ISSN: 2645-5145; Political Spatial Planning. 2022;4(4):363- 386

The Effect of Water Crisis on the Destruction of the Foundations of Life; Case study: Land Subsidence in Isfahan Province

ABSTRACT

Iran is geographically located in the dry belt of the earth and this has led to a natural shortage of water. Isfahan province in the center of the country with a long-term average annual rainfall of about 150 mm is also severely limited water resources. Regardless of this, for about half a century, due to various reasons, water consumption in this province, which is mainly due to the establishment of large national industries and their chains, as well as agricultural development and population growth and urbanization, water consumption has increased greatly and lack the appropriateness of water resources and consumption has increased over time. Out of 35 plains of the province, 27 plains are forbidden or critically forbidden. Since no effective practical action has been taken to control this situation, various consumers have tried to compensate part of this mismatch by digging deep and semi-deep wells, both legally and illegally, using underground resources. The lack of replacement of groundwater aquifers and the continuous decline of their water level have caused the phenomenon of subsidence and their permanent destruction, so that even if there are sufficient water resources, these aquifers are no longer able to hold water. This causes the destruction of the most important foundation of the life in subsidence areas, which is the water sources, to be lost forever, which has many environmental, human and political consequences. Currently, subsidence threatens many parts of the province's infrastructure, such as national communication infrastructure such as Shahreza Road near Mahyar, Meshkat Road near Kashan, Bandar Abbas-Tehran Railway near Zavareh, Isfahan-Shiraz Railway near Mahyar and Marvdasht. Isfahan airport as well as other industrial, religious and historical infrastructures such as industrial towns of the province (Jafarabad industrial town of Kashan, Aran and Bidgol); Religious and tourist places (Imamzadeh Agha Ali Abbas, Naqsh Jahan Complex, and historical stairs of the province); Public places Naghsh 11 bsidence is spreading in almost all areas of Isfahan province, which threatens the survival of the province in various dimensions and it is necessary to think of serious practical measures in this area.

ARTICLE INFO

Article Type
Research Article

Authors
[1] Mehrdad Bagher.
*[2] Hossein Mokhtari Hashi. Ph.D.**
[3] Amir Gandomkar. Ph.D.
[4] Ahmad Khademolhosseini. Ph.D.

[1] PhD Student of Political Geography, Department of Geography, Najafabad branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
[2] Assistant Professor of Political Geography, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
[3] Associate Professor of Climatology, Department of Geography, Najafabad branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
[4] Associate Professor of Geography and Urban Planning, Najafabad branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

Correspondence*
Faculty of Geography, University of Isfahan, Hezarjerib Street, Isfahan, Iran.
Email:*h.mokhtari@geo.ui.ac.ir*

Article History
Received: 26. 4.2021
Accepted: *09.07.2022*

Keywords: Water Crisis, Foundations of Life, Groundwater Aquifers, Subsidence, Isfahan Provinc.

Copyright© 2022, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution- NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

تاثیر بحران آب بر تخریب بنیادهای زیستی؛ مورد مطالعه: فرونشست زمین در استان اصفهان

مهرداد باقری

دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

حسین مختاری هشی* .Ph.D

استادیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

امیر گندمکار

دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

احمد خادم الحسینی .Ph.D

دانشیار جغرفیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

چکیده

ایران از نظر موقعیت جغرافیایی در کمربند خشک کره زمین قرار گرفته است و این امر کمبود طبیعی آب را در پی داشته است. استان اصفهان در مرکز کشور با میانگین بلند مدت بارش سالانه حدود ۱۵۰ میلی‌متر دچار محدودیت شدید منابعی آب است ولی بدون توجه به این امر از حدود نیم قرن گذشته مصرف آب در استان افزایش بسیار زیادی داشته است که به مرور زمان موجب تشدید عدم تناسب منابع و مصارف آب شده است. این امر باعث شده است تا مصرف‌کنندگان مختلف با حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق چه به صورت مجاز و چه غیر مجاز سعی در جبران بخشی از این عدم تناسب با استفاده از منابع آب زیرزمینی نمایند. این رویه باعث شده است تا از مجموع ۳۵ دشت استان، ۲۷ دشت در وضعیت ممنوعه و یا ممنوعه بحرانی قرار گیرند. تخلیه مداوم منابع آب‌های زیرزمینی و عدم تجدید آنها باعث افت سطح آنها و سپس بروز پدیده فرونشت شده که به معنی تخریب دائمی سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد. به‌طوری که حتی در صورت وجود منابع آب کافی، این سفره‌ها دیگر قادر به نگهداری آب نمی‌باشند. این مسئله موجب می‌شود تا برای همیشه مهمترین بنیاد زیستی محل وقوع فرونشت‌ها که همان منابع آب است، از بین برود که به دنبال آن تبعات زیست محیطی، انسانی و سیاسی فراوانی بروز پیدا می‌کند. علاوه بر آن، در حال حاضر پدیده فرونشست بخش‌های زیادی از زیرساخت‌های استان را تهدید می‌کند که به‌عنوان مثال می‌توان به زیرساخت‌های ارتباطی ملی نظیر جاده شهرضا در نزدیکی مهیار، جاده مشکات در نزدیکی کاشان، راه‌آهن بندرعباس- تهران در نزدیکی زواره، راه‌آهن اصفهان- شیراز در نزدیکی مهیار و مرودشت، فرودگاه اصفهان و همچنین سایر زیرساخت‌های صنعتی و مذهبی و تاریخی نظیر شهرک‌های صنعتی استان (شهرک صنعتی جعفرآباد کاشان، آران و بیدگل)؛ اماکن مذهبی و گردشگری (امامزاده آقا علی عباس، مجموعه نقش‌جهان، پل‌های تاریخی استان)؛ اماکن عمومی (ورزشگاه نقش‌جهان، مسکن مهر حبیب‌آباد) اشاره کرد. پژوهش حاضر به روش توصیفی- تحلیلی پدیده فرونشست زمین را با توجه به گستردگی، اهمیت و کشیده شدن دامنه آن به بافت مناطق مسکونی در استان اصفهان را به‌عنوان یکی از پیامدهای بحران آب، مورد بررسی قرار داده است و به دنبال نشان دادن ابعاد و تبعات گسترده این پدیده می‌باشد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد این پدیده تقریبا در تمام مناطق استان اصفهان در حال گسترش می‌باشد و نه تنها زیرساخت‌های ملی و استانی را تهدید می‌کند بلکه با از بین رفتن یکی از مهمترین بنیادهای زیستی یعنی سفره‌های زیرزمینی آب، و ادامه حیات در استان را در ابعاد گوناگون تهدید می‌نماید و لازم است تدابیر عملی جدی در این حوزه اندیشیده شود.

کلمات کلیدی: بحران آب، بنیادهای زیستی، سفره‌های آب زیرزمینی، فرونشست، استان اصفهان.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۴/۱۸

نویسنده مسئول: h.mokhtari@geo.ui.ac.ir

مقدمه

آب عنصر اساسی حیات است و بیش از ۷۰ درصد سطح زمین را پوشانده است ولی با این وجود کمتر از ۱ درصد منابع آب برای انسان‌ها در دسترس و قابل استفاده است. توزیع آب در جهان نیز بسیار نامتعادل است و با اقلیم ارتباط زیادی دارد. عواملی نظیر افزایش جمعیت، صنعتی شدن و گسترش شهرنشینی، توسعه بیشتر و ... موجب مصرف بیشتر آب می‌شود که در صورت عدم تناسب مصرف با منابع مسئله بحران آب پدید می‌آید. بحران آب موجب فشار فزاینده بر منابع آب شده و تبعات گوناگون اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، زیست‌محیطی و... به‌دنبال دارد. ایران به دلیل موقعیت خود در کمربند خشک کره زمین دچار محدودیت منابع آب است و میزان بارش آن تقریبا یک سوم میانگین جهانی می‌باشد. اگرچه استان اصفهان در

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

مرکز کشور و جزو مناطق خشک و و نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شود، ولی بدون توجه به محدودیت‌های منابع آبی در چند دهه گذشته از جنبه‌های فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی، شهرنشینی رشد شتابانی داشته است که این امر موجب مصرف فزاینده آب شده و علی رغم طرح‌های انتقال آب به استان از حوضه‌های مجاور، مصرف آب بسیار فراتر از منابع موجود بوده است که از حدود دو دهه قبل آثار آن در قالب بحران آب نمایان شده است. دست‌اندازی به حقابه‌های محیط زیست و روی آوردن به استفاده مفرط از منابع آب زیرزمینی از گزینه‌های آسان برای تخفیف آثار و تبعات بحران آب بوده است که این امر به نوبه خود موجب بروز بحران‌های زیست محیطی شده است. فرونشست زمین اگرچه در تمامی شرایط اقلیمی دیده می‌شود اما در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای بیشترین پراکندگی است. پارامترهای اقلیمی از عوامل مهم تاثیرگذار در این پدیده می‌باشند. بارش ناچیز، دمای بالا و نیاز آبی دشت‌ها و شهرها، منجر به استخراج بیش‌ازحد آب زیرزمینی می‌گردد. بنابراین مخاطره فرونشست در این مناطق به مقدار زیاد مرتبط با استخراج بی‌رویه و درازمدت از آب‌های زیرزمینی است [۳۶]. یکی از مشکلات مهم در ارتباط با برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های آب زیرزمینی افت سطح آب و متراکم شدن لایه‌ها و رسوبات است. افزایش روز افزون بهره برداری از این نوع آب‌ها به‌ویژه در حوضه‌های که با نهشته‌های آبرفتی انباشته شده‌اند به نشست زمین منجر می‌شود [۱۴]. فرونشست زمین ازجمله چالش‌هایی است به دنبال بحران آب بروز و ظهور یافته است و استان اصفهان را تهدید می‌کند که علی‌رغم اهمیت و ابعاد آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بهره برداری بی‌رویه طی دهه‌های اخیر باعث بروز کسری مداوم مخزن سفره‌های آب زیرزمینی شده است. فرونشست زمین در استان اصفهان از آن جهت اهمیت دارد که دامنه آن به درون شهرها و مناطق مسکونی و از جمله شهر اصفهان که از نظر تاریخی برای کشور اهمیت دارد سرایت کرده است. اگرچه این پدیده فی‌نفسه با تخریب سفره‌های آب زیرزمینی موجب تضعیف بنیادهای زیستی در یک منطقه می‌شود که احیاء آن تقریبا غیرممکن است، جدای از آن بعضی از مطالعات در سطح جهان نشان از تاثیر پدیده پایین رفتن سطح آب و فرونشست بر روی فعالیت گسل‌ها در بعضی مناطق بوده است. فرونشست نمی‌تواند اصفهان را ناگهان به شهری زلزله خیز تبدیل کند اما می‌توان گفت که خسارات زلزله با وجود فرونشست می‌تواند افزایش پیدا کند و در منطقه‌ای که درگیر فرونشست باشد وقوع زلزله ممکن است آسیب‌های بیشتری را به‌دنبال داشته باشد. بنابراین پدیده فرونشست می‌تواند از جهات مختلفی تاثیرات مخرب بر استان داشته باشد و حتی با تهدید زیرساخت‌های ملی نظیر ارتباطات و صنایع و بنگاه‌های اقتصادی مادر که در استان واقع هستند، می‌تواند کل کشور را تحت تاثیر قرار دهد. لذا با توجه به اهمیت این پدیده، شناخت ابعاد، گستره و تبعات آن بسیار ضروری است و پژوهش حاضر به دنبال تا پدیده فرونشست در استان اصفهان را به‌عنوان یکی از تبعات بحران آب مورد بررسی قرار دهد و آثار و تبعات آن را بیان نماید.

روش تحقیق

پژوهش حاضر با روش توصیفی – تحلیلی بوده و گردآوری اطلاعات با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و سایت‌های اینترنتی و مراجعه حضوری به ادارات و سازمان‌های مرتبط انجام شده است. همچنین تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به شیوه کیفی و استنتاج بوده است.

