



بحران آب: چالش طبیعت یا ناکارآمدی مدیریت؟

سیدواحد موسوی^{۱*}، رضا رادفر^۲، سعید ستایشی^۳

^{۱*} دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه علوم تحقیقات تهران، ایران. Email: Sava.Moosavi@gmail.com

^۲ استاد، دانشکده مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه علوم تحقیقات تهران، ایران

^۳ استاد، دانشکده مهندسی انرژی، دانشگاه امیرکبیر تهران، ایران

چکیده:

بحران آب به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی تبدیل شده و تأثیرات گسترده‌ای بر امنیت غذایی، اقتصاد، محیط زیست و جوامع بشری دارد. این مقاله به بررسی عوامل اصلی این بحران پرداخته و دو جنبه کلیدی آن یعنی تغییرات اقلیمی و ناکارآمدی مدیریت منابع آب را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. از یک سو، تغییرات اقلیمی مانند افزایش دما، کاهش بارش و خشک‌سالی‌های پی‌درپی به‌عنوان عوامل طبیعی شناخته می‌شوند که منابع آبی را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده‌اند. از سوی دیگر، ناکارآمدی در مدیریت منابع آب، مانند سیاست‌های نادرست، زیرساخت‌های فرسوده و استفاده غیرپایدار از منابع، به تشدید این بحران دامن زده است. این مقاله به‌طور متوازن هر دو عامل را بررسی کرده و نشان می‌دهد که بحران آب نه‌تنها ناشی از عوامل طبیعی، بلکه به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر ناکارآمدی مدیریت است. پیامدهای این بحران، از جمله کاهش تولیدات کشاورزی، افزایش قیمت‌ها، ناآرامی‌های اجتماعی و مهاجرت، نیز مورد تحلیل قرار می‌گیرد. این مقاله نتیجه‌گیری می‌کند که ناکارآمدی مدیریت در قبال محیط زیست و منابع طبیعی نقش مهم‌تری در بحران آب دارد، زیرا نه‌تنها بسیاری از عوامل تغییرات اقلیمی را تحت الشعاع قرار داده، بلکه با اتخاذ سیاست‌های نادرست، امکان مدیریت بهتر و کاهش اثرات این تغییرات از بین رفته است. از اینرو، مدیریت کارآمد مبتنی بر نگرش سیستمی، پایدار و فناورانه، کلید اصلی مقابله با بحران آب و بحران‌های مترتب بر آن است.

کلمات کلیدی: بحران آب، تغییرات اقلیمی، ناکارآمدی مدیریت



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



مقدمه:

در دهه‌های اخیر، فشارهای روزافزون جمعیتی، تغییرات اقلیمی، و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب باعث شده‌اند که کمبود آب به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن بیست و یکم تبدیل شود (World Bank, 2020). به نقل از گزارشی از FAO استفاده از آب در قرن گذشته با سرعتی بیش از دو برابر رشد جمعیت در حال افزایش بوده است و تعداد فزاینده‌ای از مناطق به حدی رسیده‌اند که در آن خدمات آبی به صورت پایدار قابل ارائه نیست. در اصل، رشد جمعیت و توسعه اقتصادی فشار بی‌سابقه‌ای بر منابع آبی تجدیدپذیر، اما محدود، به ویژه در مناطق خشک وارد می‌کند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵، ۱۸۰۰ میلیون نفر در کشورها یا مناطقی زندگی کنند که با کمبود مطلق آب مواجه هستند (کمتر از ۵۰۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر) و دو سوم جمعیت جهان ممکن است در شرایط «فشار» (بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر) قرار گیرند. این وضعیت با رشد سریع مناطق شهری که فشار زیادی بر منابع آبی همجوار وارد می‌کنند، وخیم‌تر خواهد شد. پیش‌بینی می‌شود که در آینده، تغییرات اقلیمی و تقاضا برای انرژی زیستی، رابطه پیچیده بین توسعه جهانی و تقاضای آب را بیش از پیش بغرنج نماید. مفهوم کمبود تا حدی مبهم و پیچیده است و تعریف آن مستلزم در نظر گرفتن ابعاد مختلف است. اولاً، کمبود باید به عنوان یک مفهوم نسبی درک شود، یعنی عدم تعادل بین «عرضه» و «تقاضا» که بسته به شرایط محلی متفاوت است. دوم، کمبود آب اساساً پویا است. با افزایش تقاضای کاربران و کاهش کمیت و کیفیت منابع، این کمبود تشدید می‌شود. در نتیجه، چندین بُعد از کمبود آب وجود دارد که می‌توان آنها را به شرح زیر خلاصه کرد: (۱) کمبود در دسترس بودن آب شیرین با کیفیت قابل قبول نسبت به تقاضای کل، در ساده‌ترین حالت یعنی کمبود فیزیکی آب؛ (۲) کمبود در دسترسی به خدمات آب به دلیل ناتوانی نهادهای موجود در تضمین تأمین قابل اعتماد آب برای کاربران؛ (۳) کمبود به دلیل نبود زیرساخت‌های مناسب، صرف نظر از سطح منابع آبی، به دلیل محدودیت‌های مالی. در دو حالت اخیر، ممکن است کشورها از منابع آبی نسبتاً بالایی برخوردار باشند، اما به دلیل محدودیت منابع مالی برای توسعه زیرساخت‌ها یا عدم توانایی نهادی برای حفظ و مدیریت آنها به درستی، قادر به مهار و توزیع این منابع نباشند (FAO, 2024).

