

راهکارهای مدیریتی بهینه جهت کاهش و کنترل اثرات خشکسالی بر منابع آبی

نازنین جامعی^۱
شادی مرعشی^۲

چکیده:

در چند سال اخیر پدیده خشکسالی مناطق مختلفی در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار داده و خسارات قابل توجهه و گاهاً جبران ناپذیری را بر منابع طبیعی و خصوصاً اکوسیستم های آبی برجای گذاشته است. طبق بررسی های انجام شده مشخص گردیده است که خشکسالی به دلیل تغییرات آب و هوایی جهانی حادث می شود. بنابراین برای مقابله با پدیده خشکسالی و جلوگیری از شرایط سخت و بحرانی کم آبی نیازمند تغییرات اساسی در خط مشی ها خواهیم بود. اما مدیریتی که هم اکنون برای جلوگیری و مقابله با خشکسالی در جریان می باشد، ساخت سدهای بیشتر، افزایش پروژه های شیرین کردن آب و انجام حفاری ها جهت استحصال آب بیشتر به منظور پاسخگویی به تقاضای بالاتر را در اولویت فعالیت های خود قرار داده است. در نتیجه اعمال این نوع مدیریت نه تنها مشکل حل نشده است بلکه بهره برداری بیش از حد و ناپایدار از منابع آبی و نهایتاً تشدید مشکل را نیز به دنبال داشته است. باید توجه داشت که خشکسالی یک پدیده طبیعی بوده و ممکن است به دفعات اتفاق افتاده و تکرار گردد. لذا چنانچه منابع آبی بطور خردمندانه مدیریت نگردند، چه در سال های بارانی و چه در سال های خشکسالی، خشکی و کم آبی بصورت پدیده ای مزمن درآمده و اثرات آن افزایش خواهد یافت. برای متوقف نمودن خشکسالی می بایست سه دسته از راهکارها مورد توجه قرار گیرد: (۱) مدیریت تقاضا، (۲) مدیریت عرضه و (۳) مدیریت یکپارچه و پایدار منابع آبی. واضح است که افزایش استحصال آب راهکار مناسبی نخواهد بود. با توجه به مواردی که به آنها اشاره گردید در این مقاله به بیان راهکارهای مدیریتی بهینه جهت کاهش و کنترل آثار ناشی از خشکسالی پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: خشکسالی، اثرات زیست محیطی، مدیریت

^۱. کارشناس ارشد علوم محیط زیست - رئیس گروه دفتر بررسی های زیست محیطی - سازمان آب و برق خوزستان
^۲. کارشناس ارشد علوم محیط زیست - کارشناس محیط زیست دفتر پژوهش های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان

مقدمه

خشکسالی بر کلیه جنبه های زندگی و بخش های مختلف جامعه خصوصاً تغییر محیط طبیعی تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم برجای می گذارد. در میان بلایای طبیعی که همواره انسان ها با آن دست به گریبان بوده اند، پدیده خشکسالی به دلایل متعددی از قبیل طولانی بودن مدت زمان آن، وسعت زیاد، تلفات جانی، خسارات اقتصادی و اثرات اجتماعی دراز مدت و ...، تأثیرات بیشتری را بر جوامع بشری برجای گذارده است. از نظر مفهومی، خشکسالی پدیده ای طبیعی است که ناشی از ایجاد تغییر در خصوصیات اقلیمی می باشد، گرچه اغلب به اشتباه بعنوان پدیده ای غیر منتظره و غیرعادی مطرح می گردد. منشاء خشکسالی کاهش میزان بارش در یک دوره طولانی مدت همانند یک فصل یا بیشتر می باشد. نتیجه منطقی تغییر اقلیم، افزایش دما و کاهش بارندگی در بسیاری از نقاط جهان است که فراوانی و شدت پدیده خشکسالی را افزایش می دهد. خشکسالی یک اتفاق طبیعی است که با سایر پدیده ها متفاوت است و به آرامی آغاز شده و در طول ماه ها و یا حتی سال ها اتفاق می افتد و اثرات وسیعی را در سطح منطقه ای برجای می گذارد. شروع و پایان و شدت خشکسالی اغلب به سختی قابل تخمین می باشد. خشکسالی باعث اثرات اساسی اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی در سطح وسیع منطقه ای یا حتی ملی می گردد. این امر در تمامی پهنه های اقلیمی اتفاق می افتد، ولی آسیب پذیری و درجه اهمیت آن از یک منطقه به منطقه دیگر بطور قابل توجهی تغییر می کند.