پیشینه تحقیق

براساس اطلاعات کارگروه فرونشست در سازمان یونسکو، قدیمی‌ترین فرونشست شناخته شده در ایالت آلاباما‌ی آمریکا در سال ۱۹۰۰ میلادی به وقوع پیوسته است. این کارگروه بررسی‌های تفصیلی بر روی ۴۲ فرونشست در ۱۵ کشور جهان انجام داده است. از حدود سال ۱۹۶۵، یونسکو اولین برنامه جهانی خود را برای چرخه‌های آب‌شناختی با عنوان دهه جهانی آب‌شناسی آغاز نمود که در سال‌های بعد مطالعه فرونشست‌ها به یکی از موضوع‌های اصلی آن تبدیل گشت. از آن تاریخ تا به امروز بررسی‌های بیشتری در این زمینه در کشورهای ایالات متحده، آلمان، چین و ژاپن انجام شده است که نتیجه آن کنترل شدید مصرف آب و تغییر در الگوی مصرف و توقف فرونشست‌ها در بسیاری از موارد بوده است. بحث فرونشست زمین ناشی از گسترش سکونتگاه‌ها به دلیل افزایش جمعیت

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

کره زمین در قرن گذشته و به‌ویژه چندین دهه اخیر در بیشتر کشورها به‌ویژه کشورهای با شرایط توپوگرافی دارای مناطق پست و هموار مورد توجه خاص قرار گرفته است. عوامل متعددی از جمله برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی بیش از حد جایگزینی ناشی از نزولات جوی در دشت‌ها در کنار عوامل دیگری ازجمله وزن سازه‌ها، دست‌کاری در طبیعت و مواردی از این قبیل موجبات فرونشست در دشت‌های مجاور سکونتگاه‌ها را فراهم نموده است. اثرات دست‌کاری و دخالت انسان در طبیعت به آن حد زیاد بوده که حتی در مناطق سیل‌خیز جهان، هم‌زمان با سیلاب‌های گسترده فرونشست نیز اتفاق می‌افتد [۳۸]. آبیدین به پایش نشست جاکارتا اندونزی با استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر برداشت دائمی اطلاعات مکانی از طریق GPS پرداخت [۲۸]. همچنین مطالعات گسترده‌ای با توجه به فناوری‌های نوین ارائه شده در خصوص شناسایی میزان فرونشست مناطق مختلف به‌ویژه در گرفته است. ازجمله این فناوری‌ها می‌توان به مطالعه تصاویر ماهواره‌ای Instar و دیگر فناوری‌های در حوزه ژئودزی اشاره نمود [۳۵]. درخصوص علل رخداد فرونشست در مناطق مختلف دنیا نیز مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. در این مطالعات استخراج بیش‌ازحد مجاز آب زیرزمینی، توسعه ساخت‌و ساز در مناطق با ساختارهای سست، سنگین سازی سازه‌ها و فعالیت‌های زمین ساختی موثر از جمله مهم‌ترین عوامل مهم در ایجاد فرونشست در دشت‌های نزدیک به سکونتگاه‌های انسانی معرفی شده‌اند [۳۹، ۴۱ و ۴۸]. در ایران نیز مطالعات متعددی در خصوص فرونشست زمین در دشت‌های مختلف صورت گرفته است. ازجمله مهم‌ترین این مطالعات، می‌توان به پژوهش صورت گرفته توسط سازمان زمین شناسی کشور در دشت ورامین اشاره نمود که نتایج این طرح حاکی از فرونشست ده‌ها سانتیمتر در طول یک سال بود. نخستین بررسی‌های علمی در جهت تعیین نرخ فرونشست در ایران از حدود دو دهه قبل در دشت رفسنجان آغاز گردید که نتایج این مطالعه حاکی از بالاترین سابقه نرخ فرونشست بود [۱۵]. به‌طورکلی از مجموعه قریب به ۶۰۰ دشت کشور، احتمال می‌رود بیش از نیمی از آن‌ها در معرض فرونشست باشند؛ مطالعات منتشر شده موید انجام تحقیقات در تنها ۱۸ دشت کشور ازجمله دشت‌های رفسنجان، کرمان- زنگی‌آباد و زرند در استان کرمان [۴۷]، اردکان و یزد در استان یزد [۶]، مشهد، نیشابور و کاشمر- بردسکن در استان خراسان رضوی [۲۳]، قرچک ورامین- تهران، اسلامشهر و هشتگرد در استان تهران [۱۶ و ۱۸]، دو دشت سلماس و مرند در آذربایجان به‌عنوان دشت‌های مهم ایران از لحاظ میزان آسیب پذیری حداکثری در خصوص فرونشست مشخص شدند [۹].

مبانی نظری

آب و توسعه پایدار

آب عامل ایجاد تمدن و تجمع بشری و مایه حیات است، از این‌رو نه‌تنها نیازهای جسمانی بلکه به‌جرات می‌توان گفت کمتر فعالیتی وجود دارد که آب در آن کاربرد نداشته باشد. آب اصلی‌ترین نیاز برای بقای بشر است و کمبود آن نیز می‌تواند همواره باعث ایجاد خطر شود. بنابراین حساسیت بالا و محدود بودن منابع آبی باعث شده است که به‌عنوان یک چالش اصلی در توسعه و ثبات مطرح باشد. برخی از صاحب نظران تازه‌ترین جنبه امنیت ملی را امنیت منابع محیطی می‌دانند و در تحلیل ریشه‌های درگیری در مقایسه با ملاحظات مربوط به امنیت محیط زیست، بر مسئله امنیت منابع تاکید بیشتری دارند [۲۵]. آب یکی از عناصر اصلی محسوب می‌شود و اهمیت آب در توسعه پایدار از دو جنبه مطرح است؛ اول اینکه مایه حیات و سلامتی انسان‌ها و در بسیاری موارد تامین کننده معیشت افراد و خانوارها می‌باشد و از سوی دیگر چالش‌های بسیاری ناشی از وقایع طبیعی با منشا آب نظیر سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها انسان‌ها را تهدید می‌کند. دستیابی به توسعه پایدار بدون در نظر گرفتن توسعه آب اگر ناممکن نباشد، بسیار مشکل خواهد بود. دستیابی به اهداف توسعه پایدار و غلبه بر مشکلات ویژه و چالش‌های بخش آب، نیازمند سرمایه گذاری در زیرساخت‌های منابع آب و ارتقای مدیریت منابع آب است [۲۴]. امروزه توجه به تاثیرات آب بر عوامل سیاسی، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، مدیریت منابع آب را به عاملی مهم در دستیابی به توسعه پایدار تبدیل ساخته است. با توجه به اهمیت توسعه پایدار، کمّی کردن این مفهوم توسط شاخص‌های کلان مدیریت پایدار منابع آب و با در نظر گرفتن ملاحظات اکوسیستمی، اقتصادی و اجتماعی صورت می‌گیرد. توسعه پایدار

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

نیازمند یک روش فکری چند بعدی است که وابستگی‌های بین طبیعت، اجتماع و سیستم‌های زیستی را در نظر می‌گیرد، توسعه پایدار در منابع آب به ترتیب زیر عمل می‌کند:

شامل سیاست‌ها برنامه‌ها و فعالیت‌هایی است که برابری و مساوات در دسترسی به آب را بهبود می‌بخشد؛ قبل از اینکه رفتار اکوسیستم به‌طور پیش‌بینی نشده تغییر کند، حدود مرزهای مصرف آب را شناسایی کرده و تشخیص می‌دهد؛ شاخص‌هایی در سطوح مختلف چون جهانی، ملی، منطقه‌ای و محلی را ارزیابی می‌کند؛ مدیران را به چالش فرا می‌کند تا آینده را در نظر بگیرند و به‌طور کامل اثرات تصمیم‌های امروز خود را بر روی زندگی و معیشت نسل‌های آینده و همین‌طور اکوسیستم‌های طبیعی که با آن در ارتباط خواهند بود را درک کرده و مورد ارزیابی قرار دهند [۲۰].

آب و محیط‌زیست

در ماده ۲۴ حقوق کودک و نیز در ماده ۱۴ حقوق منع تبعیض علیه زنان بیان و تصدیق شده که آب حق مستقل است. حق بر آب اگرچه یک حق اساسی بشر است ولی در کنار ملازمه آن با حق حیات، حق بهداشت و غذا خود می‌تواند گویای حق بر محیط زیست سالم باشد. پس لازمه بهره مندی همگانی از حق بر آب آن است که محیط زیست از سلامت و تعادل زیست بومی برخوردار باشد و درواقع حق بر محیط زیست سالم مراعات گردد. تغییر اقلیم می‌تواند از طریق تاثیر بر روی چرخه هیدرولوژیکی بر روی الگوهای بارش و کمیت و کیفیت آب اثر گذارد. اخیرا در گزارش کمیسیون شورای عالی حقوق بشر و به دنبال تصمیم شماره ۲/۲۰۴، شورای حقوق بشر سازمان ملل متحد محدوده و تعهداتی را برای کشورها در خصوص آب شرب سالم و بهداشتی مشخص ساخته است. بر اساس ماده ۱۲ حقوق مدنی و سیاسی و حقوق اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی حقوق بشر حق آب را چنین بیان نموده است «دسترسی براساس عدالت و بدون تبعیض به مقدار کافی از آب سالم برای خوردن و مصارف خانگی برای هر شخص جهت نیل به زندگی پایدار و سالم» [۸]. فعالیت‌های مربوط به توسعه منابع آب تغییراتی را در محیط زیست به دنبال دارد. اثرات زیست محیطی سیستم‌های توسعه منابع آب در ضمن مفید بودن می‌تواند مضر هم باشند. کمبود آب به‌عنوان مهم‌ترین عنصر و منبع زیستی طبیعت، عامل تهدیدکننده محیط زیست و زمینه بحران‌های زیست محیطی و اجتماعی است. زیرا این منبع زیستی سرچشمه همه فعالیت‌های انسان است و کمبود آن بر همه جنبه‌های زندگی انسان تاثیر مستقیم دارد [۵۱]. مداخلات بشر در رودخانه‌ها ازجمله احداث سدهای مخزنی و انحرافی، برداشت آب برای کشاورزی و تامین آب برای شرب، کارکردهای زیستی رودخانه‌ها را دگرگون می‌کند. پس تنظیم جریان‌های رودخانه برای نیازهای انسانی باید با حفظ جریان‌های ضروری وابسته به خدمات زیستی متوازن شود [۳۳]. کمبود آب تاثیرات منفی زیادی بر روی دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، حوضچه‌ها، تالاب‌ها و سایر منابع آب شیرین می‌گذارد. کمبود آب از چندین طریق ازجمله افزایش شوری، آلودگی مواد مغذی و از بین رفتن سیلاب‌ها و تالاب‌ها به محیط زیست آسیب می‌رساند. بیش از نیمی از تالاب‌های زمین طی ۱۰۰ سال گذشته نابود و ناپدید شده‌اند. این تالاب‌ها تنها به این دلیل اهمیت دارند که زیستگاه‌های بسیاری از گونه‌های جانوری همانند پستانداران، پرندگان، ماهی‌ها، دوزیستان و بی‌مهرگان می‌باشند. بحران محیط زیست با وجود اهمیت جهانی، هنوز در مقایسه نسبت به تنگناها و مسائل دیگر، نتوانسته جایگاه شایسته‌ای در ساختار مدیریت سیاسی جهانی، ملی و محلی به خود اختصاص دهد [۲۱]. حق‌آبه زیست محیطی رژیم آبی است که در رودخانه، تالاب و مناطق ساحلی ایجاد می‌شود تا اکوسیستم حفظ شده و فواید آن در جایی که مصارف مختلف آب وجود داشته و جریان متعادل است تامین گردد. هدف از جریان محیط زیست ایجاد رژیم جریانی مناسب از لحاظ کیفیت، کمیت و زمان‌بندی برای پایداری سلامت رودخانه‌ها و دیگر اکوسیستم‌های آبی می‌باشد و همچنین برای دستیابی به اکوسیستم پایدار رودخانه به‌منظور مقاصد خاص و استفاده از سرویس‌ها و فواید آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴۴]. در توسعه و استفاده از منابع آب رودخانه و تالاب اولویت بایستی به احقاق نیازهای اصلی و حفظ اکوسیستم داده شود. نحوه مصرف آب بایستی به‌صورتی باشد که توانایی جامعه بشری را در راستای تداوم حیات و پیشرفت در آینده نامحدود

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

تامین نموده و تداخلی با ساختار سیکل هیدرولوژی و اکوسیستم‌های مرتبط با آن ایجاد ننماید.

