February 2024
Accepted: 13 March 2024

Keywords:
Aral Sea, Environmental disaster, Salinity, Lake Urmia, Disease.

ABSTRACT

The Aral Sea was one of the four largest lakes in the world. In the past six decades, the drying of the Aral Sea has caused environmental changes and increased water salinity. Considering that Lake Urmia has been exposed to widespread drought in recent years, the main objective of this article is to study the environmental hazards created around the Aral Sea after its drying. In addition, the aim is to better understand the tensions that affect Iran and other neighboring countries with the drying up of Lake Urmia. In this study, researchers conducted on the changes in climatic and social conditions of the population of the Aral Sea basin were identified using databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar between 2000 and 2022, and several articles were reviewed. According to studies, the Aral Sea was 11 times larger than Lake Urmia in the mid-20th century. Due to excessive agricultural development, it began to dry up. The government's solution was to revive it on a smaller scale, of which two parts have been revived. Most studies have reported a significant relationship between the drying up of the Aral Sea and various diseases, including respiratory diseases, types of cancer, fertility dangers, and mental and neurological disorders. Considering the environmental problems and the spread of various diseases among the inhabitants of the dried-up Aral Sea, the revival of Lake Urmia is more necessary than before. Moreover, Kazakhstan's successful experience in Aral restoration can be a model for the revival of Lake Urmia.

Cite this article: Pouladi, N., Didevar Tabrizi, S., & Ravanbakhsh, R. (2024). A review of the impact of the Aral Sea drought on the vulnerability of the natural and human environment around it with the aim of pathology of the impact of the drying of Lake Urmia. Journal of Natural Environmental Hazards, 13(40), 113-130. DOI: 10.22111/jneh.2024.47478.2013

© Nasser Pouladi

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/jneh.2024.47478.2013

* Corresponding Author Email: n.pouladi@azaruniv.ac.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۳، شماره ۴۰، تیر ۱۴۰۳

مروری بر اثرات خشکی دریای آرال بر آسیب‌پذیری محیط‌زیست طبیعی و انسانی پیرامون آن با هدف آسیب‌شناسی اثرات خشک شدن دریاچه ارومیه

ناصر پولادی[۱*]، سما دیده ور تبریزی[۲]، ریحانه روانبخش[۳]

۱. دانشیار زیست‌شناسی سلولی و مولکولی ، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز (نویسنده مسئول)
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز
۳. استادیار، گروه بیوتکنولوژی آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله مروری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

واژه‌های کلیدی:
دریای آرال، فاجعه زیست‌محیطی، شوری، دریاچه ارومیه، بیماری.

چکیده

دریای آرال یکی از چهار دریاچه بزرگ جهان بود. در شش دهه گذشته، خشک شدن دریای آرال باعث تغییرات زیست‌محیطی و افزایش شوری آب شده است. با توجه به اینکه دریاچه ارومیه در سال‌های اخیر در معرض خشکی گسترده قرار گرفته است، هدف اصلی این مقاله، مطالعه خطرات زیست‌محیطی ایجادشده در پیرامون دریای آرال پس از خشک شدن آن، می‌باشد. علاوه بر این، هدف، درک بهتر تنش‌هایی است که با خشک شدن دریاچه ارومیه گریبان‌گیر ایران و سایر کشورهای همسایه می‌شود. در این مطالعه پژوهش‌های انجام‌گرفته در مورد تغییرات شرایط اقلیمی و اجتماعی جمعیت حوضه دریای آرال، در پایگاه‌های اطلاعاتی مانند Scopus، SID، Web of Science، PubMed و GoogleScholar طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ مشخص شدند و تعدادی از مقالات مورد بررسی قرار گرفتند. براساس مطالعات، دریای آرال در اواسط قرن بیستم ۱۱ برابر دریاچه ارومیه بود. در اثر توسعه بیش‌ازحد کشاورزی، شروع به خشک شدن کرد. راه‌کار دولت، احیای آن در مقیاس کوچک‌تر بود که ۲ قسمت آن احیا شده است. اکثر بررسی‌ها رابطه معناداری بین خشک شدن دریای آرال و ابتلا به بیماری‌های مختلف از جمله: بیماری‌های تنفسی، انواع سرطان‌ها، خطرات باروری، اختلالات روانی و عصبی گزارش کرده‌اند. با توجه به مشکلات زیست‌محیطی و گسترش بیماری‌های مختلف در میان ساکنان دریای خشک شده آرال، احیای دریاچه ارومیه بیش‌ازپیش ضروری است. علاوه بر این، تجربیات موفقیت‌آمیز کشور قزاقستان در احیای آرال، الگویی برای احیای دریاچه ارومیه می‌تواند باشد.

استناد: پولادی، ناصر، دیده ور تبریزی، سما، روانبخش، ریحانه. (۱۴۰۲). مروری بر اثرات خشکی دریای آرال بر آسیب‌پذیری محیط‌زیست طبیعی و انسانی پیرامون آن با هدف آسیب‌شناسی اثرات خشک شدن دریاچه ارومیه. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۳ (۴۰)، ۱۱۳-۱۳۰.
DOI: 10.22111/jneh.2024.47478.2013

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© ناصر پولادی*، سما دیده‌ور تبریزی، ریحانه روانبخش.

*- ناصر پولادی (نویسنده مسئول)
Email: n.pouladi@azaruniv.ac.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

شکل‌گیری دریاچه آرال یک فرآیند طولانی مدت و پیچیده‌ای از نظر زمین‌شناسی است. این دریاچه با فرورفتگی‌های قاره‌ای و تغییرات آب و هوایی، در دوره نئوژن شکل گرفته است (بومر[1] و واتلی[2] ، ۲۰۰۰). دریای آرال (در زبان قزاق، واژه آرال به‌معنای جزیره است) در میان دو کشور قزاقستان و ازبکستان واقع شده است (ویلسون[3] ، ۲۰۰۲). مساحت حوضه آبریز آن ۱٫۸ میلیون کیلومتر مربع است و هفت کشور ازبکستان، ترکمنستان، قزاقستان، افغانستان، تاجیکستان و ایران را دربر می‌گیرد. فقط قزاقستان و ازبکستان در کنار دریا واقع شده‌اند و هر دو تقریباً طول خط ساحلی برابری دارند که محدوده آن در شکل ۱ نشان داده شده است (میکلین[4] ، ۲۰۰۷). آب دریای آرال توسط ۲ رود تأمین می‌شود. رود بزرگ آمودریا که از کوه‌های افغانستان و تاجیکستان سرچشمه می‌گیرد و از طریق ازبکستان و ترکمنستان به دریای آرال می‌ریزد. رود دوم، سیردریا است که از قرقیزستان سرچشمه می‌گیرد و از طریق تاجیکستان، ازبکستان و قزاقستان به دریای آرال می‌ریزد (علاءالدین[5] و همکاران، ۲۰۱۹). در دوران باستان در منطقه دریای آرال ماهیگیری، بازرگانی، کشاورزی و صنعتگری رواج داشت و این منطقه یکی از مهم‌ترین مناطق جاده‌ی ابریشم بود که اروپا و آسیا را به یکدیگر متصل می‌کرد. دریای آرال دارای بیش از ۱۱۰۰ جزیره با تالاب‌های بی‌شمار و تنگه‌های کم عمق برای پرورش ماهی و ماهیگیری بود (ویلسون ، ۲۰۰۲). در اواخر دهه ۱۹۵۰، دومین آب شور قاره‌ای و چهارمین دریاچه بزرگ جهان، تحت نوسانات زیادی قرار گرفت که حجم و مساحت آن به‌طور قابل‌توجهی کاهش پیدا کرد. این تغییرات به‌خصوص زمانی به وجود آمد که دولت شوروی برای تأمین آب کافی برای گسترش کشت پنبه، رود آمودریا را در منطقه‌ای که امروزه ازبکستان نامیده می‌شود، به‌سمت غرب هدایت کرد. بر اساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو)، خشک شدن دریای آرال نتیجه تغییر جهت مسیر رود آمودریا بود که متخصصان آب آن را " از هم پاشیدن تعادل آب حاکم " در حوضه آبریز آرال نامیدند (علاءالدین و همکاران، ۲۰۱۹). پس از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی در سال ۱۹۹۱، سفر به دریای آرال به‌صورت فراگیری گسترش یافت. این موضوع باعث شد که جهان به میزان ویرانی و خسارت‌هایی که به این منطقه وارد شده بود، توجه کند. دهه‌ها عدم مدیریت محیط‌زیست و کشاورزی نامتعادل و مخرب، باعث نابودی دریا شده است (میکلین ، ۲۰۰۷). این فاجعه زیست‌محیطی به‌وقوع‌پیوسته در منطقه دریای آرال، تأثیرات منفی شدیدی را بر روی قلمروی ۵ ایالت آسیای مرکزی با جمعیت نزدیک به ۵۰ میلیون نفر داشته است. این اثرات شامل ازبین‌رفتن ماهیگیری تجاری، تخریب تنوع زیستی گیاهی و جانوری اکوسیستم‌های بومی دلتاهای سیر و آمو، افزایش غلظت نمک و میزان گردوغبار و طوفان است که باعث وخامت شرایط زندگی مردم محلی شده است. اما به نظر می‌رسد که احیای کامل دریای آرال، دور از دسترس است. بااین‌حال، احیای بخش‌هایی از آن و مناطق مجاور و احیای جزئی هیدرولوژی دریا به‌همراه تنوع‌زیستی و ارزش اقتصادی آن در حال انجام است و قابلیت ادامه دارد (میکلین ، ۲۰۱۶). انجام مطالعات متعدد درباره‌ی سلامت جمعیت ساکن در منطقه دریای آرال و مشکلات ناشی از خشک شدن این دریا، نشانگر اهمیت این موضوع است.