دسترسی مستمر و پایدار به آب سالم و کافی برای همه افراد جامعه، به عنوان یکی از اولویت‌های اصلی دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی مطرح شده است (United Nations, 2021). بر اساس گزارش‌های سازمان ملل متحد، تا سال ۲۰۵۰، نزدیک به دو سوم جمعیت جهان ممکن است با کمبود شدید آب مواجه شوند. (UN, 2021) این وضعیت نه تنها به تهدیدی جدی برای امنیت غذایی و سلامت عمومی تبدیل شده، بلکه موجب افزایش تنش‌های بین‌المللی بر سر منابع مشترک آب نیز شده است (Mekonnen & Hoekstra, 2016). مناطق خشک و نیمه‌خشک که عمده‌تاً در آفریقا و خاورمیانه قرار دارند، به دلیل کمبود منابع آبی و رقابت شدید بر سر این منابع، بیش از پیش در معرض خطر نزاع‌های مسلحانه و مهاجرت‌های گسترده قرار گرفته‌اند. (Wutich et al, 2022) علاوه بر این، تغییرات اقلیمی نیز به شدت الگوهای بارندگی و دسترسی به منابع آبی را تحت تأثیر قرار داده است. (IPCC, 2021) افزایش دما، کاهش بارش‌ها و بروز خشکسالی‌های مکرر، موجب کاهش منابع آب تجدیدپذیر و افزایش وابستگی به منابع آب زیرزمینی شده است. (Rodell et al., 2018) این شرایط نه تنها تهدیدی برای تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی محسوب می‌شود، بلکه به طور مستقیم به بی‌ثباتی اجتماعی و اقتصادی در کشورها دامن می‌زند. (Schröder et al., 2019)

مقدار آب شیرین موجود به ازای هر نفر در جهان به دلیل ترکیبی از عوامل مختلف، از جمله افزایش جمعیت، آلودگی آب، برنامه‌ریزی و مدیریت ناکافی آب‌های مشترک و مرزی، و عملکرد ناکارآمد سیستم‌های تأمین و توزیع آب، کاهش یافته و همچنان در حال کاهش است. در نتیجه، پتانسیل کمبود آب، بحران و درگیری‌های مرتبط با آن در جهان، به‌ویژه در مناطق در حال توسعه، در آینده رو به افزایش است، اگر روند کنونی مصرف و مدیریت آب ادامه یابد. در این جهان در حال تغییر سریع و بسیار متصل به یکدیگر، مشکلات مرتبط با بحران آب و درگیری‌ها فراوان، پیچیده و چالش‌برانگیز هستند. تلاش‌ها برای حل مؤثر این مشکلات نیازمند دیدگاهی روشن



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



از وضعیت آینده در دسترس بودن و تقاضای آب، و نیز روش‌های جدید تفکر، توسعه و اجرای برنامه‌ریزی و مدیریت آب است (Sivakumar, 2011).

۲. کم‌آبی:

کم‌آبی به خودی خود یک بحران طبیعی نیست، بلکه نتیجه تعاملات پیچیده میان عوامل طبیعی و انسانی است. عوامل طبیعی مانند شرایط جغرافیایی، تغییرات اقلیمی، الگوهای بارندگی، و دسترسی به منابع آب می‌توانند کم‌آبی را به‌طور طبیعی ایجاد کنند. با این حال، در بسیاری از مناطق، فعالیت‌های انسانی مانند بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آب، مدیریت نادرست، و توسعه نامتوازن اقتصادی و جمعیتی نقش مهم‌تری در ایجاد یا تشدید کم‌آبی دارند.

عوامل طبیعی: برخی مناطق به‌طور طبیعی به دلیل موقعیت جغرافیایی خود، مانند مناطق بیابانی، با کم‌آبی مواجه هستند. در این مناطق، میزان بارندگی بسیار پایین است و دسترسی به منابع آب سطحی یا زیرزمینی محدود می‌باشد. همچنین پدیده‌های طبیعی مانند خشکسالی‌ها می‌توانند کم‌آبی را تشدید کنند (UN-Water, 2024).

تغییرات اقلیمی: تغییرات اقلیمی که ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند سوزاندن سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی است، الگوهای بارندگی را تغییر داده و منجر به کاهش منابع آب شیرین می‌شود. افزایش دما، خشکسالی‌های طولانی‌تر و شدیدتر، و کاهش ذخایر آبی ناشی از ذوب یخچال‌ها نیز بحران کم‌آبی را وخیم‌تر کرده است (US EPA, 2024).

عوامل انسانی: بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب، کشاورزی ناپایدار، رشد سریع جمعیت، و مدیریت نادرست منابع آب از عوامل کلیدی بحران کم‌آبی در بسیاری از مناطق هستند. به‌عنوان مثال، در بسیاری از کشورها استفاده بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی برای مصارف کشاورزی و صنعتی باعث کاهش سطح این منابع و در نتیجه بحران‌های آبی شده است (UN-Water, 2024).

مدیریت نادرست منابع آب: در برخی کشورها، زیرساخت‌های آب‌رسانی ناکارآمد و روش‌های سنتی مدیریت آب باعث هدررفت آب و ایجاد نابرابری در دسترسی به منابع آب می‌شود. این موضوع بحران کم‌آبی را تشدید می‌کند و باعث می‌شود که حتی در مناطق دارای منابع آب کافی نیز کم‌آبی تجربه شود.