تعاریف مختلف خشکسالی

برای خشکسالی تعاریف متعددی وجود دارد که هر یک دیدگاه مشخصی را مد نظر قرار داده است. در این بخش به بیان تعاریف خشکسالی پرداخته شده است:

خشکسالی از دیدگاه هواشناسی: خشکسالی از دیدگاه هواشناسی برپایه میزان بارش یا درجه خشکی در مقایسه با میزان طبیعی یا میانگین ماهانه بارش، و در طی یک دوره خشک تعریف می شود [۲].

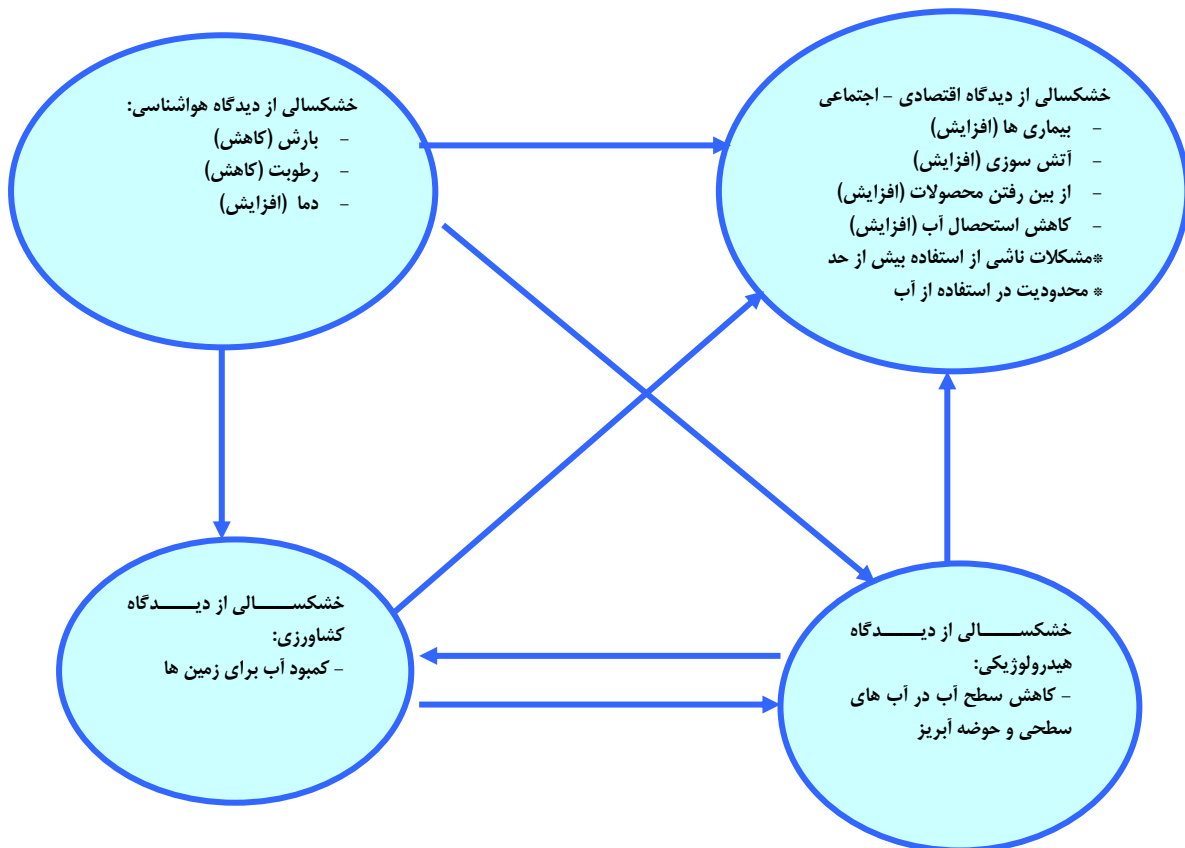
جدول (۱) - معیارهای تعریف خشکسالی از دیدگاه هواشناسی در برخی از کشورها [۱]

ردیف	نام کشور	سال	معیار
۱	ایالات متحده امریکا	۱۹۴۲	بارش کمتر از ۲/۵ میلیمتر در ۴۸ ساعت
۲	انگلستان	۱۹۳۶	۱۵ روز متوالی با مجموعه بارش کمتر از ۲۵ میلیمتر
۳	لیبی	۱۹۶۴	بارش سالانه کمتر از ۱۸۰ میلیمتر
۴	هند	۱۹۶۰	کاهش بارش فصل واقعی (مونسون) بیش از ۲ برابر متوسط انحراف
۵	بالی	۱۹۶۴	یک دوره ۶ روزه بدون بارش

- **خشکسالی از دیدگاه کشاورزی:** خشکسالی از دیدگاه کشاورزی به خصوصیات خشکسالی هواشناسی و اثرات کشاورزی ناشی از آن بستگی دارد (همانند کمی بارش، تفاوت میان تبخیر - تعرق واقعی و بالقوه، کمبود آب و خاک، کاهش آبهای زیرزمینی و کاهش سطح مخازن). میزان آب مورد نیاز گیاه به مسائل متفاوتی از قبیل شرایط آب و هوایی، خصوصیات زیستی گونه گیاهی، مرحله رشد و خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک بستگی دارد [۲].