1 Boomer
2 Whatley
3 Wilson
4 Micklin
5 Aladin

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دریاچه ارومیه، یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های آب شور روی زمین و یک اکوسیستم در معرض خطر، در آستانه یک فاجعه زیست‌محیطی بزرگ شبیه به مرگ فاجعه‌بار دریای آرال است (اقاکوچاک[1] و همکاران ، ۲۰۱۵). حوضه دریاچه ارومیه بین استان‌های آذربایجان غربی و شرقی قرار دارد (سودی[2] و همکاراران، ۲۰۱۷). حداکثر طول دریاچه ۱۲۸ تا ۱۴۰ کیلومتر و عرض آن ۵۰ کیلومتر است. متوسط و حداکثر عمق آن نیز به‌ترتیب ۶ متر و ۱۶ متر است. دریاچه به بخش‌های شمالی و جنوبی تقسیم شده است که توسط یک گذرگاه از هم جدا شده‌اند (ایمانی فر[3] و محبی[4] ، ۲۰۰۷). این دریاچه یک دریاچه پایانه است که خروجی ندارد و آب تنها با تبخیر از دریاچه خارج می‌شود. ورودی‌های دریاچه شامل: بارش، رودخانه‌ها، رواناب و جریان آب زیرزمینی می‌باشد (سودی و همکاران، ۲۰۱۷). حوضه دریاچه ارومیه، فرصت‌های اقتصادی بسیاری را برای افراد ساکن این حوضه فراهم نموده است ازجمله: ماهیگیری و زنبورداری برای درآمدزایی محلی، پرورش ماهی دریایی و تولید نمک از آب دریاچه. همچنین، حوضه دریاچه ارومیه به‌عنوان یک منبع اصلی آب منطقه برای کشاورزی، دام‌پروری و تأمین نیازهای آبی شهرهای اطراف استفاده می‌شد. وجود دریاچه به‌عنوان یک زیستگاه بومی برای گونه‌های دریایی و آبزیان مختلف امکان حفظ تنوع-زیستی و پایداری زیستی را فراهم می‌کرد (حسامی[5] و امینی[6] ، ۲۰۱۶).

با مطالعه مشاهدات ماهواره‌ای با وضوح بالای چند طیفی، نشان داده شده است که در طول دو دهه اخیر برخی پارامترها به‌شدت سطح آب دریاچه ارومیه را کاهش داده است (اقاکوچاک و همکاران ، ۲۰۱۵) ازجمله:

۱. میزان بارندگی: براساس ایستگاه‌های اندازه‌گیری بارش در حوضه دریاچه، میانگین بارش حوضه از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۳ حدود ۱۸ درصد و حدود ۶۸ میلی‌متر کاهش یافته است.

۲. سد: نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که چهار سد (علویان، زرینه‌رود، مهاباد و نهند) عامل ۲۵ درصدی کاهش سطح دریاچه هستند.

۳. افزایش تقاضای آب در حوضه دریاچه ارومیه: آخرین ارزیابی تقاضای آب در حوضه دریاچه ارومیه حاکی از مصرف ۷۰ درصدی منابع آب تجدیدپذیر حوضه است، درحالی‌که شاخص توسعه پایدار کمیسیون ملل متحد، میزان مصرف قابل‌قبول منابع آب تجدیدپذیر را در حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد تعیین کرده است.

۴. رشد جمعیت: در حوضه دریاچه ارومیه، رشد جمعیت منجر به افزایش نیاز به غذا و همچنین تقاضای آب می‌شود (سودی و همکاران، ۲۰۱۷).

از دست دادن مساحت دریاچه، بهره‌وری زمین‌های کشاورزی اطراف را کاهش داده و باعث مهاجرت زیست‌محیطی و زیان‌های اقتصادی قابل‌توجهی شده است (حسامی و امینی ، ۲۰۱۶). همچنین، خشک شدن قسمت اعظم دریاچه ارومیه، به‌ویژه قسمت جنوبی، علاوه بر اینکه باعث رسوب نمک می‌شود، می‌تواند با ته‌نشین شدن نمک و باعث افزایش سطح بستر صاف دریاچه نیز شود. براساس تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدات سنجش از راه دور، سطح بستر صاف

1 AghaKouchak
2 Soudi
3 Eimanifar
4 Mohebbi
5 Hesami
6 Amini

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دریاچه نسبت به سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵، چهار تا یکصد و هشت سانتی‌متر افزایش یافته است. بااستناد به نتایج مطالعات صورت‌گرفته بر روی دریای آرال، در صورت حل نشدن مشکلات و عدم اتخاذ تدابیر مناسب، این تغییرات ممکن است باعث خشک شدن دریاچه ارومیه و به تبع آن ایجاد مشکلاتی در اکوسیستم و آب و هوای این منطقه ازجمله طوفان‌های نمک و متعاقباً بروز بیماری‌هایی برای کودکان و بزرگسالان گردد. البته راه‌کارهایی برای احیای دریاچه ارومیه پیشنهاد شده است ازجمله: کاهش حجم اتلاف آب در مسیرهای منتهی به دریاچه ارومیه، اتصال دو رودخانه‌ی سیمینه‌رود و زرینه‌رود برای تسهیل انتقال آب به دریاچه، لای‌روبی رودخانه‌های سیمینه‌رود و زرینه‌رود، گدارچای و آجی‌چای و برنامه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای. بااین‌حال، برخی از این طرح‌های عملیاتی مانند لای‌روبی رودخانه‌های اصلی و طرح‌های انتقال بین‌حوضه‌ای هزینه‌ی بالایی را به‌دنبال دارند (سودی و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین، هدف اصلی این مقاله، مطالعه‌ی خطرات زیستی‌محیطی ایجادشده در پیرامون دریای آرال می‌باشد. به‌منظور درک بهتر تنش‌های حال و آینده‌ای است که با خشک شدن دریاچه ارومیه گریبان‌گیر ایران و سایر کشورهای همسایه شده یا خواهد شد.

داده‌ها

در این مطالعه، پژوهش‌هایی که در مورد تغییرات شرایط اقلیمی و اجتماعی جمعیت حوضه‌ی دریای آرال که در اثر کاهش جریان آب ناشی از فعالیت‌های انسان و کوچک شدن دریای آرال گزارش شده بودند را در پایگاه‌های اطلاعاتی مانند پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی[۱]، گوگل اسکولار[۲]، وب علم[۳]، اسکوپوس[۴] و پاب‌مد[۵] طی سال-های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ جست‌وجو کرده و از بین مقالات به‌دست‌آمده، تعدادی از آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته و انتخاب شدند. در ادامه‌ی پژوهش، نتایج مطالعات مختلف را به خشک شدن دریاچه ارومیه ارتباط داده تا راه‌کارهای مناسب برای حل بحران ارائه شود.

مطالعه منطقه:

دریای آرال، یک دریاچه نمک در غرب آسیای مرکزی است که در مرز بین ازبکستان و قزاقستان واقع شده است. در گذشته، دریای آرال یکی از چهار دریاچه بزرگ جهان بود. مساحت اولیه دریاچه در اواسط قرن بیستم ۶۶۰۰۰ کیلومتر مربع بود و حداکثر عمق آن ۶۶ متر بود. حجم کل آن حدود ۱۰۷۰ کیلومتر مکعب بود (کریونوگوف[۶] و همکاران، ۲۰۱۴). منبع آب دریای آرال، به‌طور کامل به رواناب رودخانه‌های سیردریا و آمودریا (واژه‌ی دریا در زبان ترکی آسیای مرکزی به‌معنای رودخانه است) بستگی دارد. این رودخانه‌ها به‌ترتیب، از کوه‌های پامیر و تیان شان سرچشمه می‌گیرند (لیوبیمتسوا[۷] ، ۲۰۱۴).

1 SID
2 Scholar Google
3 Web of Science
4 Scopus
5 PubMed
6 Krivonogov
7 Lioubimtseva

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

رودخانه آمودریا در جنوب حوضه دریای آرال قرار دارد و طول آن ۲۵۰۰ کیلومتر و متوسط جریان سالانه آن ۳۷ کیلومتر مکعب است. از سوی دیگر، رودخانه سیردریا در شمال حوضه جاری است و طول کل آن در حوضه دریای آرال تقریباً ۲۴۰۰ کیلومتر و متوسط جریان سالانه آن نصف جریان سالانه آمودریا و ۷۹ کیلومتر مکعب است (گیبولایف[1] و همکاران، ۲۰۱۲؛ نزلین[2] ، ۲۰۰۴). بخش عمده‌ی مساحت حوضه زهکشی دریای آرال، تقریباً ۱۸۷۴۰۰۰ کیلومتر مربع است که توسط سیردریا و آمودریا تشکیل می‌شود. میانگین حجم آب ورودی به دریای آرال از طریق آمودریا و سیردریا به‌ترتیب در سال ۱۹۹۰، ۱۸,۲ و ۵,۸ کیلومتر مکعب بوده است که در سال ۲۰۱۵ به حدود ۵,۳ و ۴,۴ کیلومتر مکعب کاهش یافته است (چن[3] و همکاران ، ۲۰۲۱). آب سیردریا و شاخه‌های آن در کشورهای قرقیزستان، قزاقستان، تاجیکستان و ازبکستان جاری است، درحالی‌که آب آمودریا و شاخه‌های آن بین تاجیکستان، ترکمنستان و ازبکستان تقسیم می‌شود. دریای آرال توسط سه بیابان احاطه شده است. کیزیل کوم[4] به معنی شن‌های سرخ در شرق، کاراکوم[5] به معنای ماسه‌های سیاه در جنوب غربی و مویون کوم[6] به معنی گردنه در جنوب قرار دارد. در نیم قرن اخیر به‌دلیل نرخ بالای تبخیر در این منطقه، سطح دریاچه آرال بزرگ ۲۳ متر و سطح دریاچه آرال کوچک ۱۶ متر کاهش یافته است. بنابراین در نتیجه دریای آرال عملاً به دریای مرده تبدیل شده است (کمالوف[7] ، ۲۰۰۳).