در نتیجه، کم‌آبی یک پدیده طبیعی می‌تواند باشد، اما عوامل انسانی و تغییرات اقلیمی نقشی بسیار پررنگ‌تر در تبدیل آن به یک بحران جهانی دارند. با مدیریت صحیح منابع آب، بهره‌برداری پایدار، و مقابله با تغییرات اقلیمی، می‌توان تا حد زیادی این بحران را کاهش داد.

۳. نقش تغییرات اقلیمی در بحران آب:

تغییرات اقلیمی تأثیرات قابل توجهی، به‌ویژه از طریق تغییر در الگوهای بارندگی، افزایش دما، و شدت خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها بر بحران آب خواهد داشت. این تغییرات اقلیمی نه تنها منابع آب شیرین را تهدید می‌کند، بلکه باعث ناپایداری در تأمین آب برای مصارف مختلف انسانی، کشاورزی و صنعتی نیز می‌شود. این تأثیرات به چند شکل بر منابع آب و بحران آب تأثیرگذار هستند (UN, 2024).

کاهش منابع آب شیرین: تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به کاهش منابع آب شیرین شود. افزایش دما باعث تبخیر بیشتر از دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، و منابع آبی زیرزمینی می‌شود. همچنین در مناطقی که به برف و یخ برای تأمین آب وابسته‌اند (مانند مناطق کوهستانی)، ذوب یخچال‌های طبیعی سریع‌تر رخ می‌دهد و تأمین آب برای این مناطق در بلندمدت به مشکل خواهد خورد (US EPA, 2024).



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تغییر در الگوهای بارندگی: یکی از اثرات کلیدی تغییرات اقلیمی، تغییر در الگوهای بارندگی است. برخی مناطق با افزایش بارش روبرو می‌شوند که می‌تواند منجر به سیلاب‌های ناگهانی و شستشوی خاک شود، در حالی که مناطق دیگر کاهش بارندگی و خشکسالی را تجربه خواهند کرد. این نوسانات می‌تواند توزیع نامتوازن آب را به همراه داشته باشد. همچنین، کاهش بارش برف و یخبندان‌ها در نیم‌کره شمالی موجب کاهش آب ذخیره شده در مخازن طبیعی می‌شود که اثرات منفی زیادی بر کشاورزی دارد. کشاورزان با کمبود آب برای آبیاری در فصل‌های رشد مواجه می‌شوند که به کاهش تولید محصولات منجر می‌شود (NG, 2024).

افزایش خشکسالی‌ها: با افزایش دما، بسیاری از مناطق با خشکسالی‌های شدید و طولانی‌مدت روبرو خواهند شد. این خشکسالی‌ها منجر به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و خشک شدن رودخانه‌ها و دریاچه‌ها خواهد شد. در نتیجه، کشاورزی، تأمین آب شرب و تولید انرژی از منابع آبی با چالش‌های بیشتری مواجه می‌شوند.

کاهش کیفیت آب: تغییرات اقلیمی همچنین می‌تواند منجر به کاهش کیفیت آب شود. به عنوان مثال، با افزایش دما و کاهش بارش، تمرکز آلاینده‌ها در منابع آبی افزایش می‌یابد و می‌تواند منابع آب شیرین را آلوده کند. این مسئله به ویژه برای مناطقی که به منابع آب محدود دسترسی دارند بحرانی است (US EPA, 2024).

افزایش تقاضا برای آب: با افزایش دما و رشد جمعیت، تقاضا برای آب در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی افزایش می‌یابد. این افزایش تقاضا، به ویژه در مناطقی که هم‌اکنون نیز با کمبود آب مواجه هستند، فشار بیشتری بر منابع آبی وارد می‌کند (US EPA, 2024).

آسیب به زیرساخت‌های آبی: سیلاب‌ها و طوفان‌های شدیدتر به زیرساخت‌های آبی مانند سدها، کانال‌ها و تصفیه‌خانه‌های آب آسیب وارد می‌کند. این اتفاق‌ها می‌توانند تأمین آب را برای مناطق گسترده‌ای مختل کنند و نیاز به سرمایه‌گذاری‌های جدید و پرهزینه برای بازسازی زیرساخت‌ها را ضروری سازند.

ذوب شدن یخچال‌های طبیعی: که جریان آب شیرین را کاهش داده و سطح آب دریاها را بالا می‌برد (US EPA, 2024). این امر باعث نفوذ آب شور به منابع آب زیرزمینی و کاهش دسترسی به آب شیرین می‌شود. مناطقی مانند خاورمیانه و شمال آفریقا که از خشکسالی‌های مداوم رنج می‌برند، به فرآیندهای پرهزینه و انرژی‌بر مانند نمک‌زدایی وابسته شده‌اند (NG, 2024). در نتیجه، تغییرات اقلیمی به شکل گسترده‌ای بحران آب را تشدید خواهد کرد و به خصوص در مناطقی که پیش از این نیز با مشکلات کمبود آب روبرو بودند، این بحران به مرحله بحرانی‌تری خواهد رسید. برای مقابله با این چالش‌ها، باید اقداماتی مانند مدیریت بهتر منابع آب، بهره‌وری بیشتر در مصرف آب، و توسعه تکنولوژی‌های تصفیه و بازیافت آب انجام شود (UN-Water, 2024).