بهره‌برداری بی‌رویه از سفره‌ها و منابع آب زیرزمینی

سفره زیرزمینی یا آبخوان قسمتی از پوسته زمین است که خلل و فرج سنگ‌های آن از آب اشباع‌شده باشد. معمولا منافذ سنگ‌ها براثر بارندگی‌های ممتد از آب پرشده و با رسیدن به سطح غیرقابل تراوشی مانند سنگ‌های رسی در همان‌جا متوقف می‌گردد و به شکل چشمه‌های مختلفی در سطح زمین آشکار می‌شود. بدیهی است متناسب با خارج شدن آب از این چشمه‌ها سطح آب‌های زیرزمینی افت کرده و پایین می‌رود. قاعدتا سطح آب‌های زیرزمینی در فصل‌های مرطوب بالا آمده و برعکس در فصل‌های خشک پایین می‌رود ولی هیچ‌گاه از سطح معینی بالاتر یا پایین‌تر نخواهد رفت. پایین‌ترین سطح آب زیرزمینی هر منطقه را سطح آب دائمی آن منطقه می‌نامند. آبخوان در لایه‌های تحکیم نیافته (گراول، ماسه و سیلت) یا در سنگ‌های دارای درز و شکاف ایجاد می‌شود این آب می‌تواند از طریق چاه بهره برداری شود [۷]. منابع آب زیرزمینی، عظیم‌ترین منابع آب شیرین دنیا هستند که به‌راحتی در دسترس بهره برداران قرار دارد. از نیم قرن گذشته تاکنون، آب‌های زیرزمینی به یک منبع حیاتی آب برای تامین نیازهای آبی تبدیل شده است. امروزه بیشتر از نیمی از جمعیت دنیا به آب زیرزمینی برای رفع نیازهای اولیه‌شان وابسته هستند. در اروپا حداقل ۷۵ درصد آب شرب از منابع آب‌های زیرزمینی تامین می‌شود و در بعضی کشورها مانند اتریش، کرواسی، دانمارک و ایتالیا این میزان به بیش از ۹۰ درصد می‌رسد [۳۲]. در آمریکا منابع آب زیرزمینی به‌طور تقریبی نیمی از آب آشامیدنی را فراهم می‌کند که در مناطق روستایی به بیش از ۹۷ درصد می‌رسد [۳۴]. نگرانی در زمینه دسترسی به آب‌های زیرزمینی کاملا قابل توجیه است، زیرا این منابع حدود ۳۱ درصد از کل آب شیرین دنیا را تشکیل می‌دهند. تنها ۰/۳ درصد از آب شیرین، از محل رودخانه‌ها و دریاچه‌ها تامین می‌شود و حدود ۶۹ درصد دیگر دور از دسترس و در یخچال‌ها، پوشش برفی ماندگار و اتمسفر ذخیره می‌شود [۴۹]. آب زیرزمینی امروزه یکی از منابع مهم تامین آب برای اکثر شهرها و صنایع موجود در آن‌ها و مصارف کشاورزی می‌باشد. این ذخیره زیرزمینی محدود می‌باشد، لذا بایستی به‌طورمعمول مورد بهره برداری قرار گیرد و از استفاده‌های غیرضروری جلوگیری به عمل آید و از کاهش کیفیت آن‌ها تا حد امکان ممانعت گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقادیر منابع آب موجود در جهان محدود بوده و سهم اندک آب‌های زیرزمینی به‌عنوان منابع آب شیرین قابل استحصال، لزوم توجه کمی و کیفی آن منبع گران‌بها را بیش‌ازپیش روشن می‌سازد [۳۰]. در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان، برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالانه آن‌ها بیشتر است. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آبدار زمین ذخیره شده و با انجام این کار، سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه روزبه‌روز افت کرده و سرانجام به‌جایی خواهد رسید که آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. پایین افتادن سطح آب‌های زیرزمینی به معنای خشک شدن مناطق پایین‌دست (مناطق با ارتفاع کمتر که آب جاری در لایه‌های آبدار تحت اثر جاذبه به سمت آن‌ها جریان می‌یابند) و از بین رفتن چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌های آن است [۳۷]. افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی همچون خشک شدن چاه‌های آب، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب و همچنین فرونشست زمین را به دنبال دارد. اما برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، خسارات جبران ناپذیری به ذخیره آب‌های زیرزمینی و هم‌چنین خاک وارد کرده است، به‌طوری‌که حفر چاه‌های عمیق در بسیاری از مناطق، موجب پایین رفتن شدید آب شیرین و بالا آمدن آب شور شده است [۴۰و۵۳].

بحران آب و محیط زیست

وضعیتی که میزان منابع آب در دسترس از میزان تقاضا در یک ناحیه یا یک منطقه جغرافیایی کمتر باشد و آن میزان منابع آب در دسترس نتواند پاسخگوی نیازهای بشر اعم از کشاورزی، صنعت و شرب باشد به آن بحران آب گفته می‌شود. به بیان ساده‌تر زمانی که در یک حوضه آبریز میزان آب در دسترس کمتر از میزان تقاضای آب در آن منطقه باشد [۱۷]. بحران آب به وضعیتی اطلاق می‌شود که مشکل دسترسی به آب وجود

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

داشته باشد. با افزایش جمعیت، بسیاری از کشورهای جهان در حال حاضر در وضعیت بحران آب قرار دارند یا در سال‌های آینده در جرگه کشورهای بحرانی قرار خواهند گرفت. بحران آب در جهان تنها شامل منطقه غرب آسیا نیست، بلکه بسیاری از کشورهای دیگر در سایر مناطق جهان نیز گرفتار این بحران خواهند شد [۱۰]. در سرتاسر جهان، منابع آب شیرین در طی دهه گذشته به دلیل افزایش جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی و درنتیجه افزایش آن‌ها در تخصیص آب، کمیاب‌تر شده‌اند [۴۶].

بحران زیست محیطی عبارت است از بدتر شدن وضعیت و از بین رفتن محیط زیست به‌صورت قابل توجه، ناخواسته و غیرقابل برگشت و با سرعت زیاد که منجر به کاهش معنی‌دار آسایش و رفاه می‌گردد. بنابراین مواردی چون کاهش آرام در شمار گونه‌های موجودات زنده در سراسر جهان شامل این تعریف نمی‌شود. همان‌گونه که گفته شد تغییرات زیست محیطی که بر آن‌ها نام بحران اطلاق می‌شود باید ناخواسته باشند. تغییرات چشم‌گیر و عامل غیرمترقبه بودن نیز باعث می‌گردد که بحران به‌عنوان یک منبع غم‌انگیز شناخته شود. در میان مواردی که بحران زیست محیطی نامیده می‌شوند بسیاری ارزش مطالعه دارند ولی بحران حقیقی به‌حساب نمی‌آیند. در میان عوامل مفهوم بحران، عنصر برگشت ناپذیری نیز مهم است. اگر منابع در طبیعت سریع تجدید شوند، ملاحظه این نکته که چگونه یک خطر یا خطرات در محیط زیست می‌توانند بیشترین نگرانی را به خود اختصاص داده و از ریسک بیشتری برخوردار باشند مشکل است. اما اگر بازیابی به‌اندازه یک قرن یا حتی بیشتر زمان ببرد موضوع کاملا متفاوت است. نهایتا تغییر ناشی از بحران در محیط زیست باید کاهش معنی‌داری در آسایش و راحتی ایجاد کند. بنابراین مقیاس تخریب نمی‌تواند محدود باشد [۴۵ و ۵۰]. بحران زیست محیطی تنها در چارچوب مناسبات دولت‌ها و بین کشورها محدود نمی‌شود و در سطح داخلی کشورها بین گروه‌های قومی، ایالت‌ها و بعضا در سطح تقسیمات کشوری برای به دست گرفتن منابع کمیاب مانند آب، کشمکش و ستیز وجود دارد. از این‌رو، اهمیت منابع و سرمایه‌های طبیعی و انسانی و ضرورت حفظ تعادل‌های اکولوژیک، توسعه پایدار و ارتباط آن با مسائل امنیتی و سیاسی، رقابت و ستیز بازیگران سیاسی به‌ویژه دولت‌ها را به همراه داشته است. در این میان کمبود آب، یعنی مهم‌ترین عنصر و منبع زیستی طبیعت، عامل تهدیدکننده محیط زیستی در زمینه بحران‌های زیست محیطی و اجتماعی است، زیرا این منبع زیستی سرچشمه همه فعالیت‌های انسان است و کمبود آن بر همه جنبه‌های زندگی انسان تاثیر مستقیم دارد [۵۱].

شیوه‌های تعامل بهره کشانه انسان از محیط جغرافیایی در کاهش، کمبود، تخریب و آلودگی منابع زیستی به تغییرات محیطی و بحران محیطی انجامیده است. بحران زیست محیطی ازجمله بحران‌هایی است که در نتیجه بهره‌کشی از طبیعت به وجود می‌آیند و جوامع انسانی و نظام‌های سیاسی را به واکنش وا می‌دارد. همچنین، بحران‌های محیطی از پیامدهای گسترش اقتصاد جهانی مبتنی بر صنعت و فناوری است که صاحبان آن با رفتارهای اکوفاشیستی و خود در پیدایش و رشد نابسامانی‌های زیست محیطی برای قدرت بیشتر و مدیریت بر جوامع انسانی و استثمار آن‌ها سهیم بوده‌اند [۲۲]. برخی از پیامدهای زیست محیطی را می‌توان از جمله: افزایش فرونشست زمین؛ خشک‌سالی‌های پی‌درپی؛ افزایش پدیده بیابان‌زایی؛ شور شدن ذخائر آبی؛ از بین رفتن تالاب‌ها؛ افزایش آلودگی آب؛ رواج تغییر کاربری زمین؛ به وجود آمدن ریز گردها و... نام برد.

فرونشست زمین

فرونشست یک معضل جهانی است؛ در مقیاس جهانی، خطر فرونشست زمین براثر افت سطح آب در بین مهروموم‌های ۱۹۵۰–۱۹۷۰ که هم‌زمان با صنعتی شدن و رشد شهرنشینی است به اوج خود رسید [۵۲]، مطالعات انجام شده در کشورهای جهان نشان داده است که فرونشست زمین ناشی از جابه‌جایی شن و ماسه‌های ریز در اثر جریان آب‌های زیرزمینی می‌باشد [۴۳]. فرونشست زمین برابر تعریف ارائه شده توسط یونسکو عبارت است از فرو ریزش یا نشست سطح زمین که به دلایل متفاوتی در مقیاس بزرگ رخ می‌دهد. به‌طور معمول این اصطلاح به حرکات قائم و رو به پایین سطح زمین که می‌تواند با بردار افقی نیز همراه باشد، گفته می‌شود. پدیده یاد شده، زمین لغزش را به دلیل اینکه حرکت آن‌ها دارای بردار افقی قابل توجهی می‌باشد و همچنین نشست در خاک‌های دستی را

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

شامل نمی‌شود [۳۱]. فرونشست اگرچه در تمامی شرایط اقلیمی دیده می‌شود اما در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای بیشترین پراکندگی است. پارامترهای اقلیمی از عوامل مهم تاثیرگذار در این پدیده می‌باشند. بارش ناچیز، دمای بالا و نیاز آبی دشت‌ها و شهرها، منجر به استخراج بیش‌ازحد آب زیرزمینی می‌گردد. بنابراین وقوع مخاطره فرونشست در این مناطق به مقدار زیاد مرتبط با استخراج بی‌رویه و درازمدت از آب‌های زیرزمینی است [۳۶]. یکی از مشکلات مهم در ارتباط با برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های زیرزمینی افت سطح آب و متراکم شدن لایه‌ها و رسوبات است. افزایش روزافزون بهره برداری از این نوع آب‌ها به‌ویژه در حوضه‌های که با نهشته‌های آبرفتی انباشته شده‌اند به نشست منجر می‌شود [۱۴]. بیشترین گزارش‌ها از سراسر جهان در ارتباط با پدیده فرونشست زمین مربوط به نقاط خشک و کم باران بوده است. این پدیده درگذشته در بسیاری از نقاط دنیا مانند ایالت آریزونا و کالیفرنیای آمریکا، شهرهای اوزاکا و توکیو در ژاپن، ونیز در ایتالیا، بانکوک در تایلند، جاکارتا در اندونزی، کلکته در هندوستان و مکزیکوسیتی در مکزیک گزارش شده است [۴۲]. جدول ۱ ویژگی‌های اثرات فرونشست زمین را نشان می‌دهد.