شکل ۱: محدوده‌ی دریای آرال. *منبع: میکلین، ۲۰۰۷*

تغییرات سطح آب:

دریای آرال یک دریای بسته است و هیچ خروجی ندارد، به‌عبارت دیگر سطح آب و شوری آن به نسبت رواناب به رودخانه، بارش و تبخیر بستگی دارد. ویژگی‌های شوری هر منطقه به موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های مورفومتریک،

1 Gaybullaev
2 Nezlin
3 Chen
4 Kyzylkum
5 Karakum
6 Moiynkum
7 Kamalov

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فاصله از دهانه رودخانه‌ها، گردش آب و شدت تبادل آب مربوط می‌شود. ترکیب نمک در دریای آرال تفاوت‌های قابل‌توجهی را نسبت به اقیانوس‌ها نشان‌می‌دهد؛ تفاوت اصلی شامل افزایش نسبت یون‌های دو ظرفیتی به یون‌های تک ظرفیتی می‌باشد. این تفاوت به‌دلیل ترکیب نمک آب رودخانه‌های جاری به آرال است که در آن نسبت یون‌های دو ظرفیتی نیز بیشتر است. در سال ۱۹۶۰، مساحت دریای آرال ۶۸ هزار کیلومتر مربع و حداکثر سطح دریا ۵۳ متر بود. بااین‌حال، به‌دلیل انحراف آب رودخانه‌های تغذیه‌کننده این دریا، استفاده بیش‌ازحد از این رودخانه‌ها برای آبیاری مزارع پنبه و افزایش میزان نسبت تبخیر به آب شیرین ورودی، خشک شدن دریای آرال آغاز شد که به نوبه خود باعث افزایش شوری آب در سراسر دریاچه گردید (میکلین و همکاران، ۲۰۰۳). تغییرات هیدرولوژیکی دریای آرال از سال ۱۹۵۷ تا سال ۲۰۱۸ در جدول ۱ و شکل ۲ آورده شده است. براساس اطلاعات ثبت‌شده، افزایش شوری در اوایل دهه پنجاه روند تدریجی داشت و تنها به میزان ۱۱/۵ درصد افزایش یافت. سطح آب در سال ۱۹۶۰ به ۵۱ متر بالاتر از سطح دریا (ma.s.l) رسید (نزلین[1]، ۲۰۰۴؛ گیبولایف[2] و همکاران ۲۰۱۲ و کراپیوین[3] و همکاران، ۲۰۱۹). در سال ۱۹۷۴، جریان آب سیردریا به‌دلیل سدسازی در بستر رودخانه متوقف شد. سپس در سال ۱۹۸۲ تخلیه آب‌های آمودریا به دریا از طریق بستر اصلی آن پایان یافت. در نتیجه، ورودی آب به دریای آرال در سال‌های ۱۹۸۲، ۱۹۸۳ و ۱۹۸۵ به‌طور کامل وجود نداشت. کاهش سطح آب دریای آرال پس از سال ۱۹۷۰ شدت گرفت و در سال ۱۹۸۰ سطح آب به ۴۶ متر بالاتر از سطح دریا (ma.s.l) و میانگین شوری به ۱۷ درصد رسید. در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۸۹، سطح آب دریای آرال از ۵۳ متر بالاتر از سطح دریا به ۴۰ متر بالاتر از سطح دریا کاهش یافت. تنگه‌ای که شمالی‌ترین قسمت دریای آرال را به دو بخش جدا کرده بود، در نتیجه کاهش سطح آب به‌صورت کامل خشک شد و شمالی‌ترین قسمت دریای آرال معروف به آرال کوچک از بدنه اصلی دریا جدا شد؛ ولی متعاقباً قسمت جنوبی دریا که به آن دریاچه آرال بزرگ، گفته می‌شد به دو قسمت دریاچه آرال بزرگ شرقی و غربی تقسیم شد. بعد از تقسیم‌شدن دریای آرال به دو قسمت دریاچه آرال بزرگ شرقی و غربی، تغییرات شدیدی در منطقه رخ داد. به‌طورکلی، دریاچه آرال شرقی کوچک‌تر و شوری کمتر بود و دریاچه آرال غربی بزرگ‌تر و شورتر بود (ایژیتسکی[4] و همکاران، ۲۰۱۶). در سال ۱۹۸۸، خشک شدن دریاچه آرال کوچک متوقف شد؛ اما خشک شدن دریاچه آرال بزرگ ادامه داشت. در نتیجه، در سال ۱۹۹۲، به‌منظور جلوگیری از انتقال آب از دریاچه کوچک به بزرگ و افزایش سطح آب آرال کوچک سدی ساخته شد. در نتیجه تخریب مکرر سد، در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۵، سد کوکارال[1] با ساختار کنترل جریان خروجی بتنی ساخته شد تا جریان از دریاهای کوچک به بزرگ تنظیم شود. این اقدام باعث افزایش سطح آرال کوچک به حدود ۴۲ متر بالاتر از سطح دریا شد و شوری دریاچه را کاهش داد. علاوه بر این، بهبود شرایط اکولوژیکی و احیای ماهی‌گیری نیز نتیجه این تغییر بود. در پایان دهه ۱۹۹۰، دریای آرال بزرگ هایپرهالین شد، به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۴ شوری به ۱۰۰ درصد رسید. در سال ۲۰۰۹، دریای آرال بزرگ به ۳ بخش آبی حوضه غربی، شرقی و خلیج سابق تقسیم شد و حوضه شرقی اکنون صحرای آراکلم[2] نامیده می‌شود (علاءالدین[5] و پلوتنیکوف[6]، ۲۰۰۸). در

1 Nezlin
2 Gaybullaev
3 Krapivin
4 Izhitskiy
1 Kokaral Dam
2 Aralkum
5 Aladin
6 Plotnikov

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

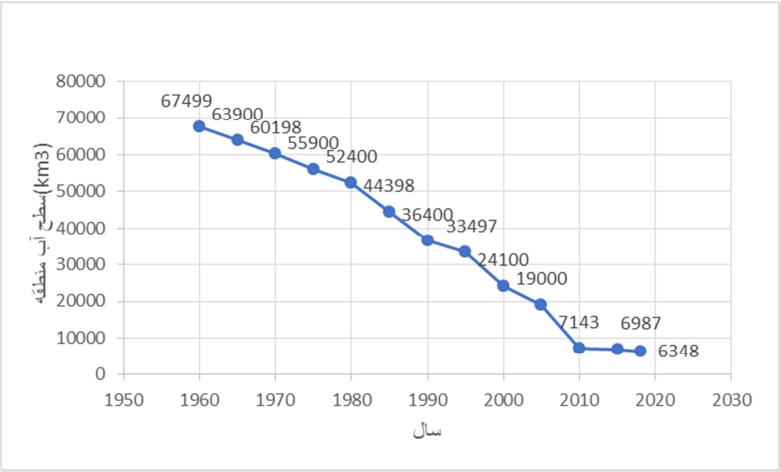
مقابل دریاچه آرال بزرگ خوش‌شانس نبود. سطح آب حوضه غربی ۲۶ متر کاهش یافت و شوری آن بیش از ۱۰۰ گرم در لیتر بود. همچنین حوضه شرقی نیز کاهش سطح آب مشابهی را تجربه کرد و به یک حوض کم عمق با شوری احتمالاً بالای ۱۵۰ گرم در لیتر تبدیل شد (میکلین، ۲۰۱۵). با گزارش ناسا که به‌طور گسترده در رسانه‌های جمعی بیان شد، لوپ شرقی دریاچه بزرگ آرال در تابستان ۲۰۱۴ به‌طور کامل خشک شد. بااین‌حال، در بهار ۲۰۱۵ به حدی دوباره پر شد. با توجه به تغییرات مورفولوژیکی بحرانی و افزایش شوری، سیستم بیولوژیکی دریا به‌طور عمیقی دگرگون شده است. آب لایه زیرین حوضه غربی شورتر و با چگالی بیشتری نسبت به آب لوب شرقی است که باعث شده است لایه‌بندی و چگالی در این منطقه بسیار پایدار شود. به همین دلیل، دریای آرال کنونی به‌عنوان یک سیستم آب‌های مجزا با منشأ مشترک، اما با سرنوشت‌های متفاوت در نظر گرفته می‌شود (ایژیتسکی و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ۱: داده‌های هیدرولوژیکی دریای آرال از سال ۱۹۵۷ تا سال ۲۰۱۸.

سال	آمودریا km^3	رودخانه سیردریا km^3	کل km^3	تبخیر km^3	حجم آب km^3	بارش km^3	شوری g/l
۱۹۵۷	۹/۵	۹,۹	۱۹,۴	۶۸,۱	۱۰۸۰	۸,۵	۱۰
۱۹۶۰	۲۷,۶	۲۸,۴	۵۶	۷۱,۱	۱۰۸۹	۹,۴	۱۰
۱۹۶۵	۰,۶	۰,۳	۰,۹	۶۶,۱	۱۰۳۰	۷,۸	۱۱,۳
۱۹۷۰	۰,۴	۰,۲	۰,۶	۵۴,۳	۹۲۷	۴,۳	۱۲,۶
۱۹۷۵	۰	۰,۲	۰,۷	۵۷,۷	۷۶۲	۴,۹	۱۴,۶
۱۹۸۰	۰	۱,۲	۱,۲	۳۸,۵	۶۷۰	۷,۱	۱۷,۶
۱۹۸۵	۰	۰,۳	۰,۳	۴۷,۹	۴۶۸	۳,۵	۲۲,۹
۱۹۹۰	۳,۱	۳,۱	۳,۱	۳۵,۳	۳۶۴	۵,۳	۳۱,۵
۱۹۹۵	۰,۴	۱,۶	۴,۷	۲۸,۵	۲۸۷	۲,۵	۳۸
۲۰۰۰	۳	۲,۷	۳,۵	۲۳,۱	۱۸۳	۴,۲	۵۵,۱
۲۰۰۵	۲	۴,۴	۷,۴	۱۴	۱۱۰	۳,۵	۹۸
۲۰۱۰	۲	۲,۵	۴,۵	۱۱,۴	۸۱	۳	۱۳۰
۲۰۱۵	۱,۹	۲,۳	۴,۲	۹,۶	۴۸	۳,۲	-
۲۰۱۸	۲,۱	۲,۴	۴,۵	۹,۷	۴۲	۳,۳	-

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل۲: تغییرات سطح آب دریای آرال از سال ۱۹۵۷ تا سال ۲۰۱۸ منبع: نزلین، ۲۰۰۴، گیبولایف و همکاران ۲۰۱۲ و کراپیوین و همکاران، ۲۰۱۹

توصیف ناحیه بر اساس اثرات زیست‌محیطی:

قانون قزاقستان به‌منظور حمایت از شهروندان آسیب‌دیده در فاجعه زیست‌محیطی آرال و طبقه بندی سرزمین‌ها، قلمرو فاجعه اکولوژیکی را بر اساس تقسیم اداری به سه حوزه تقسیم کرد: حوزه فاجعه زیست‌محیطی، حوزه بحران زیست‌محیطی و منطقه شرایط قبل از بحران.

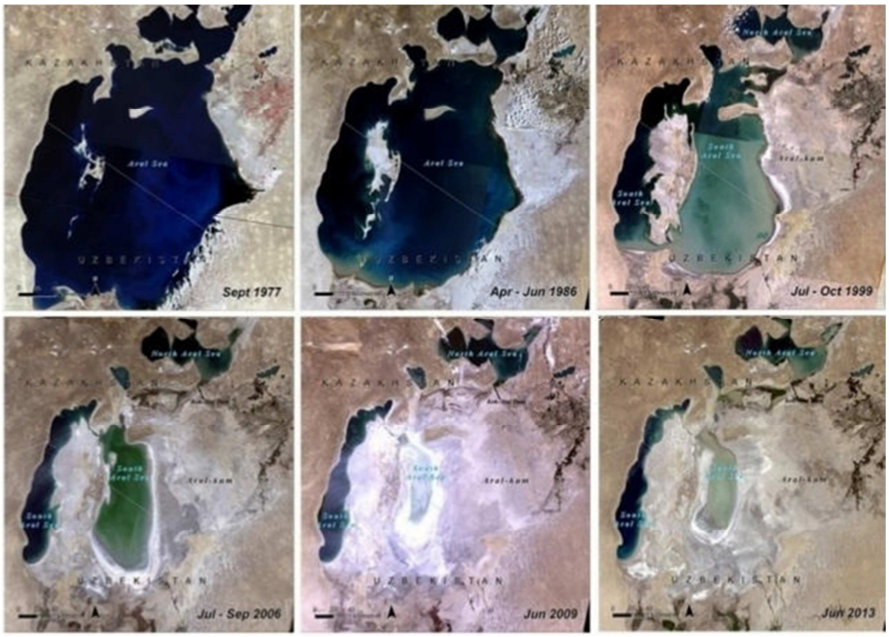
حوزه فاجعه زیست‌محیطی، شامل بخش‌هایی از ساحل شرقی و جنوبی آرال است و در آن کیفیت زیست‌محیطی بسیار پایین است. این منطقه در اثر تأثیر بحران آرال شرایط بسیار نامناسبی را داراست. کمبود آب، تغییرات اقلیمی، وجود بیش‌ازحد غلظت آلاینده و کاهش تنوع زیستی گیاهی و جانوری ازجمله مشکلاتی هستند که در این حوزه وجود دارد.