۴. مدیریت ناکارآمد منابع آبی:

مدیریت ناکارآمد در استفاده از منابع آبی به معنای بهره‌برداری و مدیریت نادرست و غیرمؤثر از منابع آب است که می‌تواند به مشکلات جدی مانند کم‌آبی، کاهش کیفیت آب، و بحران‌های زیست‌محیطی و بطور کلی ناامنی آبی منجر شود. در ادامه به تشریح برخی از ابعاد و مصادیق مدیریت ناکارآمد (شکل ۱) منابع آبی پرداخته شده است:

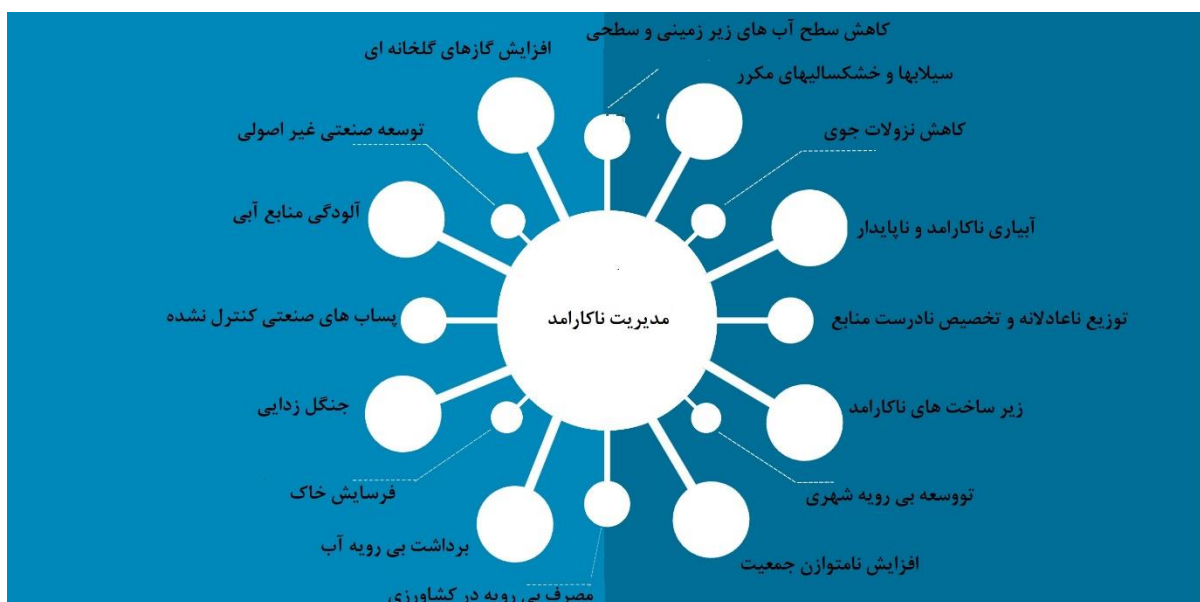
۱. برداشت بیش از حد از منابع آبی زیر زمینی، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها: برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی، صنعتی، و خانگی می‌تواند منجر به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و خشکسالی در مناطق مختلف شود. این برداشت‌ها معمولاً بالاتر از نرخ تجدیدپذیری طبیعی منابع آبی است. همچنین استفاده بیش از حد از آب‌های سطحی برای کشاورزی و تولید انرژی می‌تواند سطح آب در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها را کاهش دهد و به نوسانات شدید در دسترسی به آب در مناطق مختلف منجر شود.



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۲. آبیاری ناپایدار و ناکارآمد : استفاده از روش‌های آبیاری سنتی و غیرموثر، مانند آبیاری سطحی، می‌تواند منجر به هدررفت آب و کاهش بهره‌وری کشاورزی شود. این روش‌ها معمولاً آب را به صورت یکنواخت بر روی سطح زمین پخش می‌کنند، که موجب تبخیر زیاد و نفوذ ناکافی می‌شود. علاوه بر این، عدم استفاده از فناوری‌های مدرن آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای یا آبیاری زیرسطحی، که می‌توانند بهره‌وری آب را افزایش دهند، به هدررفت منابع آب منجر می‌شود.

۳. مدیریت ضعیف در زیرساخت‌ها: زیرساخت‌های قدیمی و فرسوده مانند لوله‌های آبرسانی می‌توانند باعث نشت و هدررفت مقادیر زیادی آب شوند. این مشکلات به ویژه در سیستم‌های توزیع آب شهری و روستایی شایع است. معضل دیگر، ناتوانی در ذخیره‌سازی است. عدم وجود مخازن مناسب برای ذخیره‌سازی آب در زمان‌های پربابی و استفاده ناکافی از ذخایر آب می‌تواند منجر به کمبود آب در دوره‌های کم‌بارش شود.



شکل ۱- مصادیق و ابعاد مدیریت ناکارآمد

۴. آلودگی منابع آب : تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و خانگی به منابع آبی بدون تصفیه مناسب می‌تواند به آلودگی منابع آب منجر شود. این آلودگی کیفیت آب را کاهش داده و سلامت عمومی و محیط زیست را تهدید می‌کند. همچنین، استفاده نادرست از کودها و سموم شیمیایی در کشاورزی می‌تواند باعث آلودگی منابع آب به مواد شیمیایی و فلزات سنگین شود.

۵. مدیریت ناکافی در توزیع و تخصیص منابع : توزیع ناعادلانه و تخصیص نادرست منابع آب بین مناطق و بخش‌های مختلف (کشاورزی، صنعت، مصارف خانگی) می‌تواند به مشکلات کم‌آبی در برخی مناطق و هدررفت منابع در مناطق دیگر منجر شود. عدم وجود برنامه‌ریزی مناسب و استراتژی‌های بلندمدت برای مدیریت منابع آب می‌تواند به عدم توانایی در مواجهه با بحران‌ها و نوسانات طبیعی منجر شود.