- خشکسالی از دیدگاه هیدرولوژیکی: از دیدگاه هیدرولوژیکی، خشکسالی به پائین بودن میزان خروجی یا حجم منابع آبی و مخازن در طی ماه یا سال اطلاق می گردد [۲].

- خشکسالی از دیدگاه اجتماعی - اقتصادی: تعریف خشکسالی از این دیدگاه به استحصال و نیاز فرآورده های وابسته به عناصر خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی بستگی دارد. این تعریف از سایر تعاریف متفاوت بوده و تحت تأثیر فعالیت های انسانی بوده و به فرآیندهای استحصال و نیاز بستگی دارد. خشکسالی از دیدگاه اقتصادی - اجتماعی زمانی اتفاق می افتد که نیاز به محصولات اقتصادی همانند آب، علوفه، ماهی یا نیروگاه ها بیش از میزان موجود آب، که به دلیل کاهش بارش استحصال آن کم شده است، می باشد و این امر اثرات اقتصادی - اجتماعی را به دنبال خواهد داشت [۲].



نمودار ۱- خشکسالی از دیدگاه های مختلف و ارتباط آنها [۲]

اثرات خشکسالی

اثرات این پدیده می تواند بطور مستقیم یا غیر مستقیم خود را نشان دهد. به عنوان مثال کاهش محصولات سالانه، از بین رفتن دام ها و تخلیه مخازن از آثار مستقیم این پدیده می باشد. این اثرات می تواند نشانه های ثانویه ای را به دنبال داشته باشد [۳]. به دلیل اهمیت منابع آبی و اثرپذیری مستقیم این منابع از خشکسالی، اثرات این پدیده در ابتدا بطور مجزا بر این منابع مورد بررسی قرار گرفته است و سپس به بررسی آثار کلی آن در سایر بخشهای محیط زیست پرداخته خواهد شد.

الف- اثر بر کمیت آب ها: کاهش سطح آب دریاچه ها، رودخانه ها و تالاب ها یکی از نشانه های بارز خشکسالی است. استحصال آب به مواردی از قبیل توزیع بارش، زهکشی آب های سطحی و زیرزمینی وابسته است. بسته به شرایط آب و هوایی بطور متوسط ۳۰ تا ۴۰ درصد بارش سالانه تبخیر شده و بیش از نیمی از آن نیز به جریان های سیلابی تبدیل می گردد، و نیز بسته به نوع خاک ۱۰ تا ۲۰ درصد آن آبهای زیرزمینی را تغذیه می کند [۴].

ب- اثر بر کیفیت آب: خشکسالی به دلیل اثری که بر کمیت آب ها می گذارد، بطور غیرمستقیم اثراتی را بر کیفیت آب نیز برجای خواهد گذاشت. پدیده ای که بر کیفیت آب اثرگذار می باشد، می بایست بطور جدی مورد بررسی قرار گیرد، زیرا با سلامت جامعه در ارتباط می باشد [۴].

نوسانات اقلیمی که رژیم های هیدرولوژیکی را تغییر می دهد، می تواند تأثیرات اساسی را بر شیمی آبها و به خصوص دریاچه ها داشته باشد، متوقف شدن ورود رسوبات، مواد آلی و مواد مغذی که از طریق روان آبها به منابع آبی وارد می شوند، با کاهش بارندگی کنش ها و واکنشهای میان دریاچه و محیط خشکی پیرامونی از بین می رود، بر اثر کاهش آب، مناطق کم عمق ساحلی و تالابها در معرض دگرگونی قرار گرفته و الگوهای رویشی و چرخه های شیمیایی دچار تغییر می شوند، در طی دوره خشکسالی میزان کلیفرم مدفوعی به دلیل کاهش تریقیق، افزایش تبخیر و افزایش زمان سکون آب بر روی رسوبات، در شرایط کم بودن سرعت جریان های آبی، به طرز قابل توجهی افزایش می یابد، کاهش غلظت مواد مغذی در آبهای سطحی، غلظت مواد مغذی در نتیجه کاهش روان آبها، ممکن است در طی فرآیند ته نشست در دریاچه ها افزایش پیدا کند، غلظت مناسب مواد مغذی در دوره خشکسالی باعث افزایش شفافیت و افزایش انتقال نور شده که دو اثر قابل انتظار را بر فیتوپلانکتون ها در پی دارد: (۱) جوامع جلبکی که محدودیت های نوری دارند با سرعت بیشتری رشد می کنند، و (۲) تولیدات سالانه فیتوپلانکتون ها افزایش می یابد [۴].