حوزه بحران زیست‌محیطی، شامل بخش‌هایی از ساحل غربی و شمالی آرال است که بحران آرال در آن‌ها تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای داشته و زیست‌محیط آن‌ها به‌شدت تحت‌تأثیر قرار گرفته است. عوامل مختلفی نظیر کاهش ترکیب گونه‌ها، کاهش بهره‌وری بیولوژیکی اکوسیستم‌ها به میزان ۷۵ درصد علت اصلی بحران زیست‌محیطی در آن حوزه هستند.

حوزه شرایط قبل از بحران، مناطقی است که در گذشته شرایط زیست‌محیطی بهتری داشته‌اند و تأثیرات بحران بر آن‌ها کمتر بوده است. این حوزه شامل بخش‌هایی از ساحل جنوبی آرال است. در این حوزه، مشکلاتی مانند افزایش مداوم بیماری‌های مرتبط با اکولوژی، افزایش پایدار غلظت آلاینده‌ها در محیط‌زیست، کاهش ترکیب گونه‌ها و کاهش ۵۰ درصدی بهره‌وری بیولوژیکی اکوسیستم‌ها دیده می‌شود (ژوپانخان و همکاران، ۲۰۲۱).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل۳: تصاویر ماهواره‌ای موزاییکی لندست که تغییرات قابل‌مشاهده دریای آرال را نشان می‌دهد. منبع: USGS/NASA; تجسم توسط UNEP / GRID - Sioux Falls .

جغرافیا و اقلیم حوضه دریای آرال:

تغییرات محلی در حوضه دریای آرال نشان‌دهنده ترکیب پیچیده‌ای از فرایندهای جهانی، منطقه‌ای و محلی است که توسط عوامل به‌هم‌پیوسته متعددی مانند تغییرات در گردش اتمسفر، تغییرات هیدرولوژیکی منطقه ناشی از کوه‌ها، ذوب صخره‌های یخی و آبیاری انبوه زمین هدایت می‌شوند (لیوبیمتسوا، ۲۰۱۴).

بحران محیط‌زیست دریای آرال، یکی از بزرگ‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی جهان است. با استفاده از تکنولوژی سنجش از راه دور، ممکن شده تا جغرافیایی در مقیاس بزرگ سطوح زمین و آب تجزیه‌وتحلیل شود (موکناتیان[1] و همکاران، ۲۰۱۷).

دو عامل اصلی به‌طور فزاینده در تغییرات اقلیمی در منطقه نقش داشته‌اند: الف) تغییرات کاربری زمین و پوشش گیاهی در حوضه ب) تغییرات اکولوژیکی مخرب دریای آرال (لیوبیمتسوا، ۲۰۱۴).

الف) تغییرات کاربری زمین و پوشش گیاهی: صنایع ماهی‌گیری به‌صورت قابل‌توجه در دریاچه آرال توسط قزاقستان و ازبکستان در نیمه اول قرن بیستم گسترش یافت. در دریای آرال، بیش از ۲۰ گونه ماهی در اوایل دوران صید ماهی شناسایی شده بودند. اما به‌علت کاهش سطح آب دریا و خشک شدن مکان‌های کم عمق برای تخم‌ریزی و ناپدید شدن ذخایر غذایی، حدود ۲۰ گونه در سال ۱۹۶۹ و بیش از ۵ گونه در سال ۱۹۸۰ از بین رفتند (لیوبیمتسوا، ۲۰۱۴ و کاتیاکوف ، ۱۹۹۱). با توقف سیلاب‌های بهاری در آمودریا و سیردریا، مناظر طبیعی منطقه از بین رفتند. ۵۵۰۰۰۰

[1] Moknatian

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

هکتار زمین‌های نیزاری سیلابی آمودریا به ۲۰۰۰۰ هکتار کاهش یافتند و دلتاهای رودخانه با بیابان‌ها جایگزین شدند. با خشک شدن جنگل‌های دلتای رودخانه، تنوع زیستی منطقه به‌شدت فقیر شده است به‌طوری که از ۷۰ گونه پستاندار، تنها ۳۰ گونه باقی مانده است (اسمال و همکاران، ۲۰۰۱).

ب) تغییرات اکولوژیکی مخرب دریای آرال: در حوضه دریای آرال، میزان بارش باران در زمان‌های مختلف متغیر است و حداکثر میزان بارش در فصل بهار است. میانگین بارش سالانه در منطقه آرال، حدود ۱۰۰ میلی‌متر است و مقدار بارندگی سالانه در قرقیزستان و قزاقستان بیشتر از سایر مناطق است (لیوبیمتسوا، ۲۰۱۴). درجه حرارت در این حوضه، از سال ۱۹۶۰ با میانگین سرعت ۳,۲ درجه سانتی‌گراد در دهه افزایش یافته است (چن و همکاران ، ۲۰۲۱). دما در تابستان به ۴۰ درجه سانتی‌گراد و در زمستان به ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد (گیبولایف و همکاران، ۲۰۱۲). تغییرات آب و هوایی منطقه همزمان با ناپدید شدن آب رخ داده است و مناطق غرب و مرطوب سابق آب و هوای سرد و خشک بیابانی را به خود گرفته‌اند (اسمال و همکاران، ۲۰۰۱). اکثر نواحی این منطقه دارای آب و هوای قاره‌ای هستند (لیوبیمتسوا، ۲۰۱۴) و به همین علت اختلاف دمای زیادی بین زمستان و تابستان وجود دارد (چن و همکاران ، ۲۰۲۱). در قزاقستان و ازبکستان، فصل زمستان سرد و خشک است؛ ولی در ترکمنستان و تاجیکستان هوا معتدل‌تر است. تغییرات بالای دما روزانه باعث ایجاد طوفان‌های شن مکرر و آفتاب شدید می‌شود (لیوبیمتسوا، ۲۰۱۴). علاوه بر این، تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در آب و هوا منجر به ازبین‌رفتن طبیعت حیوانات وحشی می‌شود (گیبولایف و همکاران، ۲۰۱۲). با خشک شدن دریا، کف دریا تبدیل به یک مکان نمکی شده است که سالانه باد ۴۵ میلیون تن گردوغبار نمکی را در جو پخش می‌کند. طوفان‌های گردوغبار با ابعاد ۴۰۰ کیلومتر طول و ۴۰ کیلومتر عرض ظاهر می‌شوند که دامنه گردوغبار به ۳۰۰ کیلومتر می‌رسد. این ذرات گردوغبار حاوی املاح سولفات و کلراید هستند که برای گیاهان سمی و مضر می‌باشد (کاتیاکوف ، ۱۹۹۱) و این فاجعه زیست‌محیطی عظیم می‌تواند تقریباً ۵ میلیون نفر را تحت‌تأثیر قرار دهد. آب زهکشی حاوی مواد معدنی و آلوده از اطراف مزارع به‌سمت آمودریا و سیردریا جریان پیدا می‌کند، این رواناب کیفیت آب دلتاهای رودخانه کاهش را می‌دهد، به‌طوری‌که این مشکل با شور شدن زمین‌های زراعی، تشدید یافته است. میزان مواد معدنی در بخش‌های پایین سیردریا و آمودریا به‌ترتیب ۲,۵ و ۱,۵ گرم در لیتر است (کاتیاکوف ، ۱۹۹۱؛ اسمال و همکاران، ۲۰۰۱ و فروبریچ و همکاران، ۲۰۰۷).

یافته‌های پژوهش

کوچک شدن دریای آرال یکی از بدترین بلایای زیست‌محیطی سیاره نامیده می‌شود. آسیب‌پذیری انسان در برابر تغییرات اقلیمی، منطقه‌ای و محیطی در حوضه دریای آرال با عوامل جهانی، منطقه‌ای، تغییرات محلی، تغییرات اقلیمی و هیدرولوژیکی مرتبط است (پلوسکی[1] و همکاران، ۲۰۰۷). براساس مطالعات انجام‌شده، خشک شدن دریای آرال با بیماری‌های مختلفی ارتباط دارد ازجمله: بیماری‌های تنفسی، سرطان‌زایی، اختلالات روانی و عصبی و باروری.

الف: بیماری‌های تنفسی:

1 Polsky

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

اندام‌زایی ریه از زندگی جنینی شروع می‌شود و به‌ویژه در اوایل کودکی سرعت بالایی دارد. تغییرات تعداد آلوئول‌های ریه تا سنین نوجوانی ادامه می‌یابد. در یک مطالعه برای بررسی آسیب‌پذیری افراد به‌ویژه کودکان در برابر آلاینده‌های هوایی، اساس بیولوژیکی این موضوع بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که آلودگی هوایی ممکن است تأثیر پایداری بر سلامت تنفسی داشته باشد. همچنین، مطالعات مکانیسم مولکولی نشان می‌دهد که در معرض آلودگی هوایی قرار گرفتن، توسعه فنوتیپ‌های TH2 (T helper 2) در مقایسه با TH1 (T helper 1) تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. در یک مطالعه، داوطلبانی که به مدت ۱ ساعت در معرض ذرات گازوئیل قرار گرفتند، میزان گلبول‌های سفید خون محیطی، مولکول چسبندگی سلولی در عروق و مولکول چسبندگی بین سلولی در اپیتلیوم ریه با افزایش مقدار ذرات گازوئیل، افزایش می‌یابد. همچنین، افزایش سطح یک نشانگر التهابی فاز حاد که پروتئین واکنشی C است، با آلودگی هوایی مرتبط است (ترسنده[1] و تریستون[2]، ۲۰۰۵).