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱- تاثیرات غیر مستقیم مدیریت کارآمد بر نزولات جوی

ردیف	تاثیر	شرح	پیامد
۱	از بین رفتن پوشش گیاهی	استفاده ناپایدار از منابع آبی و تغییرات در کاربری زمین، به ویژه جنگل زدایی و تبدیل اراضی طبیعی به اراضی کشاورزی یا شهری، می تواند منجر به کاهش پوشش گیاهی شود. پوشش گیاهی نقش مهمی در تبخیر و تعرق آب از سطح زمین دارد.	کاهش تبخیر و تعرق باعث کاهش بخار آب در جو می شود که منجر به کاهش تشکیل ابرها و در نتیجه کاهش بارش های جوی می گردد.
۲	فرسایش خاک و تغییرات در چرخه آب	کشاورزی ناپایدار و عدم مدیریت صحیح منابع آب می تواند به فرسایش خاک منجر شود. فرسایش خاک و کاهش کیفیت آن باعث کاهش توانایی خاک در نگهداری و ذخیره آب می شود.	این کاهش ذخیره آب در خاک می تواند بر تبخیر و تعرق تأثیر منفی گذاشته و بر چرخه آب تأثیر بگذارد، که ممکن است به کاهش بارش های محلی و جوی منجر شود.
۳	کاهش سطح آب های سطحی	برداشت بیش از حد از رودخانه ها، دریاچه ها و سایر منابع آب های سطحی می تواند به کاهش سطح این منابع و کاهش میزان تبخیر از سطح آب منجر شود.	تبخیر از سطح آب های سطحی به تشکیل بخار آب در جو کمک می کند و کاهش آن می تواند به کاهش بارش های جوی منجر شود.
۴	تأثیر بر الگوهای دما و رطوبت	عدم مدیریت صحیح منابع آب و استفاده ناپایدار می تواند به گرمایش محلی منجر شود. گرمایش محلی به تغییرات در الگوهای دما و رطوبت می انجامد.	می تواند به تغییر در الگوهای بارش و کاهش نزولات جوی در مناطق خاص منجر شود.
۵	آلودگی و تأثیر بر چرخه آب	آلودگی منابع آب به ویژه از طریق فاضلاب های صنعتی و کشاورزی می تواند به تغییرات در کیفیت آب و تأثیرات منفی بر فرآیندهای طبیعی آب مانند تبخیر و تعرق منجر شود.	این تغییرات می توانند به کاهش بارش های جوی کمک کنند.
۶	تغییرات در الگوهای کاربری زمین	تبدیل اراضی طبیعی به مناطق شهری و صنعتی می تواند به تغییر در الگوهای جریان هوا و دما منجر شود.	این تغییرات می توانند به کاهش میزان بخار آب و در نتیجه کاهش بارش های جوی منجر شوند.
۷	انتشار گازهای گلخانه ای	فعالیت های انسانی مانند استفاده بی رویه از سوخت های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه ای باعث تغییرات اقلیمی می شود.	این تغییرات اقلیمی می توانند به کاهش یا تغییر در الگوهای بارش های جهانی و محلی منجر شوند.



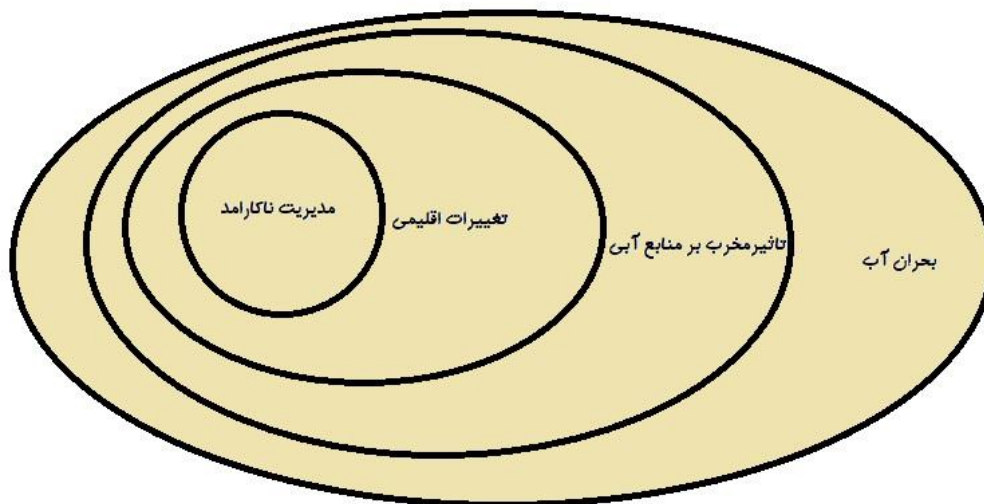
پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