ج- اثرات اقتصادی:

در دوران خشکسالی اثرات اقتصادی بسیاری در بخش کشاورزی و سایر بخش های مرتبط با آن همانند جنگلداری و آبیاری پروری، به دلیل اتکا این بخش ها به آب های سطحی و سایر منابع آبی ایجاد می شود. همچنین کاهش محصولات نیز یکی از اثرات مهم این پدیده می باشد. بطور کلی اثرات اقتصادی ناشی از خشکسالی می تواند شامل اثرات منفی بر کشاورزی و سایر بخش های وابسته، کاهش محصولات و تعداد حیوانات اهلی، افزایش هجوم حشرات، افزایش بیماری های گیاهان، افزایش فرسایش بادی، افزایش آتش سوزی ها در جنگل ها و منابع طبیعی که خساراتی را هم به جوامع انسانی و هم به حیات وحش منطقه وارد می نماید، کاهش درآمد کشاورزان، کاهش درآمد گروه های تجاری خرد و سایر افرادی که نیازهای کشاورزان را تهیه می کنند، افزایش بیکاری، افزایش مخاطرات اعتباری برای موسسات سرمایه گذاری، از دست رفتن بازدهی مالیات ها برای دولت ها، کاهش درآمد ناشی از تفریح و گردشگری، افزایش قیمت غذا، انرژی و سایر تولیدات به دلیل کاهش استحصال آنها، در برخی از مناطق افزایش واردات کالاهای ضروری، نتایج تخریبی ناشی از کم شدن تغذیه آب های سطحی و کاهش جریان که منجر به کاهش تردهای آبی و بالا رفتن هزینه های حمل و نقل به دلیل افزایش جابجایی ریلی و جاده ای، کاهش قابل توجه تولیدات نیروگاه های برقایی و ... شود.

شرکت بیمه مانچری در تابستان سال ۲۰۰۳، خسارات اقتصادی ناشی از خشکسالی در اروپا را تقریباً ۱۳ میلیارد دلار آمریکا تخمین زده است [۵].

د- اثرات محیط زیستی

اثرات ناشی از خشکسالی بر محیط زیست بسیار گسترده می باشد. برخی از این آثار در کوتاه مدت قابل تشخیص نبوده و اثرات آنها در بلند مدت خود را نشان خواهد داد. بطور کلی اثرات خشکسالی بر محیط زیست می تواند شامل تخریب گونه های گیاهی، از بین رفتن گونه های جانوری، تخریب زیستگاه ها، تأثیر بر کیفیت هوا و آب، تخریب جنگل ها بر اثر آتش سوزی، کاهش کیفی و تخریب چشم انداز ها، از دست رفتن تنوع زیستی، فرسایش خاک و ... باشد.

برخی از آثار محیط زیستی کوتاه مدت بوده و پس از تغییر شرایط و پایان دوره خشکسالی مجدداً به حالت اولیه باز می گردند. اما برخی دیگر از آثار دوره طولانی تری باقی مانده و گاهی اوقات نیز بصورت دائمی در می آیند. چنانچه مدیریت منابع آبی بصورت پایدار صورت نپذیرد این آثار رو به افزایش گذاشته و احتمال وقوع آثار ماندگار و طولانی تر افزایش خواهد یافت. آثار طولانی مدت و ماندگار بیشتر در اکوسیستم های تالابی خود را نشان می دهند. زیرا این اکوسیستم ها عمدتاً در انتهای حوضه های آبریز قرار دارند و بیشترین فشارهای ناشی از کم آبی و خشکسالی بر این منابع آبی تحمیل می گردد. بعنوان مثال

در اثر از بین رفتن تالابها، دریاچه ها و گونه های گیاهی، زیستگاه های حیات وحش تخریب می گردد. تخریب زیستگاه که نهایتاً منجر به تغییر زیستگاه و محل زیست حیات وحش می گردد، اثرات منفی را بر روی گونه ها و افراد هر گونه برجای خواهد گذاشت. هرچند برخی از گونه ها ممکن است خود را در شرایط جدید مجدداً احیا نموده و با آن سازگار شوند. کاهش کیفیت چشم اندازها به دلیل مواردی همانند فرسایش خاک، ممکن است باعث بقاء تخریب هایی همانند از دست رفتن تنوع زیستی و تولیدات آن چشم انداز شود. گرچه کمی نمودن تخریب های زیست محیطی امری مشکل است، ولی ارتقاء آگاهی های عمومی، توجه رسمی و تمرکز بر اثرات زیست محیطی ناشی از خشکسالی را افزایش خواهد داد.