جدول ۱: ویژگی‌های اثرات فرونشست زمین

دسته‌بندی	شکل اثرگذاری	شیوه اثرگذاری
زیربنایی	شکاف در ساختمان‌ها و معابر،کج شدن ساختمان‌ها، شکستن خطوط لوله زیرزمینی ازکارافتادن سیستم فاضلاب و زهکش‌ها، تضعیف عملکرد ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها	مستقیم غیرمستقیم
محیطی	تغییر در کانال رودخانه و سیستم‌های تخلیه جریان، سیلاب‌های ساحلی مکرر، گسترش وسیع مناطق سیل گیر، آب‌گرفتگی مناطق و زیرساخت‌ها، افزایش نفوذ آب دریا به داخل، تنزل کیفیت شرایط محیطی	غیرمستقیم
اقتصادی	افزایش هزینه نگهداری زیرساخت‌ها، کاهش ارزش زمین و اموال، ساختمان‌ها و امکانات رها شده، اختلال در فعالیت‌های اقتصادی	غیرمستقیم
اجتماعی	تنزل در کیفیت محیط زندگی (بهداشت و شرایط بهداشتی)، اختلال در فعالیت‌های روزمره مردم	غیرمستقیم

منبع: [۲۹]

یافته‌های تحقیق

وضعیت اقلیمی استان اصفهان

استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۴۵ کیلومتر مربع (معادل ۶,۵۷ درصد از مساحت کشور) بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی در بخش مرکزی ایران در جلگه‌ای حاصلخیز واقع شده و از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از مشرق به استان‌های یزد و خراسان جنوبی و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود می‌شود. براساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۵ استان اصفهان دارای ۲۴ شهرستان، ۵۲ بخش، ۱۱۰ شهر و ۱۲۷ دهستان و جمعیتی بالغ بر ۵,۱۲۰,۸۵۰ نفر (با حدود ۶,۵ درصد جمعیت کشور)، رتبه سوم پرجمعیت‌ترین استان کشور می‌باشد. استان اصفهان در سه دهۀ گذشته به واسطۀ تحولات اقتصادی ناشی از سرمایه گذاری‌های بزرگ ملی و توسعه یافتگی، جمعیت غیربومی قابل توجهی را از سایر استان‌ها و حتی کشورهای دیگر به سوی خود جذب کرده است. به علاوه، رشد تولید محصولات کشاورزی و وجود خدمات نسبتا مناسب در تمامی زمینه‌ها از مهم‌ترین عوامل رشد جمعیت استان بوده است. جمعیت موجود در استان اصفهان در تمامی نواحی به یک میزان پراکنده نشده‌اند. استان اصفهان همانند بیشتر مناطق کشور تحت تاثیر اقلیم مدیترانه‌ای در منطقه مرکزی ایران با آب‌و هوای نسبتا خشک و نیمه خشک قرار دارد [۱۲].

توزیع ناهمگون زمانی و مکانی بارش به‌عنوان عامل تولید آب، سبب شده تا حوضه‌های آبریز مختلف کشور ازنظر امکانات

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

منابع آب در وضعیت‌های متفاوتی قرار داشته باشند. بارندگی استان اصفهان تحت تاثیر جریان‌های جوی است که غالبا از سمت غرب وارد منطقه می‌شوند. توده هواهای باران‌زا که از سطوح وسیع آب، مانند؛ دریای مدیترانه، دریای سیاه و اقیانوس اطلس سرچشمه می‌گیرند، منشا اصلی بارش‌ها در استان می‌باشند. این جریانات معمولا از مهرماه تا اردیبهشت‌ماه منطقه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. وجود رشته‌کوه‌های زاگرس در غرب که در مسیر این‌گونه جریان‌ها قرار دارد، خاصیت سیکلونی جبهه‌های هوا را تشدید نموده و بارش‌های بسیار شدیدی را باعث می‌گردد. از این نظر، بیشتر رطوبت توده‌های هوا در قسمت‌های غربی استان تخلیه می‌شود. به‌طورکلی میزان بارش استان از غرب به شرق کاهش می‌یابد [۱۲]. کاهش نزولات جوی و بروز خشک‌سالی در سال‌های اخیر، کاهش منابع آب سطحی استان را در پی داشته است. جدول ۲ تغییرات متوسط بارندگی در دوره‌های زمانی درازمدت (در طول همه‌سال‌های آماری)، سی‌ساله، ۱۵ ساله و ۱۰ ساله مختوم به سال آبی ۹۶-۹۵ و همچنین سال آبی ۹۶- ۹۵ در ایستگاه‌های مختلف را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود که به‌طور متوسط حدود ۱۰ درصد بارش ده‌ساله اخیر نسبت به متوسط دوره‌های دیگر کاهش داشته است.

جدول ۲: وضعیت بارندگی در ایستگاه‌های منتخب استان اصفهان (میلی‌متر)

حوضه آبریز	ایستگاه	درازمدت	۳۰ ساله	۱۵ساله	۱۰ ساله	۹۶-۹۵	درصد تغییرات ده‌ساله نسبت به		
							درازمدت	۳۰ ساله	۱۵ ساله
کارون بزرگ	حنا	۳۱۸/۴	۳۰۷/۴	۲۸۲/۲	۲۳۳/۱	۱۷۹/۱	-۲۶/۸	-۲۴/۲	-۱۷/۴
	مهر گرد	۳۳۷/۱	۳۴۵/۰	۳۷۲/۸	۳۱۸/۷	۳۷۵/۵	-۵/۵	-۷/۶	-۱۴/۵
	زرد بهره	۵۷۰/۸	۵۷۷/۸	۶۰۸/۱	۵۵۲/۷	۶۹۵/۰	-۳/۲	-۴/۳	-۹/۱
	تنگ زردآلو	۳۱۱/۵	۳۱۴/۵	۲۸۷/۵	۲۴۲/۳	۲۵۱/۰	-۲۲/۲	-۲۳/۰	-۱۵/۷
	سیبک	۴۸۱/۲	۵۰۳/۸	۵۵۹/۷	۵۱۱/۷	۵۵۰/۰	۶/۳	۱/۵	-۸/۶
دریاچه نمک	برزوک	۲۱۱/۰	۲۱۶/۸	۲۴۶/۱	۲۲۸/۰	۲۸۶/۱	۸/۱	۵/۲	-۷/۳
	فین	۱۴۶/۲	۱۵۶/۹	۱۵۸/۵	۱۴۸/۸	۱۴۵/۰	۱/۷	-۵/۲	-۶/۲
	بن رود	۲۲۰/۲	۲۳۲/۸	۲۳۷/۶	۲۲۰/۷	۲۲۶/۵	۰/۲	-۵/۲	-۷/۱
	سراب هنده	۴۵۸/۰	۴۴۲/۲	۴۲۷/۳	۳۹۹/۸	۵۵۰/۰	-۱۲/۷	-۹/۶	-۶/۴
	کوچری	۲۹۶/۷	۳۱۸/۱	۳۱۲/۹	۲۶۲/۴	۳۱۷/۵	-۱۱/۶	-۱۷/۵	-۱۶/۲
	محمد آباد کاشان	۱۲۷/۱	۱۲۳/۴	۱۲۶/۴	۱۲۶/۹	۱۱۰/۰	-۰/۱	۲/۸	۰/۴
گاوخونی	قلعه شاهرخ	۳۷۳/۳	۳۷۹/۴	۳۸۴/۵	۳۳۹/۶	۳۵۱/۵	-۹/۰	-۱۴/۵	-۱۱/۷
	اسکندری	۳۷۸/۸	۳۵۸/۸	۳۸۰/۳	۳۲۹/۰	۳۲۷/۰	-۱۳/۱	-۱۴/۷	-۱۳/۵
	سد زاینده رود	۲۲۳/۶	۲۳۱/۴	۲۲۹/۶	۲۰۰/۱	۲۴۳/۴	-۱۴/۳	-۱۳/۵	-۱۲/۸
	پل زمان خان	۳۴۹/۷	۳۴۴/۲	۳۵۰/۸	۳۰۸/۶	۳۳۶/۳	-۱۱/۸	-۱۰/۳	-۱۲/۰
	پل کله	۱۷۹/۷	۱۸۲/۰	۱۸۷/۱	۱۶۴/۴	۱۸۲/۰	-۸/۶	-۹/۷	-۱۲/۱
	زفره فلاورجان	۱۴۴/۱	۱۴۷/۰	۱۳۹/۰	۱۱۹/۹	۱۲۱/۰	-۱۶/۸	-۱۸/۴	-۱۳/۷
	اصفهان	۱۱۸/۳	۱۱۶/۶	۱۱۷/۸	۱۰۱/۵	۸۲/۰	-۱۴/۲	-۱۲/۹	-۱۳/۸
	وزوان میمه	۱۶۲/۹	۱۵۷/۰	۱۴۵/۱	۱۳۴/۴	۱۱۶/۰	-۱۷/۵	-۱۴/۴	-۷/۴
	زیار بروان	۱۰۳/۸	۱۰۵/۵	۹۹/۳	۸۶/۰	۷۸/۰	-۱۷/۲	-۱۸/۵	-۱۳/۵
	ورزنه	۸۶/۰	۸۷/۹	۹۱/۵	۸۱/۰	۶۶/۵	-۵/۸	-۷/۹	-۱۱/۶

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

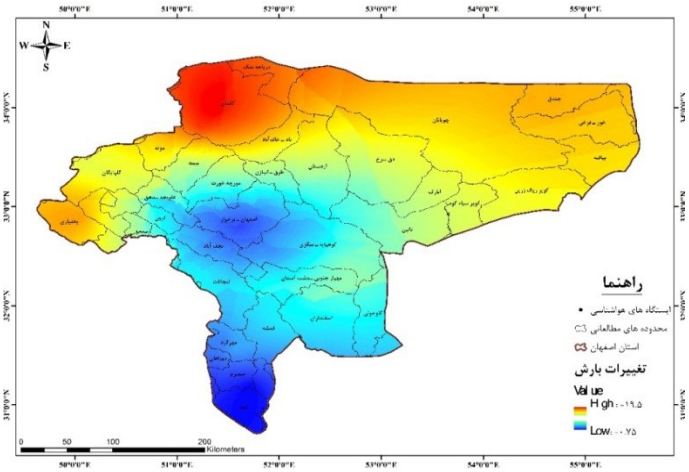
[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

حوضه آبریز	ایستگاه	درازمدت	۳۰ ساله	۱۵ساله	۱۰ ساله	۹۵-۹۶	درصد تغییرات ده‌ساله نسبت به		
							درازمدت	۳۰ ساله	۱۵ ساله
	مقصود بیک	۱۱۱/۰	۱۱۱/۲	۱۱۱/۴	۹۹/۷	۸۸/۰	-۱۰/۲	-۱۰/۳	-۱۰/۵
	مهیار	۱۳۲/۴	۱۳۷/۴	۱۴۲/۳	۱۱۹/۷	۹۹/۵	-۹/۶	-۱۲/۹	-۱۵/۹
	فریدون‌شهر	۵۶۵/۷	۵۷۲/۹	۵۷۶/۵	۵۲۴/۸	۵۹۸/۵	-۷/۲	-۸/۴	-۹/۰
	بوئین	۳۴۵/۷	۳۴۶/۷	۳۶۷/۷	۳۵۲/۷	۳۸۱/۰	۲/۰	۱/۷	-۴/۱
	جعفرآباد	۱۵۸/۲	۱۴۱/۴	۱۳۶/۲	۱۱۵/۸	۱۰۱/۵	-۲۶/۸	-۱۸/۱	-۱۵/۰
	هریزه –جبل	۱۶۰/۵	۱۵۶/۴	۱۵۲/۷	۱۳۷/۳	۱۱۹/۰	-۱۴/۴	-۱۲/۲	-۱۰/۱
	کمیجان	۱۶۷/۴	۱۶۵/۰	۱۶۸/۵	۱۵۷/۴	۱۸۶/۰	-۶/۰	-۴/۶	-۶/۶
	چلگرد (بارش)	۱،۴۱۲/۱	۱،۳۸۸/۸	۱،۳۳۴/۹	۱،۱۸۸/۸	۱،۴۰۰/۰	-۱۵/۸	-۱۴/۴	-۱۱/۰
	چلگرد (برف)	۶۵۲/۸	۵۳۷/۸	۴۶۶/۷	۳۶۷/۱	۲۴۴/۰	-۴۲/۴	-۳۰/۱	-۱۹/۴
کویر سیاه کوه	نیستانک نائین	۱۰۷/۰	۱۰۸/۴	۹۶/۹	۹۱/۸	۸۴/۰	-۱۴/۲	-۱۵/۴	-۵/۳
کویر مرکزی	جندق	۸۷/۵	۸۴/۱	۸۹/۱	۸۴/۶	۴۶/۵	-۳/۳	۰/۶	-۵/۱
جمع کل							**-۹/۵**	**-۱۰/۰**	**-۱۰/٤**

منبع: [۶]

میانگین بارندگی این استان حدود ۱۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد که البته ۷۳درصد استان دارای میانگین بارندگی ۸۰ میلی‌متر، ۱۲درصد استان دارای بارندگی ۴۵۰- ۱۲۰میلی‌متر و تنها ۱۵درصد استان دارای بارندگی ۱۲۰- ۹۰ میلی‌متر می‌باشد. میزان تبخیر و تعرق این استان تقریبا۲۲۴۰ میلی‌متر برآورد شده که این مقدار بسیار بالاتر از ریزش‌های جوی است [۱۳]. با توجه به نقشه ۱ که تغییرات متوسط بارش در کل استان را نشان می‌دهد، مشاهده می‌گردد که در شمال استان درصد تغییرات بارش بیشتر و در جنوب استان کمتر بوده است.