یک مطالعه مقایسه‌ای برای بررسی علائم تنفسی و عملکرد ریوی در کودکان مدرسه‌ای در منطقه دریای آرال انجام شده است که اولین مطالعه اپیدمیولوژیک مبتنی بر جامعه در این منطقه بود. نتایج نشان داد که شیوع سرفه، خس خس سینه و اختلال عملکرد ریوی در گروه مورد مطالعه نسبت به گروه مرجع بیشتر بود. اما تفاوتی در شیوع اختلال انسدادی ریه مشاهده نشد (کنی[3] و همکاران، ۲۰۰۳).

ب: سرطان‌زایی:

با توجه به تغییرات اکولوژی جهانی منطقه آرال، بررسی میزان بروز بدخیمی در کودکان اهمیت ویژه‌ای دارد. نتایج یک مطالعه‌ای که به بررسی شیوع بیماری بدخیمی در کودکان پرداخته است، نشان‌می‌دهد که شاخص‌های ابتلا به سرطان کودکان در منطقه دریای آرال کمی بالاتر از منطقه شاهد بود؛ اما با داده‌های مشابه مطالعات در مناطق دیگر قابل‌مقایسه بود. در تمامی مناطق منطقه دریای آرال، به‌جز منطقه اولیتو، شاخص‌های ابتلا به بدخیمی ۱/۳ تا ۲/۷ برابر از سطح کنترل بیشتر بود.

بیشترین بدخیمی‌های هماتولوژیک در این منطقه شامل تومورهای جامد، تومورهای سیستم اسکلتی عضلانی و پوست، دستگاه گوارش، مغز و سیستم عصبی مرکزی بودند. در این مطالعه، تفاوت‌های جنسیتی در ویژگی‌های تشکیل بدخیمی در منطقه مورد مطالعه مشاهده نشد (مامیربایف[4] و همکاران،۲۰۱۶). علاوه بر این، نتایج یک مطالعه نشان‌می‌دهد که در منطقه کیزیلوردا قزاقستان، ۱۰۳۸۲ مورد نئوپلاسم بدخیمی ثبت شده است. در میان تومورهای بدخیم، سرطان مری در رتبه‌ی اول با ۱۷/۸ درصد، سرطان ریه در رتبه‌ی دوم با ۱۲/۷ درصد و سرطان معده در رتبه‌ی سوم با ۱۲/۶ درصد قرار دارند (ایگیسیون[5] و همکاران، ۲۰۱۱). در یک مطالعه‌ای که شیوع تومورهای بدخیم را در مناطق فاجعه، بحران، پیش از بحران و منطقه کنترل ژانارکینسکی دریای آرال مورد بررسی قرار داده است، نتایج نشان می‌دهد که سرطان استخوان و غضروف مفصلی، سرطان مغز و سیستم عصبی مرکزی، سرطان معده در مناطق تحت‌تأثیر فاجعه اکولوژیکی دریاچه آرال نرخ بیشتری را نسبت به منطقه کنترل نشان دادند. شیوع

1 Trasande
2 Thurston
3 Kunii
4 Mamyrbayev
5 Igission

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

سرطان تیروئید نیز به‌طور مشخصی در این مناطق با منطقه کنترل تفاوت داشت. همچنین میانگین بروز سالانه سرطان در مناطق تحت‌تأثیر این فاجعه اکولوژیکی بیشتر از منطقه شاهد بود. علاوه بر این مشاهده شد که سرطان‌های متداول در جمعیت بزرگسال شامل مری، معده، ریه، کبد، صفراوی و پستان بودند. تجزیه‌وتحلیل هم-بستگی بین بروز سرطان و آلودگی محیط‌زیست نشان داد که میزان بروز سرطان‌زایی فردی با مصرف استنشاقی نیکل، دریافت خوراکی کادمیوم، جیوه، نیترات و سلنیوم بستگی دارد. به‌طور طبیعی شرایط محیطی نامطلوب و قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی، منجر به رشد و بروز تومورها می‌شود (مامیربایف و همکاران، ۲۰۱۶). آفت‌کش‌ها و کودهای مسبب آلودگی دریای آرال عبارتند از: کلر ارگانیک، ارگانوفسفره، دی تیوکاربامات‌ها، آفت کش‌های کلر آلی پایدار (OCPs)، دی کلرو فنیل دی کلرو اتیلن (DDE)، دی کلرو دی فنیل دی کلرو اتان (DDT)، هگزا کلرو سیکلو هگزان‌ها (HCHs) که به نسبت زیادی در خاک، آب‌های زیرزمینی و آب سیردریا یافت می‌شود (اسمال و همکاران، ۲۰۰۱). شواهد نشان‌می‌دهد آفت کش‌های کلر آلی پایدار ازجمله لیندان دارای خواص استروژنیک هستند و به گیرنده‌های استروژن در بدن متصل می‌شوند که منجر به ترویج رگ‌زایی تومورها در بدن شود. در حال حاضر آژانس بین المللی تحقیقات، سرطان (IARC) لیندان را به‌عنوان یک ماده سرطان‌زا طبقه‌بندی کرده است (مونتئان[1] و همکاران، ۲۰۰۳). در یک مطالعه متاآنالیز رابطه مثبتی بین مواجهه با آفت‌کش‌ها و سرطان‌های خون، ازجمله لنفوم غیرهوچکین یافت شد که نشان‌دهنده تأثیر آنها بر عملکرد مغز استخوان می‌باشد. همچنین مواجهه کوتاه مدت با آفت‌کش‌ها باعث کاهش مونوسیت، هموگلوبین و پلاکت می‌شود. این تأثیرات به‌دلیل خواص سمی و نامناسب تعدادی از ترکیبات در آفت‌کش‌ها است (هو[2] و همکاران، ۲۰۱۵).

ج: اختلال روانی و عصبی:

آسیب‌پذیری سیستم ذهنی انسان، در برابر تغییرات اقلیمی شامل حداقل سه مولفه است: ۱- در معرض بودن: انسان‌ها به‌خاطر تغییرات و آشفتگی ناشی از شرایط آب و هوایی، استرس روانی تجربه می‌کنند. ۲-حساسیت: بعضی از افراد حساسیت بیشتری نسبت به این تغییرات دارند. ۳- ظرفیت: ظرفیت ذهنی و جسمی یک فرد برای تطابق با تغییرات، تأثیر دارد (ترسنده[3] و تریستون[4]، ۲۰۰۵).

اختلال روانی و عصبی در حوضه دریای آرال طیف وسیعی دارند شامل کاهش حافظه و دامنه‌ی توجه، اختلالات روانی - عاطفی و افسردگی. در یک مطالعه‌ای که با هدف تعیین سهم فاجعه زیست‌محیطی در سلامت روانی و اجتماعی صورت گرفته است، نتایج نشان داد که ۴۱ درصد از پاسخ دهندگان نگرانی‌های مربوط به مسائل زیست‌محیطی و ۴۸ درصد نیز علائم جسمی مرتبط با پریشانی روانی دارند. همچنین تفاوت معناداری در سطوح پریشانی عاطفی بین مردان و زنان و گروه‌های قومی گزارش شد (کریتون[5] و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ی دیگری بر روی ۷۵۰ کودک در رده سنی ۵ تا ۱۷ ساله ساکن در دو شهرک قزاقستانی آرالسک و آکچی، توسط روش‌های تحقیقاتی مختلف ازجمله مطالعات پزشکی و اجتماعی-روانی، مورد مطالعه قرار گرفتند. آن‌ها بر اساس پارامترهایی مانند تعداد میکروارگانیسم‌ها، غلظت ایمنوگلوبین A، فعالیت لیزوزیم و غلظت پروتئین به چهار گروه تقسیم شدند.

1 Muntean
2 Hu
3 Trasande
4 Thurston
5 Crighton

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

توزیع بر اساس گروه‌های بهداشتی نشان داد که اختلالات عملکردی و بیماری‌های مزمن در بین کودکان شایع است. کودکان سالم تنها ۹,۲ درصد را تشکیل می‌دهند. یک سوم از کودکان در این منطقه تمایل به افت فشارخون دارند. همچنین، ویژگی‌های روانی کودکان در منطقه با بی‌ثباتی عاطفی و افزایش تحریک‌پذیری آشکار مشاهده شد (تاشنووا[1] و همکاران، ۲۰۲۰). رویفا و همکاران به این نتیجه رسیدند که قرار گرفتن کشاورزان در معرض لیندان ممکن است باعث ناهنجاری‌های طولانی اعصاب حسی می‌شود (هو و همکاران، ۲۰۱۵).

د: باروری:

در یک مطالعه بالینی و ارزیابی‌های آزمایشگاهی، ۱۴۰۶ زن در منطقه کیزیلوردای قزاقستان مورد ارزیابی قرار گرفتند و سطح بالای اختلالات غدد درون‌ریز در آنان مشاهده شد. در هر دو منطقه مورد بررسی، قاعدگی دیررس بالای ۱۶ سال با ۳۹ درصد دیده شد که نشان‌دهنده‌ی گرایش یائسگی به سن جوانی است. بروز یائسگی زودرس به‌دلیل عوامل ژنتیکی، ایمونولوژیک و محیطی می‌باشد. در تجزیه‌وتحلیل بیماری زنان، بیماری‌های التهابی لگن در یک سوم زنان مورد بررسی در گروه سنی ۳۰-۳۹ سال و ۴۰-۴۹ سال وجود داشت. دو سوم اختلالات باروری زنان به علل مکانیسم‌های ایمونولوژیک و واکنش‌های خود ایمنی هستند. در منطقه فاجعه زیست‌محیطی، از هر چهار زن، یک نفر دچار سقط جنین می‌شود. فرضیه احتمالی در این خصوص می‌تواند گردوغبار نمکی با غلظت‌های بالا و تشعشعات زمینه عاملی برای افزایش فراوانی مرگ و میر پری ناتال باشد (توردیبکوا[2] و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ی دیگری افزایش غلظت آفت‌کش‌ها در خون زنان ساکن در مناطق پنبه‌کاری جنوب، قزاقستان اخیراً با تأخیر در رشد جسمی و جنسی، بلوغ نسبتاً دیررس و کاهش سطح هورمون‌های گنادوتروپیک، استرادیول و IGF1 همراه بوده است. این نتایج نشان می‌دهند که آفت‌کش‌ها ممکن است بر روی سیستم اندوکراین (هورمونی) تأثیرگذار باشند و موجب اختلال در عملکرد آن شوند (باپایوا[3] و همکاران ۲۰۱۶). در مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته‌اند، سطوح بالایی از آلفا، بتا و گامای پروتئین HCH در خون زنان با تجربه سقط مکرر جنین گزارش شده است (پاتاک[4] و همکاران، ۲۰۱۰).