اثرات خشکسالی بر گیاهان و اکوسیستم ها بواسطه سایر استرس های موجود نیز افزایش می یابد. بررسی کنش های فی مابین خشکسالی و فشارهای ناشی از آن در درختان جنگلی، کاهش شدید بردباری را در مقابل ترکیب این دو فاکتور و به تبع آن کاهش تثبیت کربن در جنگل را نشان می دهد. همانند همان چیزی که در خشکسالی تابستان ۲۰۰۳ در اروپا اتفاق افتاد (سیاس و همکاران، ۲۰۰۵). در این بررسی به میزان ۳۰٪ کاهش در میزان تولید کلی در سطح اروپا در شبکه تولید کربن نسبت به زمان مشابه در سال قبل آن مشاهده گردید.

اثرات محیط زیستی ناشی از آبیاری می تواند به شکل متفاوت تری خود را نشان دهد: کاهش تحمل حوضه آبریز به دلیل برداشت بیش از اندازه، باعث افزایش فرسایش خاک در مکان های دارای کشت شیبدار و افزایش آلودگی آب بر اثر ورود مواد مغذی و آفت کش ها خواهد شد [۵].

ه- اثرات اجتماعی

اثرات اجتماعی ناشی از خشکسالی عمدتاً شامل موارد ذیل می باشد:

- اثر بر امنیت عمومی؛
- اثر بر سلامتی؛
- افزایش تعارضات بین استفاده کنندگان آب؛
- کاهش کیفیت زیست؛
- یکسان نبودن پراکنش آثار در تمامی مناطق [۵]؛

مدیریت خشکسالی

امروزه آگاهی و حساسیت بالایی در میان مدیران در ارتباط با انجام فعالیت های پیشگیرانه در مدیریت خشکسالی ایجاد گردیده است. طرح ریزی فرآیندها در زمانیکه هجوم خشکسالی هنوز آغاز نشده، با در نظر گرفتن قابلیت اجرایی آنها در قالب برنامه های بلند مدت، قبل از شروع و گاهی اوقات پس از اتمام دوره خشکسالی جزءبندی و اجرا می گردد. طرح ریزی فرآیندها هیچگاه در کشورهایی که مستعد خشکسالی می باشند نباید متوقف گردد، ولی فعالیت ها می بایست بیشتر در زمینه ارزیابی و اصلاح فرآیندها با توجه به تغییرات ایجاد شده متمرکز گردد. هرچند بخش بسیار مشکل این فرآیندها آغاز آنها خواهد بود. اولین اثر ناشی از خشکسالی کاهش آب است، بیشترین فعالیت های طرح های مدیریتی در زمان خشکسالی یا پس از آن با هدف کاهش اثرات ناشی از کاهش آب پایه گذاری شده اند. این فعالیت ها به خودی خود طیف وسیعی از اقدامات را جهت کاهش آسیب پذیری های اجتماعی که لزوماً وابسته به منابع نیستند، در بر می گیرند. بعلاوه در برنامه ریزی ها، مدیریت مؤثر منابع آبی در مناطق مستعد وابسته به تأسیس نهادهای تصمیم گیری های رسمی و قانونی برای بررسی موضوعات مرتبط با حفاظت آب و مدیریت زمان خشکسالی می باشد.

به دلیل رابطه تنگاتنگ منابع آبی و پدیده خشکسالی، مدیریت خشکسالی عنصر اساسی سیاست ها و راهبردهای ملی منابع آبی می باشد. برنامه های مدیریتی خشکسالی می بایست قبل اینکه مورد نیاز باشند براساس قوانین ویژه و پس از انجام مطالعات دقیق و با توجه به تعاریف خشکسالی، اثرات آن و اقدامات کاهش آثار، پیش بینی شوند [۵].