نقشه ۱: روند تغییر بارش در استان اصفهان(در طول همه‌سال‌های آماری)



[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]
[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در استان اصفهان

کارشناسان معتقدند که اگر با همین رویه کنونی آب‌های زیرزمینی استخراج و بصورت بی‌رویه هدر روند، خیلی زودتر یک فاجعه وحشتناک به وقوع خواهد پیوست که شاید رهایی از آن ممکن نباشد. اسناد بین‌المللی که در سال ۲۰۱۲ منتشر شده است، گواه آن است که در ایران بیشتر از ۱۰۰ درصد از منابع آبی زیرزمینی برداشت می‌شود، درحالی‌که برای ماندن در وضعیت ایمن این رقم باید ۲۰ درصد باشد و اگر کشوری به ۴۰ درصد برسد، وارد وضعیت خطر شده است. حتی هنوز که عمق بحران برای خیلی از مردم روشن نشده است و ترمز هدر رفت منابع آن کشیده نشده است، دریاچه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌های معروف کشورها از ارومیه گرفته تا اصفهان و یزد بی‌آب شده‌اند و تبعات امنیتی و اجتماعی آن در حال خودنمایی است. اگر همین رویه ادامه یابد، به‌زودی چشمه‌ها، قنات، چاه‌ها، رودخانه‌ها، تالاب، باغ‌ها و مزارع خشک شده و حتی افت کیفی منابع آب نیز اتفاق خواهد افتاد که تبعاتی نظیر نابودی صنعت گردشگری، مهاجرت مردم، حاشیه نشینی در اطراف شهرهای بزرگ و بروز ناهنجاری‌های اجتماعی و سیاسی- امنیتی به دنبال خواهد داشت که به معنی یک فاجعه زیست محیطی امنیتی و اجتماعی تمام عیار می‌باشد. کیفیت آب زیرزمینی استان اصفهان براساس طبقه بندی ویلکوکس در سه گروه باکیفیت متوسط، بد و خیلی بد تقسیم می‌شود که کیفیت آب با گروه متوسط با وسعت بیشتری در کل استان اصفهان به چشم می‌خورد. دشت دامنه به‌عنوان قطب کشاورزی منطقه فریدن یکی از پیشروترین مناطق در به‌کارگیری کشاورزی مکانیزاسیون در استان اصفهان است که متکی بر بهره برداری از آب‌های زیرزمینی آبخوان دامنه می‌باشد. خشک‌سالی‌های اخیر و پایین رفتن سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی و خشک شدن چاه‌های شمالی دشت، کشاورزی منطقه را با مخاطره و چالش جدی روبه‌رو ساخته است. افت سطح آب‌های زیرزمینی این دشت و نوسانات بارش، علاوه بر اینکه موجب شور و غیرقابل استفاده شدن آب می‌گردد، شور شدن خاک براثر استفاده از آب سنگین و لم‌یزرع شدن دشت را نیز در پی خواهد داشت. این امر می‌تواند زنگ خطری برای کشاورزی و اکوسیستم منطقه باشد. زیرا با ادامه همین روند در سال‌های آتی، نه‌تنها آب برای مصرف کشاورزی غیرقابل استفاده می‌گردد؛ بلکه با شور شدن خاک، شرایط اکولوژیکی منطقه با خسارت جبران ناپذیری مواجه خواهد شد. جدول ۳ وضعیت برداشت آب از منابع زیرزمینی را برحسب دشت‌های حوضه زاینده رود در استان اصفهان را نشان می‌دهد.

جدول ۳: تعداد چاه عمیق برحسب دشت‌های حوضه آبریز

دشت/ سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٦	۱۳۹۷	۱۳۹۸
استان اصفهان	۱۵۵۹۹	۱۵۶۷۷	۱۵۷۳۲	۱۵۷۵۶	۱۵۷۷۵	۱۵۷۷۵	۱۵۷۵۷	۲۵۶۵۳
حوضه آبریز گاوخونی (زاینده‌رود)								
اسفندران	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۳۲
برخوار- اصفهان	۲۵۹۸	۲۶۰۴	۲۶۱۸	۲۶۲۲	۲۶۳۴	۲۶۳۴	۲۶۳۴	۳۶۶۷
بوئین میاندشت	۵۵۸	۵۵۹	۵۵۹	۵۵۹	۵۵۹	۵۵۹	۵۵۹	۶۶۲
چادگان	۲۵۱	۲۵۲	۲۵۲	۲۵۲	۲۵۲	۲۵۲	۲۵۲	۳۳۳
چهل خانه	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۶۶
دامنه- داران	۶۹۶	۶۹۶	۶۹۶	۶۹۶	۶۹۶	۶۹۶	۶۹۶	۸۱۱
شهرضا	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۴۳۸
علویجه- دهق	۸۵	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۱۰۷
کرون	۱۴۹	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۹۱
کوهپایه-سگزی	۹۲۶	۹۳۱	۹۴۴	۹۴۷	۹۴۷	۹۴۷	۹۴۷	۳۰۹۱

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

لنجانات	۳۹۴	۳۹۴	۳۹۴	۳۹۴	۳۹۴	۳۹۴	۳۹۴	۶۳۸
مورچه خورت	۳۳۱	۳۳۴	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۴۴۲
مهیار جنوبی-دشت آسمان	۳۶۷	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰	۴۸۲
مهیار شمالی	---	---	---	---	۳۷۸	۳۷۸	۳۷۸	۲۶۹
میمه	۸۵	۸۵	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۱۵۱
نجف‌آباد	۶۲۶۴	۶۳۱۷	۶۳۴۳	۶۳۶۰	۶۳۶۸	۶۳۶۸	۶۳۶۸	۱۰۸۷۴
حوضه آبریز اردستان- رفسنجان								
اردستان	۲۹۷	۲۹۷	۲۹۷	۲۹۷	۲۹۷	۲۹۷	۲۹۷	۴۲۵
انارک	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۸
باد- خالد آباد	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۷	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۲۶۰
دق سرخ	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳۰
طرق- ابیازن	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۶۶
نائین	۲۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۹۱
بیاضه	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۱۰
جندق	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱
چوپانان	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۷
خور- فرخی	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۴۶
حوضه دریاچه نمک								
کاشان	۸۲۹	۸۲۹	۸۲۹	۸۲۹	۸۲۹	۸۲۹	۸۲۹	۱۲۸۹
گلپایگان- خوانسار	۵۱۵	۵۱۶	۵۱۶	۵۱۶	۵۱۶	۵۱۶	۵۱۶	۷۳۵
موته	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۵۶
حوضه آبریز کارون								
بختیاری	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
حنا (سمیرم)	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۱۱
قبرکیخا	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۶
کمه (گاو تپه)	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۱۹
مهر گرد	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۳۰۶

منبع: [۶]

جدول ۴: تعداد چاه نیمه عمیق برحسب دشت‌های حوضه آبریز

دشت/ سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
استان	۳۲۷۱۷	۳۲۹۹۱	۳۳۲۸۶	۳۳۳۳۱	۳۳۳۳۴	۳۳۳۳۴	۳۳۳۳۴	۳۷۷۲۴
حوضه آبریز گاوخونی (زاینده رود)								
اسفندران	۱۴۱	۱۴۱	۱۴۲	۱۴۲	۱۳۲	۱۳۲	۱۳۲	۲۳۹
برخوار- اصفهان	۱۳۴۱	۱۳۴۷	۱۳۵۹	۱۳۶۰	۱۳۶۲	۱۳۶۲	۱۳۶۲	۲۵۷۰
بوئین میاندشت	۲۶۴	۲۶۴	۲۶۴	۲۶۴	۲۶۴	۲۶۴	۲۶۴	۱۰۴
چادگان	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۷۶

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

چهل خانه	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۳۱
دامنه- داران	۷۱	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۵۱
شهرضا	۱۴۷	۱۴۹	۱۴۹	۱۴۹	۱۴۹	۱۴۹	۴۶۸
علویجه- دهق	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۳۰
کرون	۶۶۲	۶۶۶	۶۶۶	۶۶۶	۶۶۶	۶۶۶	۴۲۹
کوهپایه-سگزی	۱۶۶۰۰	۱۶۸۳۵	۱۷۱۳۶	۱۷۱۴۳	۱۷۱۴۷	۱۷۱۴۷	۲۰۸۵۶
لنجانات	۱۶۳۱	۱۶۳۱	۱۶۳۱	۱۶۳۱	۱۶۳۱	۱۶۳۱	۲۵۷۲
مورچه‌خورت	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۳۰
مهیار جنوبی- دشت آسمان	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۱۰۲
مهیار شمالی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
میمه	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۹۱
نجف آباد	۸۵۹۰	۸۶۱۴	۸۶۲۸	۸۶۳۰	۸۶۳۷	۸۶۳۷	۶۳۰۶
حوضه آبریز اردستان- رفسنجان							
اردستان	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۱۱۳
انارک	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱
باد- خالد آباد	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۲۳
دق سرخ	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۳۰
طرق- ابیازن	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۲۸
نائین	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۲۳۶
بیاضه	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۲۷
جندق	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۲۲
چوپانان	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۱
خور- فرخی	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۴۹
حوضه دریاچه نمک							
کاشان	۷۹۴	۷۹۴	۷۹۴	۷۹۴	۷۹۴	۷۹۴	۶۹۲
گلپایگان- خوانسار	۷۳۱	۷۳۱	۷۳۱	۷۳۱	۷۳۱	۷۳۱	۱۱۴۱
موته	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۱
حوضه آبریز کارون							
بختیاری	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۲
حنا (سمیرم)	۱۷۲	۱۷۲	۱۷۴	۱۷۴	۱۷۴	۱۷۴	۴۲۴
قبرکیخا	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۸۹
کمه (گاو تپه)	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۵۳
مهر گرد	۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۳۴۷

منبع: [۶]

برداشت‌های بی‌رویه و غیرمجاز از آبخوان‌ها باعث تشدید روند افت منابع آب و مخاطرات زیست محیطی در دشت‌ها شده است. استان اصفهان با ۱۶ هزار چاه غیرمجاز پس از آذربایجان غربی و تهران در رده سوم دارندگان بیشترین چاه غیرمجاز در

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

کشور است. براساس شاخص‌های بلند مدت ۵۳,۴ درصد مساحت استان اصفهان درگیر خشک‌سالی شدید است. براساس همین شاخص ۹۸,۱ درصد مساحت استان درگیر خشک‌سالی هیدرولوژیک (آب‌شناسی) است، ۵,۵ درصد مساحت خفیف، ۳۳,۲ درصد متوسط و ۶ درصد خشک‌سالی بسیار شدید است [۲۶]. جدول ۴ وضعیت چاه‌های غیرمجاز شهرستان‌های استان را نشان می‌دهد.