مدیریت ناکارآمد در استفاده از منابع آبی به معنای عدم استفاده مؤثر و پایدار از منابع آب است که می‌تواند به کاهش کیفیت آب، افزایش هزینه‌ها، و مشکلات جدی زیست‌محیطی و اجتماعی منجر شود. برای مقابله با این مشکلات، نیاز به اجرای استراتژی‌های مدیریتی جامع، استفاده از فناوری‌های نوین، بهبود زیرساخت‌ها و سیاست‌گذاری‌های مؤثر است. از این گذشته، مدیریت ناکارآمد در استفاده از منابع آبی می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر تغییرات اقلیمی و کاهش نزولات جوی تأثیر بگذارد. این اثرات به صورت پیچیده و از طریق چندین مکانیسم به وقوع می‌پیوندد که در جدول ۱ نشان داده شده است. مدیریت ناکارآمد منابع آبی می‌تواند به کاهش نزولات جوی از طریق تأثیرات غیرمستقیم بر تبخیر و تعرق، کاهش سطح آب‌های سطحی، تغییرات در الگوهای دما و رطوبت، و آلودگی منابع آب منجر شود. برای جلوگیری از این تأثیرات، ضروری است که سیاست‌ها و روش‌های مدیریت منابع آب به‌گونه‌ای طراحی شوند که به حفظ پوشش گیاهی، کاهش هدررفت آب، و بهبود کیفیت آب کمک کنند تا چرخه طبیعی آب و بارش‌های جوی حفظ شود.

۵. اثر موجی:

در مدیریت و علوم اجتماعی، پدیده ایجاد امواج دایره‌ای پس از انداختن سنگ در آب به عنوان یک استعاره بسیار رایج به کار می‌رود. این استعاره معمولاً برای توصیف تأثیرات تدریجی و گسترش‌یابنده‌ی یک عمل، تصمیم یا رویداد استفاده می‌شود. به طور خاص، این پدیده به عنوان "اثر موجی" یا "اثر موج‌دار" (Ripple Effect) شناخته می‌شود. در روانشناسی، از اصطلاح "اثر موجی" برای توصیف تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم یک رفتار یا رویداد استفاده می‌شود. به عنوان مثال، یک عمل مهربانانه یا تصمیم مثبت فردی می‌تواند به صورت زنجیره‌ای تأثیرات مثبتی بر دیگران بگذارد و به تدریج گسترش یابد. همچنین در مورد تأثیرات منفی نیز همین اصل صدق می‌کند؛ یک رویداد منفی ممکن است پیامدهای گسترده‌تری در اطرافیان و جامعه داشته باشد. در مدیریت، تصمیمات مدیریتی مانند تغییر در سیاست‌ها، استراتژی‌ها یا رهبری ممکن است تأثیرات گسترده‌ای در سطوح مختلف سازمان و حتی خارج از آن ایجاد کند. این امواج از مرکز (تصمیم یا تغییر) شروع شده و به تدریج به سایر بخش‌ها گسترش می‌یابند، درست مانند موجی که پس از افتادن سنگی در آب پدیدار می‌شود و به اطراف گسترش می‌یابد.



شکل ۲- اثر موجی ناکارآمدی مدیریت روی بحران آب



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



توصیف نحوه ارتباط میان مدیریت ناکارآمد، تغییرات اقلیمی، و تأثیرات مخرب بر منابع آبی و بحران آب از طریق مفهوم اثر موجی، با توجه به شکل ۲ بشرح ذیل است:

۱. مدیریت ناکارآمد (پرتاب سنگ): مدیریت ناکارآمد به عنوان نقطه شروع یا پرتاب سنگ در نظر گرفته می‌شود. این نوع مدیریت شامل تصمیمات و اقدامات نادرست است که می‌تواند شامل سیاست‌های ناپایدار و بدون تحقیق کافی، برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و عدم توجه به اثرات بلندمدت، بی‌توجهی به مسائل محیطی و منابع طبیعی، سیاست‌های اقتصادی یا کشاورزی نامناسب که به بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی منجر می‌شود، عدم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی، تصفیه و بهینه‌سازی مصرف آب و غیره باشد. در واقع سنگ تصمیمات نادرست موجی از پیامدها و تبعات را ایجاد می‌کند که در ادامه به آن اشاره خواهد شد.

۲. اولین موج (تغییرات اقلیمی): مدیریت ناکارآمد باعث بروز تغییرات اقلیمی به عنوان اولین موج می‌شود. این تغییرات شامل افزایش دما و نوسانات شدید آب و هوایی، تغییر در الگوهای بارش و افزایش خشکسالی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات در الگوهای باد و دما، فرسایش خاک، جنگل زدایی و... می‌شود. نیروی حاصل از تغییرات بنیادین در شرایط اقلیمی محرکی کافی برای تولید موج دوم است.

۳. دومین موج (تأثیرات مخرب بر منابع آبی): تغییرات اقلیمی به نوبه خود باعث تأثیرات مخرب بر منابع آبی می‌شود، که شامل، کاهش منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی به دلیل کاهش بارش و افزایش تبخیر، آلودگی منابع آبی ناشی از تغییرات در الگوهای بارش و سیلاب‌ها، تغییر در کیفیت و دسترسی به منابع آب و افزایش تقاضا و مشکلات مرتبط با آن می‌شود.

۴. سومین موج (بحران آب): در نهایت، تأثیرات مخرب بر منابع آبی به بحران آب تبدیل می‌شود که به عنوان سومین موج ظاهر می‌شود. این بحران شامل کمبود شدید منابع آب برای مصارف کشاورزی، صنعتی و خانگی، تأثیرات منفی بر بهداشت عمومی و کیفیت زندگی به دلیل کمبود آب، افزایش قیمت مواد غذایی، افزایش تنش‌ها و درگیری‌ها بر سر منابع آب و مهاجرت‌های اجباری به دلیل بحران آب و معضلات امنیتی در تمام ابعاد خواهد بود.