در مطالعه‌ای که توسط بالمایام بتوا و همکاران انجام شده است، کاهش تعداد فولیکول‌های آنترال، حجم تخمدان و جریان خون تخمدان را در زنان ساکن در منطقه فاجعه اکولوژیک (گروه شالکار) در مقایسه با گروه شاهد مشاهده کردند. در نتیجه، این نتایج نشان می‌دهند که آلودگی محیطی و سموم شیمیایی می‌تواند بر سلامت تناسلی زنان تأثیرگذار باشد (بالماقامبتووا[5] و همکاران، ۲۰۱۶). در مطالعه‌ای که هدف از آن ارزیابی عملکرد تغییرات سلولی و مولکولی در اسپرم مردان تحت‌تأثیر گردوغبارهای نمکی در منطقه دریای آرال است، مشخص شد مقدار DNA، RNA و مقدار پیش‌سازهای اسیدی در اسپرم مردان ساکن در منطقه فاجعه اکولوژیکی افزایش یافته است که می‌توان آن را به تخریب اسیدهای نوکلئیک تحت‌تأثیر عوامل منفی در منطقه و مشکلات اکولوژیکی نسبت داد. همچنین، در یک مطالعه‌ی دیگر، در مردان ساکن در مناطق فاجعه زیست‌محیطی، افزایش محتوای هیستونH1 و

1 Tashenova
2 Turdybekova
3 Bapayeva
4 Pathak
5 Balmagambetova

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

افزایش شدید محتوای هیستون H2B دیده شد. نتایج نشان می‌دهند که مردان مناطق محروم که زندگی آنها متأثر از گردوغبار نمکی و سایر مواد سمی است، دچار اختلال عملکرد تولید مثل می‌شوند. همچنین، مشاهده شده است که فلزات سنگین به‌ویژه سرب موجود در منطقه دریای آرال، تأثیرات زیادی بر بدن انسان‌ها دارند و می‌توانند منجر به اختلالاتی در سیستم تناسلی و سایر سیستم‌های بدن شوند (کولتانوف[1] و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین در یک مطالعه‌ای دیگر که هدف آن بررسی وضعیت شاخص‌های اصلی آنتی‌اکسیدان و آنزیم‌های متابولیسم پورین در سلول‌های زایا مردان ساکن در منطقه فاجعه اکولوژیکی دریای آرال بود، اختلال در فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آدنوزین دآمیناز مشاهده شد که به‌دلیل افزایش سطح استرس اکسیداتیو و توسعه فرایند پاتولوژیک بود. با توجه به نتایج در این مطالعه، تأثیر عوامل منفی منطقه دریای آرال در اسپرم مردان در سنین باروری باعث ناتوانی در مهار رادیکال‌های آزاد می‌شود که به‌دلیل تغییر در فعالیت اکسیداتیو کاتالاز و آدنوزین دآمیناز (ADA) می‌باشد (کیزلیتسکایا[2] و همکاران، ۲۰۱۵) .کارنو و همکاران، ۴ آفت‌کش ارگانوکلر ازجمله لیندان را در خون ۲۲۰ مرد جوان ساکن جنوب اسپانیا یافتند. این گروه به این نتیجه رسیدند که مردانی که در سنین باروری در معرض آفت‌کش‌های ارگانوکلره قرار گرفتند، دارای فعالیت استروژن و ضد آندروژن بودند و این مواجهه ممکن است بر سلامت باروری مردان تأثیر بگذارد (کارنو[3] و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج و بحث

خشک‌شدن دریاچه‌ها یکی از مهم‌ترین بلایای زیست‌محیطی است که می‌تواند تأثیر زیادی بر سلامت انسان در منطقه و کشورهای همسایه داشته باشد. افزایش شیوع بیماری‌ها یکی از مهم‌ترین پیامدهای خشک شدن دریاچه است که می‌تواند تجربیات منفی را برای انسان به ارمغان بیاورد (غلام‌پور، ۲۰۱۵).

دریای آرال با مساحت اولیه ۶۶۰۰۰ کیلومتر مربع در اواسط قرن بیستم (سودی و همکاران، ۲۰۱۷) تقریباً ۱۱ برابر دریاچه ارومیه بود. در اثر توسعه بیش‌ازحد کشاورزی، این دریا شروع به خشک شدن کرد. شیوع بالای بیماری‌ها در مجاورت دریای آرال پیامد این موضوع است. بیماری‌هایی که در نتیجه کوچک شدن دریا در این منطقه شایع‌تر شده‌اند عبارت است از: سل، بیماری‌های تنفسی، آسم، بیماری‌های چشم، بیماری‌های حلق و حنجره، بیماری‌های کلیوی و کبدی، سرطان، حصبه، هپاتیت، بروسلوز، بیماری‌های ناشی از کمبود مواد معدنی ضروری و ویتامین‌ها، اسهال، بیماری‌های عفونی، نقص‌های مادرزادی، آرتروز، اختلالات غدد درون‌ریز، تغییرات عصبی و رفتاری، اختلالات دستگاه ایمنی بدن، عقب‌ماندگی ذهنی و اخیر در بلوغ (کاکس، ۲۰۰۵).

با توجه به داده‌های موجود، بالاترین حجم دریاچه ارومیه برابر با ۳۲ میلیارد مترمکعب در سال ۱۹۹۵ بود و در ژانویه ۲۰۲۲ به ۲ میلیارد و ۷۳۰ میلیون مترمکعب رسید، یعنی بیش از ۹۰ درصد از مساحت خود را از دست داد (جعفری خونیقی، ۲۰۲۲). خشک شدن دریاچه ارومیه گردوغبار نمک، مواد شیمیایی و فلزات سنگین معلق در هوا را به‌دلیل باد افزایش می‌دهد. باتوجه به ورود پساب‌های صنعتی و کشاورزی به دریاچه و رسوبات آنها در بستر آن، می‌تواند

1 Kultanov
2 Kislitskaya
3 Carreño

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

منجر به آلودگی این ذرات گردوغبار با سموم صنعتی و کشاورزی شود. در نتیجه، قرارگرفتن در معرض گردوغبار از طریق استنشاق و تماس پوستی و همچنین تجمع فلزات در گیاهان و محصولات کشاورزی و حضور بعدی آنها در زنجیره غذایی، ممکن است منجر به مسائل بهداشتی مانند بیماری‌های تنفسی، سرطان، بیماری‌های قلبی عروقی، فشارخون بالا و بیماری‌های چشم شود (حق نظر و همکاران، ۲۰۲۲).

به‌دلیل فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب و هوایی هر دو دریاچه ارومیه و آرال با چالش‌های زیست‌محیطی مشابه مواجه هستند. هر دو کاهش قابل‌توجهی در سطح آب را تجربه کرده‌اند که منجر به افزایش شوری و ازدست‌دادن زیستگاه‌های مهم برای حیات‌وحش شده است. خشک شدن این اکوسیستم‌های پر رونق نیز تأثیر قابل‌توجهی بر جوامع اطراف داشته و بر کشاورزی و معیشت تأثیر گذاشته است. راه‌کاری که دولت برای احیا و جلوگیری از خشک شدن دریای آرال انجام داد، احیای آن در مقیاس کوچک‌تر بود. در این طرح یک بخش دریاچه را احیا کردند و اکنون ۲ قسمت آن به اندازه دریاچه ارومیه احیا شده و ۹ قسمت دیگر آن به‌طورکامل خشک شده است. بر اساس مطالعات انجام‌شده، می‌توان نتیجه گرفت که خشک شدن دریاچه آرال اثرات بسیار ناگواری را بر سلامت انسان و اکوسیستم مناطق این حوزه داشته و آنها را با بحران‌های زیادی ازجمله تغییر اقلیم محلی، تغییر پوشش گیاهی، اثرات نامطلوب بر حیات‌وحش منطقه و آلودگی‌ها روبه‌رو کرده است. اینکه بیماری‌های گزارش‌شده در مورد دریای آرال در مناطق حاشیه دریاچه ارومیه هم اتفاق خواهد افتاد، نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. با بررسی‌های ما گزارش‌های رسمی و علمی در مورد افزایش بیماری‌ها در اطراف دریاچه ارومیه چاپ نشده است و همه گزارش‌ها به احتمال افزایش این بیماری‌ها اشاره دارند. ازطرف دیگر، خبرهای محلی و منطقه‌ای به افزایش بیماری‌های تنفسی و انواع سرطان اشاره دارد. این مقاله مروری نیز سعی کرده است با مطالعه روی بیماری‌ها گزارش‌شده در منطقه آرال، بیماری‌هایی که ممکن است با خشک شدن دریاچه ارومیه گریبان‌گیر مردم این منطقه شود را گردآوری و گزارش نماید، تا بتواند ضمن اینکه هشدارهایی برای مسئولان ذی‌ربط داده باشد، حساسیت برنامه‌ریزان و محققان حوزه محیطزیست و سلامت کشور را برای مواجهه با پیامدهای خشک شدن دریاچه ارومیه افزایش دهد. اولویت‌بندی شیوه‌های مدیریت پایدار آب و اجرای اقداماتی که تأثیر منفی فعالیت‌های انسانی را در این محیط‌های شکننده کاهش می‌دهد، ضروری است. از طریق تلاش‌های مشترک و تعهد مشترک حاکمیت و مردم منطقه به حفاظت از محیطزیست اطراف دریاچه ارومیه، ما می‌توانیم برای بازگرداندن حیات دریاچه ارومیه و کاهش پیامدهای منفی آن تلاش کنیم.

نتیجه‌گیری

خشک شدن اکوسیستم‌های پر رونق دریای آرال و دریاچه ارومیه تأثیر قابل‌توجهی بر جوامع اطراف داشته و بر کشاورزی و معیشت تأثیر گذاشته است. تلاش برای رسیدگی به این مسائل نیاز به اقدامات هماهنگ و راه‌حل‌های پایدار بلندمدت برای بازگرداندن سلامت این آب‌های مهم دارد. بسیار مهم است که بازسازی و حفظ این اکوسیستم‌ها را برای رفاه نسل‌های فعلی و آینده دراولویت قرار دهیم. اهمیت این آب‌ها را نمی‌توان اغراق کرد و بازسازی آن‌ها فقط یک مسئله زیست‌محیطی نیست؛ بلکه یک مسئله انسانی نیز می‌باشد. ضروری است که ما با هم کار کنیم تا راه‌حل‌های پایدار را پیدا کنیم که نه تنها این اکوسیستم‌ها را احیا می‌کند، بلکه از جوامعی که به آنها متکی هستند

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نیز حمایت شود. با مشارکت همه ذی‌نفعان، ما می‌توانیم راهبردهای جامعی را توسعه دهیم که تعامل پیچیده بین فعالیت‌های انسانی، تغییرات آب و هوایی و سلامت این اکوسیستم‌ها را درنظر می‌گیرند. راه‌کارهای زیادی برای احیای دریاچه ارومیه پیشنهاد می‌شود تا فاجعه دریای آرال تکرار نشود؛ ولی هر یک از آنها محدودیت‌هایی دارند. به‌علت خشک شدن تدریجی دریاچه ارومیه، رسوب املاح و خاک، عمق آن کاهش پیدا کرده است. در نتیجه، هنگام ورود آب به دریاچه، این آب خیلی سریع پخش می‌شود و پر شدن ظاهری دریاچه با عمق کم اتفاق می‌افتد. به‌دلیل عمق کم این آب سریع تبخیر می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد که در گام نخست باید احیای دریاچه ارومیه به‌صورت فازبندی صورت بگیرد. به این معنی که در گام اول بخشی از دریاچه احیا شود و در گام‌های بعدی احیای بخش‌های دیگر دریاچه صورت گیرد.