جدول ۴: تعداد چاه‌های غیرمجاز شهرستان‌های استان اصفهان

مدیریت منابع آب		تعداد چاه‌های غیرمجاز
آران و بیدگل		۱۰۲
اردستان		--
اصفهان	اصفهان	۸۳۶۶
	خور و بیابانک	۴۰
	نائین	۱۰۵
تیران و کرون		۳۳۶
سمیرم		۵۵۳
شاهین‌شهر و برخوار		--
شهرضا		۲۴۳
خوانسار		--
خمینی شهر		--
دهاقان		۳۵۳
فریدن		۱۱۰
فریدون شهر، بوئین و میاندشت		--
فلاورجان		۲۴۷۴
کاشان		--
گلپایگان		۶۷۴
لنجان		۸۶۴
مبارکه		--
نجف‌آباد		--
نطنز		۱۳۴
جمع		۱۴۳۵۴

منبع: [۶]

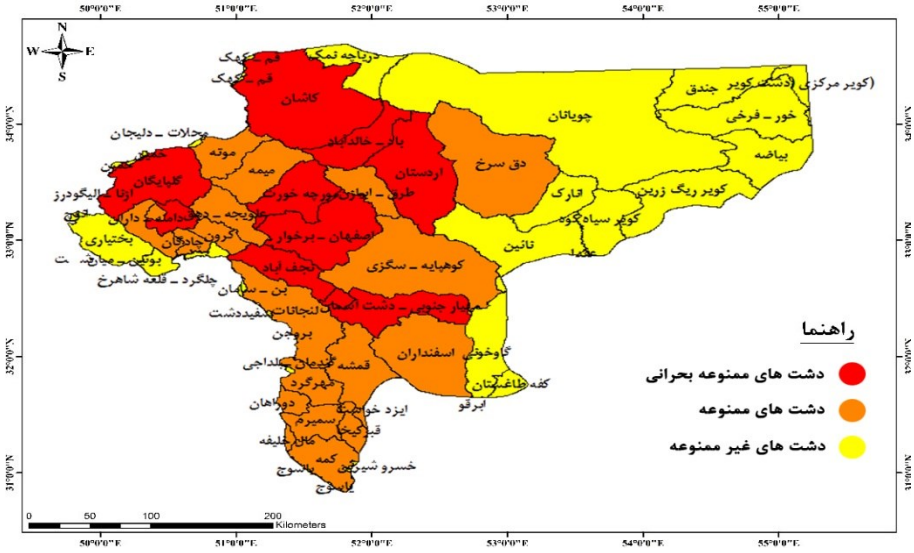
براساس اطلاعات سالنامه آماری وزارت نیرو سال در ۱۳۹۲، منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استان اصفهان به ترتیب۹۵۰ و ۵,۲۴۳,۰۹۳ میلیون مترمکعب که کل منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استان۶,۱۹۳,۰۹۳ میلیون مترمکعب می‌باشد و مقدار ۵,۱۴۶,۳۲۳ میلیون مترمکعب معادل ۸۳,۱ درصد از کل آب‌ها صرف کشاورزی شده که ۲۲,۱ درصد مصارف کشاورزی از آب‌های سطحی و مقدار ۹۴,۱ درصد از آب‌های زیرزمینی صرف کشاورزی شده است [۲۷]. با توجه به برداشت‌های بیش‌از حد منابع آب زیرزمینی، تعدادی از آبخوان‌ها که در شرایط بحرانی قرار گرفته‌اند از نظر توسعه بهره

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

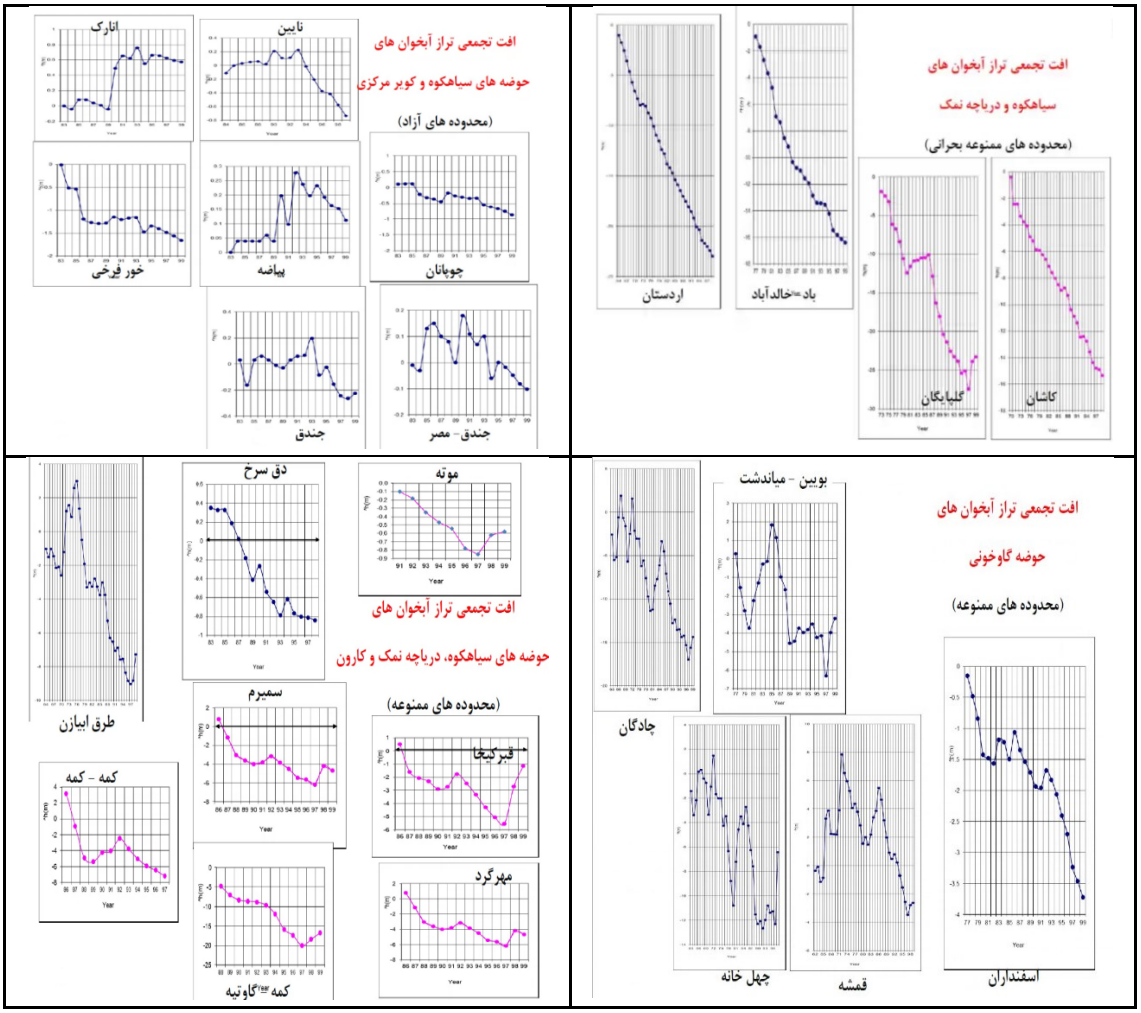
[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

برداری به‌عنوان دشت‌های ممنوعه اعلام گردیده‌اند. نقشه ۲ آبخوان‌های ممنوعه استان اصفهان را نشان می‌دهد.

نقشه ۲: آبخوان‌های ممنوعه استان اصفهان

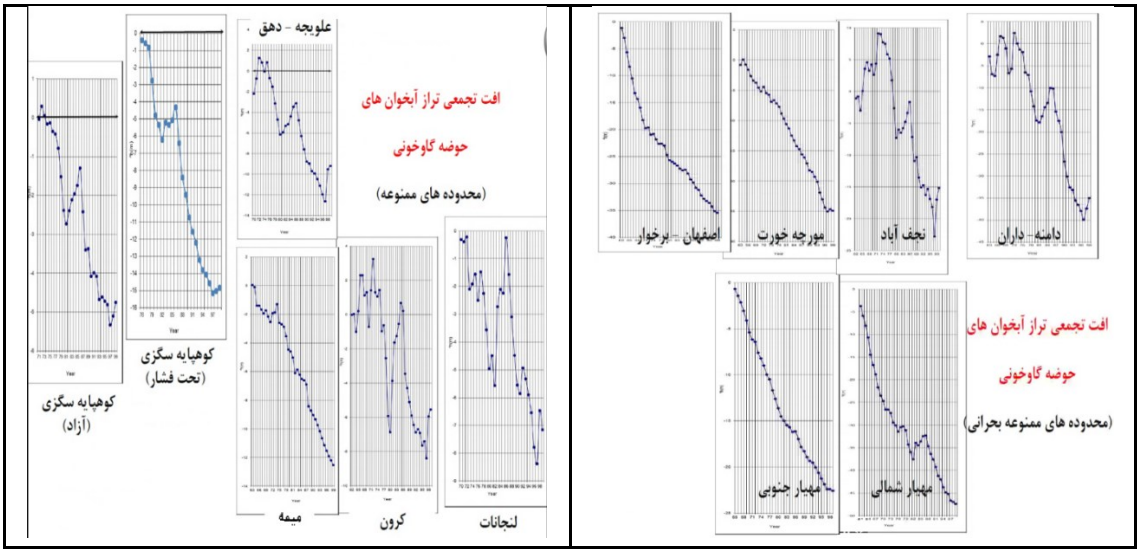


تصویر ۱: افت تجمعی آبخوان‌های استان اصفهان



[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]



فرونشت در استان اصفهان

در سال ۱۳۴۴ نقشه‌ای ارائه شد که در آن استان‌های اصفهان و مرکزی از خطر زلزله در امان بودند؛ بر این اساس از آن سال تراکم صنعتی بر این ۲ استان قرار گرفت و تبدیل به تامین کننده بیش از ۷۰ درصد تولید کشور شدند اولین نشانه‌های فرونشست حدود ۵۰ سال پیش در دشت مهیار و شهر دامنه استان اصفهان مشاهده شد [۳]. در میان استان‌های کشور، اصفهان از جمله مناطقی است که به دلیل مهاجرت و اسکان جمعیت بیش از حد ظرفیت و استقرار صنایع آب بر در آن با کاهش منابع زیرزمینی آب و در پی آن با شدت بیشتری از فرونشست زمین مواجه است. به عبارتی خشک‌سالی چندساله و برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های زیرزمینی به‌علاوه کاهش باران و قطع آب رودخانه زاینده رود موجب وقوع فرونشست زمین در شهر کم‌آبی چون اصفهان شده است؛ این خشکسالی به میزانی است که مسئولان مربوطه با تاکید به خطر فرونشست زمین در دشت‌های اصفهان و شهرهای اطراف آن تاکید می‌کنند؛ در کنار خطر گسل‌ها، مشکل فعلی استان، موضوع فرونشست زمین است [۵]. از ابتدای دهه ۱۳۸۰ با بسته شدن آب زاینده رود، اصلی‌ترین منبع تغذیه آبخوان اصفهان نیز قطع شد. با انتقال آب و استفاده‌های نادرست از آن، فشار وارد بر زمین بیشتر شد و فرونشست افزایش یافت که این به معنای مرگ آبخوان‌ها و همچنین به نوعی شروع مرگ اصفهان است. در سال ۱۳۹۵ فقط دو درصد مساحت استان بالغ بر دو هزار و ۹۰۰ کیلومتر مربع درگیر فرونشست زمین بود اما آخرین مطالعات نشان می‌دهد حدود ۱۰ هزار کیلومتر مربع استان یعنی ۱۰ درصد آن به صورت خطرناک درگیر فرونشست شده است. هفت دشت اصفهان به‌طور کامل در زمینه فرونشست زمین، پایش نشدند که احتمالا با انجام این اقدام، سطح درگیر این پدیده در استان به ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. نه تنها دشت‌های بسیاری از جمله گلپایگان، نجف‌آباد، مهیار شمالی، مهیار جنوبی – دشت آسمان، اردستان، اصفهان– برخوار، بادرود– خالدآباد، مورچه خورت و دامنه– داران با مشکل جدی فرونشست مواجه شده‌اند. بلکه مناطق شهری مانند اصفهان، فریدن، شهرضا، برخوار، کاشان و چند شهر دیگر این استان هم درخطر فرونشست، تخریب خانه‌ها و زیرساخت‌ها قرار گرفته‌اند [۵].