نتیجتاً، اثر موجی، که از مدیریت ناکارآمد شروع می‌شود، به تدریج به تغییرات اقلیمی و سپس به تأثیرات مخرب بر منابع آبی و در نهایت به بحران آب منجر می‌شود. این روند به خوبی نشان می‌دهد که چگونه یک مشکل در سطح مدیریتی می‌تواند به صورت پیوسته و گسترده‌تر به بحران‌های محیطی و اجتماعی تبدیل شود. برای جلوگیری از این اثرات، نیاز است که مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست به شکلی پایدار و پیش‌بینانه انجام شود. تصمیمات باید به طور جامع و با در نظر گرفتن پیامدهای بلندمدت اتخاذ شوند تا از بروز مشکلات بزرگ‌تر جلوگیری شود.

نتایج و بحث:

تغییرات اقلیمی تا حد زیادی می‌تواند نتیجه ناکارآمدی مدیریت انسان در تعامل با طبیعت باشد. در واقع، بسیاری از عوامل انسانی که منجر به تغییرات اقلیمی شده‌اند، ناشی از ناکارآمدی مدیریت منابع و سیاست‌های ناپایدار زیست‌محیطی هستند. به برخی از این موارد می‌توان اشاره کرد:

۱. استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی: افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل استفاده گسترده از سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ، یکی از عوامل اصلی تغییرات اقلیمی است. این امر نتیجه نبود سیاست‌های انرژی پایدار و مدیریت ضعیف در زمینه کاهش وابستگی به انرژی‌های آلاینده است.



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۲. جنگل زدایی: قطع بی‌رویه درختان و نابودی جنگل‌ها به منظور بهره‌برداری از زمین‌ها برای کشاورزی و ساخت‌وساز، باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن شده است. این تخریب زیستگاه‌ها اغلب ناشی از سیاست‌های نادرست در مدیریت منابع طبیعی است.
۳. مدیریت نامناسب در کشاورزی: روش‌های کشاورزی ناپایدار، مانند استفاده زیاد از آب و مواد شیمیایی، تخریب خاک و انتشار گازهای مضر مثل متان از دامپروری، به شدت تغییرات اقلیمی را تشدید کرده‌اند.
۴. صنعت و توسعه شهری ناپایدار: توسعه بی‌رویه صنایع و شهرها بدون در نظر گرفتن اصول زیست‌محیطی و برنامه‌های بلندمدت، نقش بزرگی در افزایش آلودگی هوا و تخریب اکوسیستم‌ها دارد.
- بنابراین، می‌توان گفت تغییرات اقلیمی تا حد زیادی نتیجه ناکارآمدی مدیریت و بی‌توجهی به سیاست‌های پایدار زیست‌محیطی است و مقابله با این بحران نیازمند اصلاح در نحوه مدیریت منابع طبیعی و انرژی است. با توجه به توضیحات فوق، می‌توان نتیجه گرفت که ناکارآمدی مدیریت نقش مهم‌تری نسبت به عوامل طبیعی در تشدید بحران آب و تغییرات اقلیمی دارد. دلایل این نتیجه‌گیری به شرح جدول ۲ قابل ملاحظه است.

جدول ۲- دلایل دست بالای ناکارآمدی مدیریت در بحران آب

ردیف	دلیل	شرح
۱	عوامل انسانی پشت تغییرات اقلیمی	بسیاری از بحران‌های زیست‌محیطی که به تغییرات اقلیمی و کمبود منابع آبی دامن زده‌اند، ناشی از تصمیمات نادرست مدیریتی و بهره‌برداری‌های غیرپایدار از منابع طبیعی هستند. از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی تا جنگل‌زدایی و کشاورزی ناپایدار، همگی تحت تأثیر سیاست‌های نادرست مدیریتی قرار گرفته‌اند. اگر مدیریت بهینه‌تری برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، حفظ جنگل‌ها و توسعه پایدار کشاورزی به کار گرفته می‌شد، بسیاری از این مشکلات کاهش می‌یافتند.
۲	توانایی مدیریت برای کنترل بحران	در حالی که تغییرات اقلیمی و پدیده‌های طبیعی ممکن است غیرقابل اجتناب باشند، ناکارآمدی مدیریت و ناکارآمدی در مدیریت منابع آب و محیط‌زیست می‌تواند اثرات این پدیده‌ها را تشدید کند. مدیریت صحیح منابع می‌تواند به کاهش اثرات مخرب بحران‌های طبیعی کمک کند، در حالی که ناکارآمدی مدیریت این بحران‌ها را تشدید می‌کند. برای مثال، کشورهایی که توانسته‌اند با استفاده از فناوری‌های نوین و سیاست‌های هوشمندانه مدیریت آب، مصرف را بهینه کنند، اثرات بحران آب را کاهش داده‌اند.
۳	مدیریت نادرست به عنوان عامل بحران‌ساز	نه تنها بحران آب، بلکه بخش بزرگی از تغییرات اقلیمی نیز خود نتیجه تصمیمات مدیریتی نامناسب در سطح جهانی است. نبود برنامه‌های پایدار و مدیریت نادرست منابع طبیعی نه تنها بحران‌ها را حل نکرده، بلکه در بسیاری موارد به بحران‌های جدید دامن زده است.