منابع

Aladin, N. V., Gontar, V. I., Zhakova, L. V., Plotnikov, I. S., Smurov, A. O., Rzymski, P., & Klimaszyk, P. (2019). The zoonosis of the Aral Sea: six decades of fast-paced change. Environmental Science and Pollution Research, 26, 2228-2237.

AghaKouchak, A., Norouzi, H., Madani, K., Mirchi, A., Azarderakhsh, M., Nazemi, A., ... & Hasanzadeh, E. (2015). Aral Sea syndrome desiccates Lake Urmia: call for action. Journal of Great Lakes Research, 41(1), 307-311.

Aladin, N. V., & Plotnikov, I. S. (2008, January). Modern fauna of residual water bodies formed in the place of the former Aral Sea. In Proc. Zool. Inst. RAS (Vol. 312, No. 1-2, pp. 145-154).

Boomer, I., Aladin, N., Plotnikov, I., & Whatley, R. (2000). The palaeolimnology of the Aral Sea: a review. Quaternary Science Reviews, 19(13), 1259-1278.

Bapayeva, G., Issayeva, R., Zhumadilova, A., Nurkasimova, R., Kulbayeva, S., & Tleuzhan, R. (2016). Organochlorine pesticides and female puberty in South Kazakhstan. Reproductive Toxicology, 65, 67-75.

Balmagambetova, A., Abdelazim, I. A., Bekmukhambetov, E., Zhurabekova, G., Yehia, A. H., & AbuFaza, M. (2016). Ovarian parameters and ovarian blood flow of women living in the area of environmental crisis. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 200, 68-71.

Crighton, E. J., Elliott, S. J., van der Meer, J., Small, I., & Upshur, R. (2003). Impacts of an environmental disaster on psychosocial health and well-being in Karakalpakstan. Social science & medicine, 56(3), 551-567.

Cox, H. S., Kubica, T., Doshetov, D., Kebede, Y., Rüsch-Gerdess, S., & Niemann, S. (2005). The Beijing genotype and drug-resistant tuberculosis in the Aral Sea region of Central Asia. Respiratory research, 6, 1-9.

Eimanifar, A., & Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake (northwest Iran): a brief review. Saline systems, 3(1), 5.

Froebrich, J., Bauer, M., Ikramova, M., & Olsson, O. (2007). Water quantity and quality dynamics of the THC—Tuyamuyun Hydroengineering Complex—and implications for reservoir operation. Environmental Science and Pollution Research-International, 14, 435-442.

Gaybullaev, B., Chen, S. C., & Gaybullaev, D. (2012). Changes in water volume of the Aral Sea after 1960. Applied Water Science, 2, 285-291.

Gaybullaev, B., Chen, S. C., & Kuo, Y. M. (2012). Large-scale desiccation of the Aral Sea due to over-exploitation after 1960. Journal of Mountain Science, 9, 538-546.

Gholampour, A., Nabizadeh, R., Hassanvand, M. S., Taghipour, H., Nazmara, S., & Mahvi, A. H. (2015). Characterization of saline dust emission resulted from Urmia Lake drying. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 13, 1-11.

Hesami, A., & Amini, A. (2016). Changes in irrigated land and agricultural water use in the Lake Urmia basin. Lake and Reservoir Management, 32(3), 288-296.

Hu, R., Huang, X., Huang, J., Li, Y., Zhang, C., Yin, Y., ... & Cui, F. (2015). Long-and short-term health effects of pesticide exposure: a cohort study from China. PloS one, 10(6), e0128766.

Haghnazar, H., Johannesson, K. H., González-Pinzón, R., Pourakbar, M., Aghayani, E., Rajabi, A., & Hashemi, A. A. (2022). Groundwater geochemistry, quality, and pollution of the largest lake basin in the Middle East: Comparison of PMF and PCA-MLR receptor models and application of the source-oriented HHRA approach. Chemosphere, 288, 132489.

Izhitskiy, A. S., Zavialov, P. O., Sapozhnikov, P. V., Kirillin, G. B., Grossart, H. P., Kalinina, O. Y., ... & Kurbaniyazov, A. K. (2016). The present state of the Aral Sea: diverging physical and biological characteristics of the residual basins. Scientific reports, 6(1), 23906. DOI:10.1038/srep23906

Igissinov, N., Igissinov, S., Moore, M. A., Shaidarov, M., Tereshkevich, D., Bilyalova, Z., ... & Kozhakhmetov, S. (2011). Trends of prevalent cancer incidences in the Aral-Syr Darya ecological area of Kazakhstan. Asian Pac J Cancer Prev, 12, 2299-303.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Jafari-Khounigh, A., Sadeghi-Bazargani, H., & Haghdoost, A. A. (2022). Public Perception on the Health Consequences of an Environmental Disaster: The Case of Lake Urmia Drying up. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 36.
Krivonogov, S. K., Burr, G. S., Kuzmin, Y. V., Gusskov, S. A., Kurmanbaev, R. K., Kenshinbay, T. I., & Voyakin, D. A. (2014). The fluctuating Aral Sea: A multidisciplinary-based history of the last two thousand years. Gondwana Research, 26(1), 284-300.
Kamalov, Y. (2003). The Aral Sea: problems, legends, solutions. Water science and technology, 48(7), 225-231.
Krapivin, V. F., Mkrtchyan, F. A., & Rochon, G. L. (2019). Hydrological model for sustainable development in the Aral Sea Region. Hydrology, 6(4), 91.
Kunii, O., Hashizume, M., Chiba, M., Sasaki, S., Shimoda, T., Caypil, W., & Dauletbaev, D. (2003). Respiratory symptoms and pulmonary function among school-age children in the Aral Sea region. Archives of Environmental Health: An International Journal, 58(11), 676-682.
Liang Chen, C., Chen, X., Qian, J., Hu, Z., Liu, J., Xing, X., ... & Wei, S. (2021). Spatiotemporal changes, trade-offs, and synergistic relationships in ecosystem services provided by the Aral Sea Basin. PeerJ, 9, e12623.
Lioubimtseva, E. (2015). A multi-scale assessment of human vulnerability to climate change in the Aral Sea basin. Environmental Earth Sciences, 73, 719-729.
Micklin, P. (2016). The future Aral Sea: hope and despair. Environmental Earth Sciences, 75, 1-15.
Micklin, P. (2008). Using satellite remote sensing to study and monitor the Aral Sea and adjacent zone. In Environmental problems of Central Asia and their economic, social and security impacts (pp. 31-58). Springer Netherlands.
Moknatian, M., Piasecki, M., & Gonzalez, J. (2017). Development of geospatial and temporal characteristics for Hispaniola's Lake Azuei and Enriquillo using Landsat imagery. Remote Sensing, 9(6), 510.
Mamyrbayev, A., Dyussembayeva, N., Ibrayeva, L., Satenova, Z., Tulyayeva, A., Kireyeva, N., ... & Yeleuov, A. (2016). Features of malignancy prevalence among children in the Aral Sea region. Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP, 17(12), 5217.
Mamyrbayev, A., Djarkenov, T., Dosbayev, A., Dusembayeva, N., Shpakov, A., Umarova, G., ... & Isayeva, G. (2016). The incidence of malignant tumors in environmentally disadvantaged regions of Kazakhstan. Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP, 17(12), 5203.
Muntean, N., Jermini, M., Small, I., Falzon, D., Fürst, P., Migliorati, G., ... & Kolb, A. (2003). Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the Republic of Karakalpakstan of Uzbekistan. Environmental Health Perspectives, 111(10), 1306-1311.
Micklin, P. (2007). The Aral Sea disaster. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 35, 47-72.
Nezlin, N. P., Kostianoy, A. G., & Lebedev, S. A. (2004). Interannual variations of the discharge of Amu Darya and Syr Darya are estimated from global atmospheric precipitation. Journal of marine systems, 47(1-4), 67-75.
Nayyar, N., Sangwan, N., Kohli, P., Verma, H., Kumar, R., Negi, V., ... & Lal, R. (2014). Hexachlorocyclohexane: persistence, toxicity and decontamination. Reviews on Environmental Health, 29(1-2), 49-52.
Polsky, C., Neff, R., & Yarnal, B. (2007). Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram. Global environmental change, 17(3-4), 472-485.
Pathak, R., Mustafa, M.D., Ahmed, R.S., Tripathi, A.K., Guleria, K. and Banerjee, B.D. (2010). Association between recurrent miscarriages and organochlorine pesticide levels. Clinical biochemistry, 43(1-2), pp.131-135.
Small, I., Van der Meer, J., & Upshur, R. E. (2001). Acting on an environmental health disaster: the case of the Aral Sea. Environmental Health Perspectives, 109(6), 547-549.
Soudi, M., Ahmadi, H., Yasi, M., & Hamidi, S. A. (2017). Sustainable restoration of the Urmia Lake: History, threats, opportunities and challenges. European Water, 60(1), 341-347.
Small, E. E., Sloan, L. C., & Nychka, D. (2001). Changes in surface air temperature caused by desiccation of the Aral Sea. Journal of Climate, 14(3), 284-299.
Trasande, L., & Thurston, G. D. (2005). The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities. Journal of allergy and clinical immunology, 115(4), 689-699.
Tashenova, G., Issayeva, R., Aliakparova, A., Boranbayeva, R., & Sarsenova, L. (2020). Comprehensive assessment of the Aral Sea region children's health conditions. In E3S Web of Conferences (Vol. 159, p. 08005). EDP Sciences. DOI:10.1051/e3sconf/202015908005
Turdybekova, Y. G., Dosmagambetova, R. S., Zhanabayeva, S. U., Bublik, G. V., Kubayev, A. B., Ibraibekov, Z. G., ... & Kultanov, B. Z. (2015). The health status of the reproductive system in women living in the Aral Sea region. Open access Macedonian Journal of Medical Sciences, 3(3), 474.
Whish-Wilson, P. (2002). The Aral Sea environmental health crisis. Journal of Rural and Remote Environmental Health, 1(2), 29-34.
Zhupankhan, A., Khaibullina, Z., Kabiyev, Y., Persson, K. M., & Tussupova, K. (2021). Health impact of drying aral sea: One health and socio-economical approach. Water, 13(22), 3196.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

University of Sistan and Baluchestan
Journal of Natural Environment Hazards
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

References

References (in English)

Aladin, N. V., Gontar, V. I., Zhakova, L. V., Plotnikov, I. S., Smurov, A. O., Rzymski, P., & Klimaszyk, P. (2019). The zoonosis of the Aral Sea: six decades of fast-paced change. Environmental Science and Pollution Research, 26, 2228-2237.