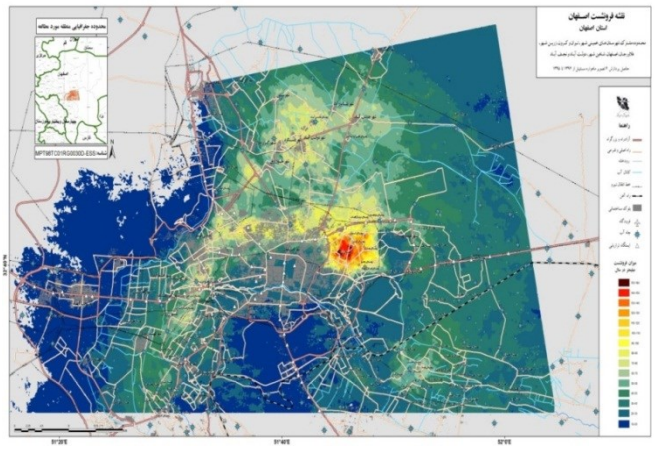
اسفند ۱۳۹۸ وسعت فرونشست استان اصفهان به ۸ هزار و ۲۳۰ کیلومتر رسید؛ در اسفند ۱۳۹۹ این رقم به ۱۱ هزار و ۷۰۰ کیلومتر و در خرداد ۱۴۰۰ به بیش از ۱۲ هزار کیلومتر رسیده است و این در صورتی است که از ۳۵ دشت اصفهان تنها ۱۴ دشت بررسی شده است. در حال حاضر تمرکز جمعیت استان اصفهان به سمت شمال شهر است، جایی که بیش‌ترین میزان فرونشست در آن اتفاق می‌افتد اما فرونشست به صورت یک نعل از سمت شمال به جنوب در حال حرکت است. اصفهان تنها کلانشهری است که فرونشست به شهر آن نفوذ کرده است و تفاوت فرونشست اصفهان با تهران جنس رسوبات است؛ در شهری مثل گلپایگان که میزان بارندگی آن بیش از حد معمول

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

است و شهری کوهستانی است فرونشست ۱۹,۵ سانتی‌متری ایجاد شده و گفته می‌شود علت آن آبی است که از گلپایگان به سمت قم می‌رود [۳]. دشت اصفهان- برخوار و مناطقی که از جریان زاینده رود تغذیه می‌شدند؛ خواجو، سی و سه پل، پل مارنان، پل جویی، پل وحید، میدان نقش جهان، مسجد جامع عباسی، فرودگاه شهید بهشتی، نیروگاه برق شهید منتظری، پایگاه هوایی شهید بابایی، منطقه رهنان، حبیب آباد و کوهپایه در شرق اصفهان بر پایه مطالعات و مشاهدات میدانی همه درگیر فرونشست هستند و ترک‌ها و آثار شکنندگی بر این سازه‌ها قابل مشاهده است [۲]. طبق نقشه‌های ارائه شده توسط سازمان نقشه برداری کشور در نتایج بررسی‌های فرونشست سال ۱۳۹۷ منطقه تحت تاثیر فرونشست، شامل محدوده مشترک شهرستان‌های خمینی شهر، تیران و کرون، زرین شهر، فلاورجان، اصفهان، شاهین شهر، دولت آباد و نجف آباد با وسعت تقریبی۲,۷۳۰ کیلومتر مربع، دارای بیشترین نرخ فرونشست تا ۱۸ سانتیمتر در سال می‌باشد که شامل ۱۷۰ روستا و مرکز جمعیتی از جمله مناطق با بیشترین جمعیت به ترتیب روستاهای جوجیل، اصفهانک، محسن‌آباد، جلال‌آباد و زفره است. جمعیت متاثر از فرونشست حدود ۱۳۹,۰۰۰ نفر می‌باشد. همچنین خطوط انتقال نیرو به طول حدود ۸۷۵ کیلومتر و خط راه آهن اصفهان- یزد به طول ۷۳ کیلومتر در این محدوده قرار دارد. فرودگاه شهید بهشتی اصفهان نیز در محدوده فرونشست قرار دارد [۱۹]. مطابق اعلام سازمان زمین شناسی طی بازه زمانی ۱۸ ماهه از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱ و براساس تصاویر رادار، نرخ فرونشست زمین در این بازه زمانی در دشت کاشان در منطقه سن سن تا مشکات کاشان ۱۲ سانتی‌متر، آران و بیدگل ۱۲ سانتی‌متر، ابوزید آباد، خالد آباد، بادرود ۱۴ سانتی‌متر، اردستان، موغار، مهاباد، زواره ۱۲ سانتی‌متر، دولت آباد و حبیب آباد ۱۶ سانتی‌متر، منطقه رهنان اصفهان ۱۸,۵ سانتی‌متر، شهرک شهید منتظری و محمودآباد ۱۲ سانتی‌متر، ورزشگاه نقش جهان و اتوبان معلم ۱۲ سانتی‌متر، خوراسگان و گورت ۱۷ سانتی‌متر، نجف آباد مرکزی ۱۲ سانتی‌متر، گلپایگان ۱۹,۵ سانتی‌متر، دامنه ۱۰ سانتی‌متر، چادگان ۳ سانتی‌متر و دشت مهیار بین ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر است [۴].

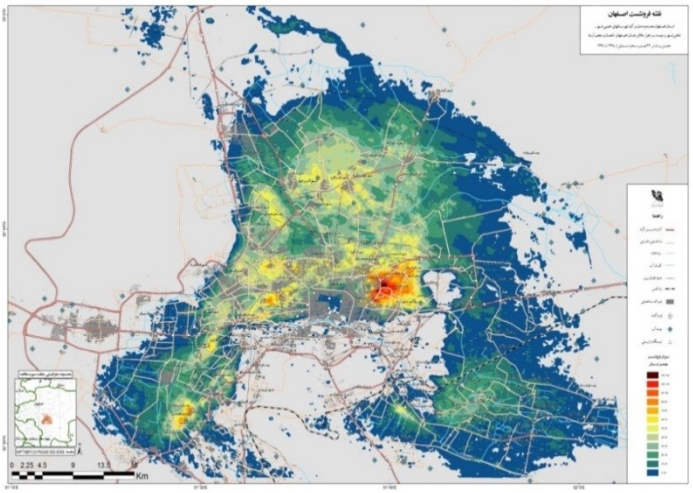
نقشه ۳: فرونشست استان اصفهان در محدوده مشترک شهرستان‌های خمینی شهر، تیران و کرون، زرین شهر، فلاورجان، اصفهان، شاهین شهر، دولت آباد، و نجف آباد (سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵).



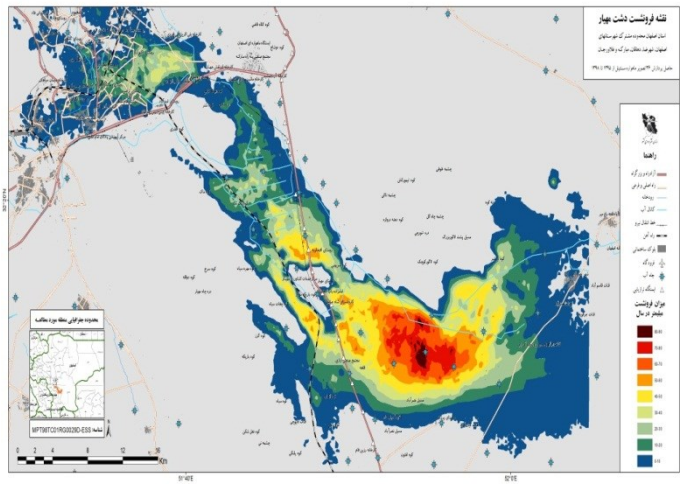
[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

نقشه ۴: فرونشست استان اصفهان در محدوده مشترک شهرستان‌های خمینی شهر، تیران و کرون، زرین شهر، فلاورجان، اصفهان، شاهین شهر، دولت آباد، و نجف آباد (سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸).



نقشه ۵: فرونشست دشت مهیار در استان اصفهان در محدوده مشترک شهرستان‌های اصفهان، شهرضا، دهاقان، مبارکه و فلاورجان (سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸).



[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

تصویر ۲: فرونشت در دشت‌های استان اصفهان

تصاویر ۳ و ۴: فرونشت پایگاه هوایی شهید بابایی اصفهان در نزدیکی فرودگاه اصفهان (مقایسه سال ۲۰۰۲ با ۲۰۲۱)

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

نتیجه گیری

با وجود پوشیده شدن بیش از ۷۰ درصد از سطح کره زمین از آب، تنها حدود ۳ درصد آب‌ها شیرین بوده و برای استفاده انسان مناسب است که دو سوم این مقدار نیز به‌صورت یخ در قطب‌ها و یخچال‌ها قرار دارد که به این ترتیب کمتر از ۱ درصد منابع آب جهان مناسب مصرف انسان و در دسترس قرار دارد. توزیع منابع آب شیرین نیز در جهان بسیار نامتناسب است و ارتباط زیادی با اقلیم دارد. میزان بارش در ایران تقریبا یک سوم میانگین بارش جهانی است که در داخل کشور نیز عدم تناسب زیادی در توزیع بارش‌ها وجود دارد. استان اصفهان به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک کشور به‌صورت میانگین سالانه ۱۵۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کند که این میزان در داخل استان نیز بسیار متفاوت است. با توجه به میزان بارش‌ها این استان به‌طور طبیعی دچار کم‌آبی می‌باشد. در حدود ۶ دهه گذشته بدون توجه به کمبود آب در این استان، همواره مصرف آب از طریق افزایش مداوم فعالیت‌های اقتصادی نظیر کشاورزی و صنعت و همچنین شهرنشینی و افزایش جمعیت افزایش یافته است. برای جبران کمبود آب نیز اقداماتی نظیر انتقال آب از حوضه‌های مجاور به مورد اجرا گذاشته شده است. با این وجود مقدار مصرف همواره بر مقدار منابع پیشی داشته و طرح‌های اجرا شده موفق به حل مشکل نشده است. با افزایش مصرف آب از حدود دو دهه قبل نشانه‌های بحران آب به‌وضوح در این استان مشاهده شده و حتی از اواسط دهه ۱۳۸۰ جریان مداوم رودخانه زاینده رود در بخش زیادی از مسیر خود قطع شده است که به این معنی است که تغذیه سفره‌های زیرزمینی دچار مشکل شده است. تداوم بحران آب موجب دست‌اندازی گسترده به حق‌آبه محیط زیست شده و به نوعی به بحران زیست محیطی دامن زده است. مصرف تمامی آب‌های تجدید پذیر در هر سال بعلاوه مصرف سالیانه ۴۰۸ میلیون متر مکعب از منابع آب تجدید ناپذیر سفره‌های استان در طی دو دهه اخیر باعث نااطمینانی تامین آب بخش‌های مختلف مصرف به خصوص بخش کشاورزی و محیط زیست شده است. عدم تعادل بین مصرف (نیاز) با منابع موجود، عواقب متعددی داشته است که از جمله ظهور نااطمینانی، ناامنی، افزایش فشارها و تنش‌ها و نهایتا ظهور رویدادها و کنش‌های غیرمنتظره است. استان اصفهان با سطح سفره آبی ۱۶۰۰ کیلومتری و با بارگذاری بیش از حد صنایع و بهره برداری مفرط از آب‌های زیرزمینی عمق سفره آب به ۲۸۰ متر رسیده و در معرض شدید فرونشست زمین قرار گرفته است به‌طوری که طبق نظر کارشناسان سازمان زمین شناسی کشور، اصفهان رتبه نخست فرونشست زمین را در کشور دارد. دشت‌های برخوار– اصفهان، کاشان، مهیار، اردستان و گلپایگان از جمله مناطقی هستند که بالاترین نرخ فرونشست را به خود اختصاص داده‌اند. دشت برخوار– اصفهان که شهرستان‌هایی همچون شاهین شهر، خمینی شهر، اصفهان و برخوار در آن دشت واقع شده‌اند؛ به لحاظ تمرکز بالای جمعیتی بالغ بر ۲,۵ میلیون نفر یعنی ۵۰

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

درصد جمعیت استان و زیر ساخت‌های مهمی مانند: پالایشگاه، ورزشگاه نقش جهان، نیروگاه شهید محمد منتظری، پتروشیمی و... و همچنین ۶۰۰۰ اثر تاریخی و همچنین ۶ درصد بافت فرسوده و ۸۱۵ هزار واحد مسکونی جمعیتی در این دشت و ساخت ۹۰ هزار واحد مسکونی و افت آب متوسط ۱ متر در سال (۱۰-۹۰ سانتی‌متر افت در بعضی مناطق) نرخ فرونشست ۱۸,۴ سانتی‌متر در سال را تجربه می‌کنند. به‌طوری که این پدیده در مناطق شهری اصفهان مانند خیابان امام خمینی (بیمه آسیا)، پایانه امیرکبیر، مناطق ۷ و ۹ شهری اصفهان و منازل مسکونی هوانیروز خانه اصفهان قابل مشاهده می‌باشد. پدیده فرونشست زمین علاوه بر اینکه تقریبا به‌صورت دائمی موجب تخریب سفره‌های آب زیرزمینی و از بین رفتن بنیادهای زیستی استان می‌شود، بلکه موجب تهدید جدی زیرساخت‌های استانی و ملی که در محدوده استان قرار دارند می‌شود و در نهایت منجر به یک بحران ملی می‌گردد. برای جلوگیری از فرونشت و مهار این پیامد زیست محیطی بحران آب لازم است برنامه آمایش جمعیت مورد مداقه قرار گرفته و همچنین از بارگذاری جدید صنایع و افزایش جمعیت به خصوص مهاجرین جلوگیری به عمل آورد. همچنین برنامه ریزی مدون برای استفاده از پساب برای سفره‌های دشت اصفهان– برخوار و اجرای طرح‌های آبخیزداری و همچنین به جریان انداختن رودخانه زاینده رود که در اجرای طرح شیخ بهایی مادی‌های شهر می‌تواند در تغذیه سفره‌های زیر زمینی موثر باشد. آمایش کشاورزی و طرح الگوی کشت که زمینه بسیار خوبی برای مهار مصرف آب در بخش کشاورزی می‌باشد بایستی با جدیت پیگیری شود. همچنین مصلوبه کردن چاه‌های غیر مجاز و نصب کنتور هوشمند در جهت بهینه سازی مصرف آب‌های زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که از سوی دستگاه‌های متولی می‌تواند اجرا شود.