الف- نیازهای اساسی برنامه های خشکسالی

به منظور بالا بردن درصد موفقیت هر برنامه مدیریتی لازم است که در ابتدا نیازهای اساسی آن برنامه شناسایی گردیده و مدنظر قرار گیرد. نیازهای اساسی برنامه های خشکسالی شامل موارد ذیل می باشد:

ارزیابی اثرات خشکسالی، چارچوب قانونی، ممیزی (بازرسی) منابع آبی، ارزشیابی ظرفیت سیستم های آبی، تأسیس ساختار سازمانی مدیریت خشکسالی، شناسایی گروه های خطر و میزان آسیب پذیری آنها در مقابل خطرات ناشی از خشکسالی، تعیین رژیم جریان زیست محیطی، تهیه طرح ها و برنامه های خشکسالی (برنامه های خشکسالی می بایست موارد اختصاصی از قبیل: تمامیت، قابلیت پذیرش، اثربخشی، کارایی، یک سیستم پایش، یک سیستم ارزیابی پیامدها و یک سیستم پاسخگو [۵].

ب- اقدامات کاهش اثرات خشکسالی

ب-۱- انتخاب اقدامات جهت کاهش اثرات خشکسالی

واکنش به خشکسالی به رده های مختلفی از اقدامات به شرح ذیل تقسیم بندی می شوند:

۱. راهبردی^۱: اقدامات راهبردی برنامه های بلند مدت و سازمانی همانند بهبود و اصلاح زیر ساخت های استحصال آب یا قوانین می باشند.
۲. فنی^۲: اقدامات فنی، همانند جیره بندی آب، جهت پیشبرد و توسعه فعالیت های مربوط به کمبود آب انجام می پذیرند.
۳. فوری (ضروری)^۳: اقدامات فوری تمامی مواردی هستند که در شرایط خاص انجام می پذیرند و جزء برنامه های همیشگی و ثابت نمی باشند [۵].

ب-۲- مدیریت تقاضا

خشکسالی میزان آب موجود را به نسبت شرایط نرمال تا پائین تر از میزان تقاضا کاهش می دهد. بنابراین حفاظت آب و محدودیت مصرف آن ممکن است به سه بخش عمده مصرف یعنی آبیاری، خانگی و صنعتی تحمیل گردد. عمده ترین اقدامات مدیریتی تقاضا عبارتند از: تغییر سیاست ها، ممنوعیت داوطلبی یا اجباری، سهم بندی اولویت ها، ظرفیت ها و محدودیت ها، تغییر قیمت، وضع قوانین و آئین نامه ها بوسیله متخصصین خشکسالی، اعتبارهای حفاظتی، تغییر روشهای آبیاری، فنون حفاظتی در صنایع و نهایتاً تناوب در فعالیت های مصرف کنندگان.

ب-۳- تغییرات عملیاتی

در سال های اخیر این نوع اقدامات اثر بخشی خود را ثابت نموده اند:

مدیریت استفاده های عطفی^۴، حفظ سواحل منابع آبی، تغییرات بلند مدت در قوانین رهاسازی آب مخازن، بهره برداری مشروط از ذخایر، تغییرات سازمانی، تغییرات قانونی و برقراری ارتباط عملیاتی میان سیستم ها [۵].

ب-۴- تعیین استراتژی های ذخیره آب در زمان خشکسالی

استراتژی های منابع آبی که در شرایط خشکسالی انتخاب می گردند می بایست اختصاصاً بر ذخیره آب متمرکز گردند. عبارت «استراتژی استفاده از آبهای زیرزمینی» که راهکاری موقتی است بارها برای استفاده منابع هیدرولوژیکی در طی دوره خشکسالی مورد استفاده قرار می گیرد. ولی بکارگیری این روش باعث می گردد که در خشکسالی های بعدی با مشکل مواجه شویم. در طی دوره خشکسالی می بایست کنترل سخت و شدیدی بر حفاری چاه های غیرمجاز و پمپاژ آب برای

¹ . Strategic

² . Tactical

³ . Emergency

⁴ . Conjunctive use management

جلوگیری از بدتر شدن شرایط موجود و رسیدن به شرایط نامطلوب از نظر کمیت آب، صورت پذیرد. بهتر است که راهکارهای اختصاصی پایش پارامترهای هیدرولوژیکی در طی دوره طبیعی تعیین گردد، زیرا برای مطالعه در زمینه ظرفیت ترمیم حوضه آبریز و میزان تأثیر آن بر کیفیت آبهای زیرزمینی، بطوریکه نتایج بدست آمده کارایی استفاده و کاربرد برای بحران های آبی را داشته باشند، این امر بسیار حائز اهمیت است. راهبردهای مطمئن و قطعی برای ذخیره آب های زیرزمینی می بایست در شرایط خشکسالی مورد استفاده قرار گیرند. استفاده های بیش از حد و ترمیم (بازیابی منابع) می بایست پایش شوند. بنابراین کنترل مؤثر و کارا اغلب در شرایط طبیعی مورد نیاز می باشد. چنانچه منابع آبی در یک سیستم مدیریت یکپارچه مدیریت شوند، در رویارویی با شرایط خشکسالی موفق تر خواهیم بود. برنامه های مدیریت خشکسالی می بایست مطابق با شاخص ها تنظیم گردیده، و برنامه مجزا و اصلاح برنامه می بایست بر اساس تغییرات کیفی آب صورت پذیرد [۵].