AghaKouchak, A., Norouzi, H., Madani, K., Mirchi, A., Azarderakhsh, M., Nazemi, A., ... & Hasanzadeh, E. (2015). Aral Sea syndrome desiccates Lake Urmia: call for action. Journal of Great Lakes Research, 41(1), 307-311.

Aladin, N. V., & Plotnikov, I. S. (2008, January). Modern fauna of residual water bodies formed in the place of the former Aral Sea. In Proc. Zool. Inst. RAS (Vol. 312, No. 1-2, pp. 145-154).

Boomer, I., Aladin, N., Plotnikov, I., & Whatley, R. (2000). The palaeolimnology of the Aral Sea: a review. Quaternary Science Reviews, 19(13), 1259-1278.

Bapayeva, G., Issayeva, R., Zhumadilova, A., Nurkasimova, R., Kulbayeva, S., & Tleuzhan, R. (2016). Organochlorine pesticides and female puberty in South Kazakhstan. Reproductive Toxicology, 65, 67-75.

Balmagambetova, A., Abdelazim, I. A., Bekmukhambetov, E., Zhurabekova, G., Yehia, A. H., & AbuFaza, M. (2016). Ovarian parameters and ovarian blood flow of women living in the area of environmental crisis. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 200, 68-71.

Crighton, E. J., Elliott, S. J., van der Meer, J., Small, I., & Upshur, R. (2003). Impacts of an environmental disaster on psychosocial health and well-being in Karakalpakstan. Social science & medicine, 56(3), 551-567.

Cox, H. S., Kubica, T., Doshetov, D., Kebede, Y., Rüsch-Gerdess, S., & Niemann, S. (2005). The Beijing genotype and drug-resistant tuberculosis in the Aral Sea region of Central Asia. Respiratory research, 6, 1-9.

Eimanifar, A., & Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake (northwest Iran): a brief review. Saline systems, 3(1), 5.

Froebrich, J., Bauer, M., Ikramova, M., & Olsson, O. (2007). Water quantity and quality dynamics of the THC—Tuyamuyun Hydroengineering Complex—and implications for reservoir operation. Environmental Science and Pollution Research-International, 14, 435-442.

Gaybullaev, B., Chen, S. C., & Gaybullaev, D. (2012). Changes in water volume of the Aral Sea after 1960. Applied Water Science, 2, 285-291.

Gaybullaev, B., Chen, S. C., & Kuo, Y. M. (2012). Large-scale desiccation of the Aral Sea due to over-exploitation after 1960. Journal of Mountain Science, 9, 538-546.

Gholampour, A., Nabizadeh, R., Hassanvand, M. S., Taghipour, H., Nazmara, S., & Mahvi, A. H. (2015). Characterization of saline dust emission resulted from Urmia Lake drying. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 13, 1-11.

Hesami, A., & Amini, A. (2016). Changes in irrigated land and agricultural water use in the Lake Urmia basin. Lake and Reservoir Management, 32(3), 288-296.

Hu, R., Huang, X., Huang, J., Li, Y., Zhang, C., Yin, Y., ... & Cui, F. (2015). Long-and short-term health effects of pesticide exposure: a cohort study from China. PloS one, 10(6), e0128766.

Haghnazar, H., Johannesson, K. H., González-Pinzón, R., Pourakbar, M., Aghayani, E., Rajabi, A., & Hashemi, A. A. (2022). Groundwater geochemistry, quality, and pollution of the largest lake basin in the Middle East: Comparison of PMF and PCA-MLR receptor models and application of the source-oriented HHRA approach. Chemosphere, 288, 132489.

Izhitskiy, A. S., Zavialov, P. O., Sapozhnikov, P. V., Kirillin, G. B., Grossart, H. P., Kalinina, O. Y., ... & Kurbaniyazov, A. K. (2016). The present state of the Aral Sea: diverging physical and biological characteristics of the residual basins. Scientific reports, 6(1), 23906. DOI:10.1038/srep23906

Igissinov, N., Igissinov, S., Moore, M. A., Shaidarov, M., Tereshkevich, D., Bilyalova, Z., ... & Kozhakhmetov, S. (2011). Trends of prevalent cancer incidences in the Aral-Syr Darya ecological area of Kazakhstan. Asian Pac J Cancer Prev, 12, 2299-303.

Jafari-Khounigh, A., Sadeghi-Bazargani, H., & Haghdoost, A. A. (2022). Public Perception on the Health Consequences of an Environmental Disaster: The Case of Lake Urmia Drying up. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 36.

Krivonogov, S. K., Burr, G. S., Kuzmin, Y. V., Gusskov, S. A., Kurmanbaev, R. K., Kenshinbay, T. I., & Voyakin, D. A. (2014). The fluctuating Aral Sea: A multidisciplinary-based history of the last two thousand years. Gondwana Research, 26(1), 284-300.

Kamalov, Y. (2003). The Aral Sea: problems, legends, solutions. Water science and technology, 48(7), 225-231.

Krapivin, V. F., Mkrtchyan, F. A., & Rochon, G. L. (2019). Hydrological model for sustainable development in the Aral Sea Region. Hydrology, 6(4), 91.

Kunii, O., Hashizume, M., Chiba, M., Sasaki, S., Shimoda, T., Caypil, W., & Dauletbaev, D. (2003). Respiratory symptoms and pulmonary function among school-age children in the Aral Sea region. Archives of Environmental Health: An International Journal, 58(11), 676-682.

Liang Chen, C., Chen, X., Qian, J., Hu, Z., Liu, J., Xing, X., ... & Wei, S. (2021). Spatiotemporal changes, trade-offs, and synergistic relationships in ecosystem services provided by the Aral Sea Basin. PeerJ, 9, e12623.

Lioubimtseva, E. (2015). A multi-scale assessment of human vulnerability to climate change in the Aral Sea basin. Environmental Earth Sciences, 73, 719-729.

Micklin, P. (2016). The future Aral Sea: hope and despair. Environmental Earth Sciences, 75, 1-15.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Micklin, P. (2008). Using satellite remote sensing to study and monitor the Aral Sea and adjacent zone. In Environmental problems of Central Asia and their economic, social and security impacts (pp. 31-58). Springer Netherlands.

Moknatian, M., Piasecki, M., & Gonzalez, J. (2017). Development of geospatial and temporal characteristics for Hispaniola's Lake Azuei and Enriquillo using Landsat imagery. Remote Sensing, 9(6), 510.

Mamyrbayev, A., Dyussembayeva, N., Ibrayeva, L., Satenova, Z., Tulyayeva, A., Kireyeva, N., ... & Yeleuov, A. (2016). Features of malignancy prevalence among children in the Aral Sea region. Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP, 17(12), 5217.

Mamyrbayev, A., Djarkenov, T., Dosbayev, A., Dusembayeva, N., Shpakov, A., Umarova, G., ... & Isayeva, G. (2016). The incidence of malignant tumors in environmentally disadvantaged regions of Kazakhstan. Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP, 17(12), 5203.

Muntean, N., Jermini, M., Small, I., Falzon, D., Fürst, P., Migliorati, G., ... & Kolb, A. (2003). Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the Republic of Karakalpakstan of Uzbekistan. Environmental Health Perspectives, 111(10), 1306-1311.

Micklin, P. (2007). The Aral Sea disaster. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 35, 47-72.

Nezlin, N. P., Kostianoy, A. G., & Lebedev, S. A. (2004). Interannual variations of the discharge of Amu Darya and Syr Darya are estimated from global atmospheric precipitation. Journal of marine systems, 47(1-4), 67-75.

Nayyar, N., Sangwan, N., Kohli, P., Verma, H., Kumar, R., Negi, V., ... & Lal, R. (2014). Hexachlorocyclohexane: persistence, toxicity and decontamination. Reviews on Environmental Health, 29(1-2), 49-52.

Polsky, C., Neff, R., & Yarnal, B. (2007). Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram. Global environmental change, 17(3-4), 472-485.

Pathak, R., Mustafa, M.D., Ahmed, R.S., Tripathi, A.K., Guleria, K. and Banerjee, B.D. (2010). Association between recurrent miscarriages and organochlorine pesticide levels. Clinical biochemistry, 43(1-2), pp.131-135.

Small, I., Van der Meer, J., & Upshur, R. E. (2001). Acting on an environmental health disaster: the case of the Aral Sea. Environmental Health Perspectives, 109(6), 547-549.

Soudi, M., Ahmadi, H., Yasi, M., & Hamidi, S. A. (2017). Sustainable restoration of the Urmia Lake: History, threats, opportunities and challenges. European Water, 60(1), 341-347.

Small, E. E., Sloan, L. C., & Nychka, D. (2001). Changes in surface air temperature caused by desiccation of the Aral Sea. Journal of Climate, 14(3), 284-299.

Trasande, L., & Thurston, G. D. (2005). The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities. Journal of allergy and clinical immunology, 115(4), 689-699.

Tashenova, G., Issayeva, R., Aliakparova, A., Boranbayeva, R., & Sarsenova, L. (2020). Comprehensive assessment of the Aral Sea region children's health conditions. In E3S Web of Conferences (Vol. 159, p. 08005). EDP Sciences. DOI:10.1051/e3sconf/202015908005

Turdybekova, Y. G., Dosmagambetova, R. S., Zhanabayeva, S. U., Bublik, G. V., Kubayev, A. B., Ibraibekov, Z. G., ... & Kultanov, B. Z. (2015). The health status of the reproductive system in women living in the Aral Sea region. Open access Macedonian Journal of Medical Sciences, 3(3), 474.

Whish-Wilson, P. (2002). The Aral Sea environmental health crisis. Journal of Rural and Remote Environmental Health, 1(2), 29-34.

Zhupankhan, A., Khaibullina, Z., Kabiyev, Y., Persson, K. M., & Tussupova, K. (2021). Health impact of drying aral sea: One health and socio-economical approach. Water, 13(22), 3196.

Archive of SID.ir