تشکر و قدردانی: موردی برای گزارش نمی باشد.

تاییدیه‌های اخلاقی، تعارض منافع: موردی برای گزارش نمی باشد.

سهم نویسندگان و منابع مالی/ حمایت‌ها: موردی برای گزارش نمی باشد.

منابع

۱. اسلامی، رضا. (۱۴۰۰). برای زاینده رود باید جهانی فکر کرد، ملی تصمیم گرفت و استانی عمل کرد. مصاحبه با مدیرکل زمین شناسی مرکز اصفهان، ۱۸ اردیبهشت. https://gsi.ir/fa/news/25353.

۲. اسلامی، رضا. (۱۴۰۰-۶). فرونشست اصفهان به ۱۲ هزار کیلومتر رسیده است/ زلزله سال ۹۲ تکرار شود، خسارات شدیدی خواهد داشت.

۳. اسلامی، رضا. (۱۴۰۰-۷). تمدن اصفهان بر لبه پرتگاه فرونشست. باشگاه خبرنگاران جوان، کد خبر: ۷۹۱۴۵۴۸، تاریخ: ۱۰ مهر ۱۴۰۰ - ۱۱:۴۷.

۴. ایسنا. (۱۴۰۰). زیر پای اصفهان خالی شده است. کد خبر: www.isna.ir/news/1400071711254/

۵. ایمنا. (۱۴۰۰). دلیل فرونشست زمین در اصفهان چیست؟ ۰۶:۰۶ - ۳۰ مرداد ۱۴۰۰ ,کد خبر.51538: www.imna.ir/news/515387

۶. آمیغ پی، معصومه؛ عربی سیاوش و علی. (۱۳۸۹). بررسی فرونشست یزد با استفاده از روش تداخل سنجی راداری و ترازیابی دقیق. نشریه علوم زمین، سال بیستم، شماره ۷۷، سازمان نقشه برداری کشور، تهران، ایران.

۷. جعفری، عباس. (۱۳۸۶). فرهنگ بزرگ گیتا شناسی (اصطلاحات جغرافیایی). انتشارات جغرافیایی و کارتوگرافی و گیتا شناسی.

۸. خوش منش، بهنوش؛ پورهاشمی، سید عباس؛ سلطانیه، محمد؛ هرمیداس باوند، داوود. بررسی پیامدهای تغییر اقلیم از دیدگاه حقوق بشر. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هفدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴.

۹. دهقان سورکی، یونس. (۱۳۹۰). به‌کارگیری تکنیک تداخل سنجی تفاضلی راداری D-In SAR در تعیین نرخ و دامنه فرونشست زمین در دشت مرند. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰. رحیمی، ح؛ خالقی. (۱۳۷۹). بحران آب در جهان و ایران و راه‌های مقابله با آن. اولین کنفرانس ملی بررسی

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

راهکارهای مقابله باکم آبی و خشک‌سالی، جهاد دانشگاهی استان کرمان، ص ۹۵۱ -۵۴۱.

۱۱. سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان. دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای.

۱۲. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان. معاونت آمار و اطلاعات، سرشماری نفوس و مسکن، ۱۳۹۵.

۱۳. سرحدی، ع؛ س، سلطانی؛ مدرس، ر. (۱۳۸۷). ارزیابی و تحلیل گستره خشک‌سالی در استان اصفهان بر پایه چهار شاخص مهم خشک‌سالی. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۱(۳)، ص۵۷۰- ۵۵۵.

۱۴. شریفی کیا، محمد و نیکتا، میثم. (۱۳۹۱). سنجش و استخراج مخاطرات حاصل از پدیده فرونشست در اراضی مسکونی تهران بزرگ. اولین سمینار تحلیل فضایی مخاطرات محیطی کلان‌شهر تهران، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۵. شفیعی ثابت، بهرام. (۱۳۷۳). مدل کردن نشست منطقه‌ای زمین در اثر پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده فنی.

۱۶. شمشکی، امیر؛ بلوارچی، محمد؛ انصاری فر، جواد. (۱۳۸۴). بررسی فرونشست زمین در دشت تهران- شهریار مدیریت زمین شناسی و زیست محیطی. سازمان زمین شناسی، نشریه داخلی.

۱۷. طاهری، دانیال؛ علیزاده، کامیار. (۱۳۹۰). دسترسی و حفظ منابع آب در بحران. مجله علمی ابن‌سینا، اداره بهداشت و درمان ناجا، شماره اول، ص۴۰ -۳۹.

۱۸. فتوت اسکندری، امیر. (۱۳۸۷). مدل سازی ریاضی فرونشست دشت شهریار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود مهندسی معدن نفت و ژئوفیزیک.

۱۹. فتوتی، وحید؛ شیرخانی، محسن. (۱۳۹۷). مجموعه مطالعات زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی، ژئوشیمی، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی. استان اصفهان با نگاهی به داده‌های زمین شناسی و اکتشافی، بهار ۱۳۹۷.

۲۰. کارآموز، محمد. (۱۳۸۶). مدیریت منابع آب در ایران. اولین کنفرانس مدیریت آب و فاضلاب در کشورهای آسیایی، تهران.

۲۱. کریمی پور، یدالله. (۱۳۹۰). اکولوژی سیاسی. تهران: انتشارات دانش پویان جوان.

۲۲. گل کرمی، عابد؛ کاویانی راد، مراد. (۱۳۹۴). تاثیر محدودیت منابع آب بر تنش‌های هیدروپلیتیک (نمونه موردی حوضه آبریز مرکزی ایران) با تاکید بر حوضه آبریز زاینده‌رود. مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۸، پیاپی۶۵، شماره۱، بهار۱۳۹۶.

۲۳ لشگری پور، غلامرضا. (۱۳۸۷). بررسی علل تشکیل شکاف‌ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر. مجله مطالعات زمین شناسی، جلد ۱، شماره ۱، ص۱۱۱- ۹۵.

۲۴. مرتضوی و همکاران. (۱۳۹۰). ۱۳۰، بی‌جا، بی‌نا.

۲۵. مندل، رابرت. (۱۳۷۷). چهره متغیر امنیت ملی. تهران، پژوهشکده مطالعات راهبردی.

۲۶. صادقی، میرمحمد. (۱۳۹۹). بیشترین برداشت غیرمجاز آب در اصفهان توسط چاه‌های مجاز انجام می‌شود. www.irna.ir/news/84026532/

۲۷. وزارت نیرو. (۱۳۹۲). سالنامه آماری آب کشور.

28. Abidin H. Z., Andreas H., Gumilar I., and Brinkman J. J. (2015). On Correlation Between Urban Development, Land Subsidence and Flooding Phenomena in Jakarta, Changes in Flood Risk and Perception in Catchments and Cities (HS01–IUGG2015). Published by Copernicus Publications on behalf of the International Association of Hydrological Sciences .https://www.prociahs.net/370/15/2015/piahs-370-15-2015. Pdf.

29. Abidin, H.Z., H. Andreas, I. Gumilar, B.D. Yuwono, D.Murdohardono, Supriyadi. (2015a). On Integration of Geodetic Observation Results for Assessment of Land Subsidence Hazard Risk in Urban Areas of Indonesia. International Association of Geodesy Symposia Series, Vol.143, IAGS-D-13-00100.

30. AL, Ibrahim A A: Excessive Use of Ground Water in Saudia Arabia; Impact and policy. J Am Biol, 1991, 20, 34-33.

31. Allen, A.S., (1984). Types of Land Subsidence. In: F. Poland (Ed.), Guidebook

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

to Studies of Land Subsidence due to Ground Water Withdrawal. UNESCO, 133-142.

32. Alma´ssy, E., & Busás, Z. (1999). Inventory of Transboundary Ground Waters. U.N. /E.C.E. U.N. /E.C.E. Task Force on Monitoring & Assessment, Guidelines on Transboundary Ground Water Monitoring. Lelystad, the Netherlands, U.N. Sales No.9036952743. vol.1 of 4.
33. Brown, C., King, J., (2003). Environmental Flows Concept and Methods. Water Resource and Environment Technical Note C-1, World Bank, 28.
34. Burchi, S. (1999). National Regulation for Groundwater: Options, Issues and Best Practices. In Groundwater: Legal and Policy Perspectives. Proceedings of a World Bank Seminar, ed. Salman M.A. Salman, 55–67. Washington, DC: World Bank.
35. Chaussard, E., Amelung, F., Abidin, H. Z., and Hong, S.-H. (2013).Sinking Cities in Indonesia: ALOS PALSAR Detects Rapid Subsidence Due to Groundwater and Gas Extraction. Remote Sens. Environ, 128, 150–161.
36. Chen.C. Wang.C., Chen Kuo.L. (2010). Correlation Between Groundwater Level and Altitude Variations in Land Subsidence Area of the Choshuichi Alluvial Fan. Taiwan. Engineering Geology 115, 122–131.
37. De Graaf, I.E., van Beek, R.L., Gleeson, T., Moosdorf, N., Schmitz, O., Sutanudjaja, E.H., and Bierkens, M.F., (2017). A Global-Scale Two-Layer Transient Groundwater Model: Development and Application to Groundwater Depletion. Advances in Water Resources, 102, 53-67.
38. Firman, T. (1999). From Global City to City of Crisis: Jakarta Metropolitan Region Under Economic Turmoil. Habitat Int., 23, 447–466.
39. Harsolumakso, A. H. (2001). Struktur Geologi Dan Daerah Genangan. Buletin Geologi, 33, 29–45.
40. Hashemi, E. (2013). Ground Settling Due to Groundwater Drawdown. M.Sc. Thesis, Chalmers University of Technology, Stockholm, Sweden.
41. Hutasoit, L. M. (2001). Kemungkinan Hubungan antara Kompaksi Alamiah Dengan Daerah Genangan Air di DKI Jakarta. Buletin Geologi, 33, 21–28.
42. Larson, K.J., H. Barasaoslu and M.A. Mariño. (2001). Prediction of Optimal Safe Groundwater Yield and Land Subsidence in the Los Banos- Kettleman City area. California, Using a Calibrated Numerical Simulation Model. Journal Hydrology, 242: 79–102.
43. Lewis R W and Schrefler B. (1978). Fully Coupled Consolidation Model of Subsidence of Venice. Water Resour, Res. 14(2), 223– 230.
44. Mazvimavi, E. Madamombe, H. Makurira Assessment of Environmental Flow Requirements for River Basin Planning in Zimbabwe Physics and Chemistry of the Earth. 32 (2007), 995–1006.
45. Muskie Edmund.S. (1992). The Global Environmental Crisis. 19 B.C. Envtl. Aff. L. Rev. 731, https://lawdigitalcommons.bc.edu/ealr/vol19/iss4/6.
46. Postel, S.L, Daily, G.C, and Ehrlich, P.R. (1996). Human Appropriation of Renewable Fresh Water, Science 271, 785-788.
47. Rahnama MB, Moafi H. (2009). Investigation of Land Subsidence Due to Groundwater with Draw in Rafsanjan plain Using GIS software. Iran, Arabian Journal of Geosciences, 2(3), 241-246.
48. Rismianto, D. and Mak, W. (1993). Environmental Aspects of Groundwater Extraction in DKI Jakarta: Changing Views. Proceedings of the 22nd Annual Convention of the Indonesian Association of Geologists, 6–9 December 1993, Bandung, Indonesia, 327–345.

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]

49. Shiklomanov, I.A. (1993). World Fresh Water Resources. In. P.H. Gleick (Ed). Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. Oxford University Press, New York, 13-24.
50. Taylor M. Scott. (2009). Environmental Crises: Past, Present and Future. The Canadian Journal of Economics /Revue Canadienne d'Economique, Vol.42, No.4 , 1240- 275 (36 pages) Published By: Wiley.
51. Toset, H.P.W., Gleditsch, N. P., Heger, H. (2000). Shared River and Interstate Conflict. Political Geography, Vol.19, No.8, 971-996.
52. Waltham, A.C. (1989). Ground Subsidence. Blackie & Son Limites.
53. Wang, H., GAO, J., Li, X., Wang, H., and Zhang, Y. (2014). Effects of Soil and Water Conservation Measures on Groundwater Levels and Recharge. Water, 6(12), 3783-3806.

[Downloaded from psp.modares.ac.ir on 2024-11-09]

[DOR: 20.1001.1.26455145.2022.4.4.7.3]