ب-۵- افزایش منابع آبی

افزایش قابلیت استفاده از آب با توجه به منابع آبی موجود اگر غیر ممکن نباشد، امری بسیار دشوار است. هرچند استحصال آب ممکن است از طریق روشهای زیر افزایش یابد:

استفاده از آبهای زیرزمینی مهم (استراتژیک)، حوضه های آبریز استراتژیک یا تغذیه حوضه آبریز در زمان خشکسالی، استفاده مجدد از پساب ها برای مصارف غیر از آب آشامیدنی، نمک زدایی، تخصیص مجدد موجودی آب، واردات آب، پائین آوردن کیفیت آب برای مصارف خاص، افزایش برداشت آب (پمپاژ آب) از حوضه های آبریزی که توان جبران کمبود حوضه های آبریز تحت تأثیر خشکسالی را دارند و نزدیک آنها قرار دارند، ایجاد ذخایر جدید در سیستم های توزیع آب جهت افزایش تنظیم توزیع، ایجاد اتصالات داخلی جدید در صورتیکه اتصالات قبلی پاسخگوی نیازهای ضروری جوامع انسانی نمی باشد [۵].

ب-۶- تغییرات محیط زیستی و کیفیت آب

مطابق نظریه صندوق جهانی حیات وحش، بدتر شدن شرایط منابع آبی بطور موقتی چنانچه نتیجه حوادث غیرقابل پیشگیری همانند سیلابها و ادامه خشکسالی است، تحت شرایط معینی نباید باعث نقض قوانین برداشت آب شود. در این شرایط استثنایی، برخی فعالیت ها برای کاهش موارد مخرب می بایست بکار بسته شود، ولی به منظور پیشگیری از بدتر شدن شرایط منابع آبی می بایست فعالیت هایی شامل کاهش مصرف حداقل جریان آب مورد نیاز، استفاده از راهکارهای دستیابی به کیفیت آب مناسب با روش هایی همانند تصفیه آب در سطح بالا، محدود نمودن ریزش ها و استفاده از آبهای زیرزمینی برای کمک نمودن به آبهای سطحی که شرایط خوبی ندارند، صورت پذیرد.

هرگونه تغییر در میزان حداقل آب مورد نیاز و رژیم آبی، قبل از اینکه اتفاق بیفتد، می بایست به منظور تخمین اثرات منفی این تغییر بر شرایط اکولوژیکی منابع آبی و اکوسیستم های گیاهان و جانوران آبی، به عنوان اثرات برگشت ناپذیر مورد تجزیه تحلیل قرار گیرد. کاهش مصرف حداقل جریان های مورد نیاز زمانی مؤثر خواهد بود که آن جریان برای آب شرب نیز مورد استفاده قرار گیرد [۵].

ب-۷- زمان بندی

برنامه های مدیریتی منابع آبی در شرایط خشکسالی می بایست قبل از وقوع پیوستن این پدیده در شرایطی که برنامه ریزان از نظر ذهنی آزاد هستند صورت پذیرد، نه تحت شرایط بحرانی که ممکن است با توجه به زمان کم بدترین تصمیمات گرفته شود. منتظر ماندن تا آخرین لحظات موجب اضطراب و ناامیدی و انجام فعالیت های بی اثر و ناهماهنگ خواهد شد. بسیاری از مصرف کنندگان در مشکلات متعدد ایجاد شده مقصر نیستند و یا اینکه حمایت کاملی نمی کنند. برنامه های طراحی شده می بایست هر دو زمان تهیه و اجرای فعالیت برای کاهش ناسازگاری ها را داشته باشند [۵].

ج- پایش و شبکه های خشکسالی

ج-۱- پایش و کنترل پیوسته مصارف و برداشت های آب

مصارف آبی می بایست بطور پیوسته ثبت، ذخیره و پردازش گردد، برای اینکه مشخص می نماید که چه استفاده ای از آب می شود (استفاده های محلی، صنعتی آبیاری و محیط زیست). کنترل مصارف آب امری بسیار ضروری است، زیرا آب با ارزش، که

در اکثر موارد به سختی به دست می آید، به پسآب تبدیل نشود. پایش و کنترل مداوم آب نشت کرده، تبخیر شده و ...، به منظور کاهش میزان هدررفت آب و دنبال نمودن اهداف تعادل آبی بسیار ضروری است [۵].