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



نتیجه‌گیری:

تغییرات اقلیمی تأثیرات قابل توجهی، به‌ویژه از طریق تغییر در الگوهای بارندگی، افزایش دما، و شدت خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها بر بحران آب خواهد داشت. با اینحال، ناکارآمدی مدیریتی نقش مهم‌تری در بحران آب دارد، زیرا نه تنها بسیاری از عوامل تغییرات اقلیمی را تحت تأثیر قرار داده و خود باعث و بانی اصلی تغییرات اقلیمی است بلکه با اتخاذ سیاست‌های نادرست، امکان مدیریت بهتر و کاهش اثرات این تغییرات از بین رفته است. بنابراین، مدیریت صحیح و پایدار، کلید اصلی مقابله با بحران‌های طبیعی و انسانی است. اثر موجی مدیریت ناکارآمد در حوزه منابع طبیعی و آبی، می‌تواند منجر به بحران آب و حتی تهدیداتی برای امنیت و ثبات جوامع شود. در این استعاره، مدیریت نادرست همان سنگی است که به آب انداخته می‌شود و امواج آن به تدریج به اقلیم، منابع آبی، کشاورزی، و در نهایت بحران در جامعه و اقتصاد گسترش می‌یابد. هر موج پیامدی پیچیده‌تر و بزرگ‌تر را به همراه دارد و در نهایت، کل سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای جلوگیری از این اثرات موجی منفی، لازم است که مدیریت منابع به شیوه‌ای کارآمد و با توجه به پایداری زیست‌محیطی و بلندمدت بودن تصمیمات انجام شود. کارهای زیادی وجود دارد که همه می‌توانند برای کاهش تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن انجام دهند. خیلی ساده، به جای رانندگی، پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری کردن، در مقیاس بزرگ‌تر، مدیریت کارآمد و فناورانه و پایدار را جایگزین ناکارآمدی مدیریتی نمودن، وابستگی صنایع به سوخت‌های فسیلی را به منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک‌تر تغییر دادن، گذار به نگرش صحیح سیستمی و نهایتاً انجام کارها و تصمیمات درست در قبال محیط زیست و مراقبت از اقلیم، همگی به نوبه خود می‌توانند اثر موجی مثبت برای پیشگیری از پدیده مخرب بحران آب در سیاره ما ایجاد نمایند و آن را به محیط امن تری برای زیستن تبدیل سازد.

فهرست منابع

1. UN (2024). Water and Climate Change. Available (online) at : <https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change>
2. NG (2024). How Climate-Change-Impacts-Water-Access . available (Online) At : <https://www.nationalgeographic.org/article/how-climate-change-impacts-water-access>
3. USEPA (2024). climate-change-impacts-freshwater-resources Available Online At : <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-impacts-freshwater-resources>
4. UN-Water (2024). Progress on Implementation of Integrated Water Resources Management Available (online) at : [SDG6_Indicator_Report_651_Progress-on-Implementation-of-IWRM_2024_EN_0.pdf](https://www.unwater.org/SDG6_Indicator_Report_651_Progress-on-Implementation-of-IWRM_2024_EN_0.pdf) (unwater.org)
5. UNESCO .(2018). "The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water." United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
6. World Bank .(2020). "Water Scarcity: Global Challenge, Local Solutions." World Bank Group.
7. FAO .(2024). Water scarcity, Available (Online) At : <https://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/>
8. UN (2021). "World Water Development Report 2021: Valuing Water." United Nations.
9. Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2016). "Four Billion People Facing Severe Water Scarcity." Science Advances, 2(2), e1500323.
10. Wutich, A., Beresford, M., Montoya, T., Radonic, L., & Workman, C. (2022). Water security and scarcity. Oxford research encyclopedia of anthropology. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190854584.013.475>.
11. IPCC (2021). "Climate Change 2021: The Physical Science Basis." Intergovernmental Panel on Climate Change.
12. Rodell, M., et al. (2018). "Emerging Trends in Groundwater Depletion and Its Implications for Water Security." Nature Reviews Earth & Environment, 1(6), 374-390.
13. Schröder, P., et al. (2019). "Water Scarcity and Its Implications for Agriculture and Food Security." Agricultural Systems, 176, 102-114.
14. Sivakumar, B. (2011) Water crisis: From conflict to cooperation—an overview. *Hydrol. Sci. J.* **56**(4), 531–552.



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



The Water Crisis: A Challenge of Nature or Management Inefficiency?

Sayed Vahed Moosavi^{*1}, Reza Radfar², Saeed Setayeshi³

¹Faculty Member of Computer Engineering, Science and Research University, Tehran, Iran

² Faculty Member Faculty of Information Technology Management, Science and Research University, Tehran, Iran

³ Faculty Member of Energy Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

The water crisis has become one of the greatest global challenges, with widespread impacts on food security, the economy, the environment, and human societies. This article examines the main factors behind this crisis, focusing on two key aspects: climate change and inefficient water resource management. On the one hand, climate change, including rising temperatures, reduced rainfall, and recurrent droughts, is recognized as a natural factor that has severely affected water resources. On the other hand, inefficiencies in water resource management, such as poor policies, outdated infrastructure, and unsustainable use of resources, have exacerbated the crisis. This article evaluates both factors in a balanced manner and demonstrates that the water crisis is not only caused by natural factors but is also significantly influenced by management inefficiencies. The consequences of this crisis, including reduced agricultural production, rising prices, social unrest, and migration, are also analyzed. The article concludes that inefficient management of the environment and natural resources plays a more crucial role in the water crisis, as it not only exacerbates many aspects of climate change but also undermines the potential for better management and mitigation of these changes. Therefore, efficient management based on a systemic, sustainable, and technology-driven approach is the key to addressing the water crisis and its associated challenges.

Keywords: Water, Unefficient Managment, Water Crisis, Climate Change