ج-۲- پایش مداوم شرایط منابع آبی

از این طریق مجموعه ای از اطلاعات ذخیره شده و پردازش شده در خصوص بارندگی، جریان آب، ورودی سدها، ورودی حوضه آبریز، تغییرات سطوح آب در مخازن سدها و حوضه آبریز، موارد هدررفت آب (همانند: نشت، تبخیر، شکستگی و ...) جمع آوری خواهد گردید. برای دستیابی به این هدف، شبکه های خاص اطلاعاتی می بایست تأسیس شوند که بر اساس معیارهای جهانی موجود همانند معیارهای صندوق جهانی حمایت از حیات وحش (به خصوص در خصوص اطلاعات کمی آبهای زیرزمینی)، اطلاعات مربوط به آبهای زیرزمینی و سطحی را بصورت خودکار جمع آوری نمایند [۵].

ج-۳- پایش بینی مداوم شرایط منابع آبی

پیش بینی شرایط مورد انتظار منابع آبی برای سال های آتی جهت برنامه های خشکسالی به سادگی قابل انجام نخواهد بود. اطلاعات واقعی قابل استفاده در خصوص جریان رودخانه و میزان بارندگی می بایست از طریق آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و برای انجام آن مدل های آماری تهیه شود، تا بتوان میزان ورودی به مخازن را با در نظر گرفتن برخی احتمالات تخمین زد [۵].

ج-۴- ارزیابی مداوم نیازهای آبی، با توجه به سطح نرمال و محدودیت ها

نیازهای آبی برای مصارف خانگی، صنعتی، آبیاری و سایر مصارف، میزان واقعی مورد نیاز، هدررفت آب یا مقادیر محاسبه نشده و پسآب ها می بایست بصورت مداوم ثبت گردیده و تخمین زده شود. کمترین میزان مصارف برای هر نوع مصرفی می بایست با تمامی مصرف کنندگان مورد توافق قرار گیرد. اولویت های مصارف آب می بایست با توجه به نیازهای اقتصادی، زیست محیطی، بهداشت جوامع، مسائل استراتژیک، معیارهای ملی و اجتماعی تعیین گردد [۵].

ج-۵- بهبود بازده مصارف آب

میزان بالقوه بهبود بازدهی مصارف آب را می توان در دو بخش تقسیم بندی نمود، اول آنکه این هدف فعالیت مؤسسات را بهبود بخشد و دوم آنکه این هدف بازدهی استفاده آب را در سطح ذینفعان بهبود بخشد. میزان آن نیز در دو بخش رسیدگی به بهبود شرایط زیرساخت های موجود و مفاهیم غیر ساختاری تقاضای آب تقسیم بندی می گردد (به عنوان مثال بهبود سازماندهی و مدیریت، بهبود دانش و آگاهی در خصوص هدررفت آب، ایجاد سیستم اطلاعات، تخمین نیاز محصولات و سازگاری با میزان آب اختصاص داده شده، بالا بردن خلاقیت مصرف کنندگان جهت بهبود شرایط، نرخ های سیستمی) [۵].

بحث و نتیجه گیری

همانگونه که بیان گردید خشکسالی پدیده ای طبیعی است که فعالیت های انسانی غیر پایدار در سطح حوضه های آبریز اثرات و پیامدهای آنرا تشدید می نماید. لذا اولین و اساسی ترین گام در کاهش و کنترل پیامدهای ناشی از پدیده خشکسالی کنترل فعالیت های انسانی در سطح حوضه ها خواهد بود. همچنین برنامه ریزی برای شرایط ایجاد شده در زمان خشکسالی قبل از وقوع این پدیده، به خصوص در مناطقی که احتمال وقوع خشکسالی بیشتر است، امری ضروری و لازم به نظر می رسد. لذا ایجاد تشکیلات مناسب و دائمی جهت برنامه ریزی و مدیریت خشکسالی، تدوین برنامه های زمانبندی شده جهت اجرا در شرایط نرمال و خشکسالی از جمله مواردی می باشند که می بایست در مدیریت خشکسالی مورد توجه قرار گیرند. البته لازم به ذکر است که در نظر گرفتن سه دسته از اقدامات اساسی در این زمینه که شامل (۱) مدیریت تقاضا، (۲) مدیریت عرضه و (۳) مدیریت یکپارچه و پایدار منابع آبی می باشند می بایست توسط تصمیم گیران و سیاستگذاران در سطح حوضه آبریز در اولویت قرار گیرد. یکی دیگر از مباحثی که از اهمیت بالایی برخوردار است مدیریت مشارکتی در زمان وقوع خشکسالی و با همکاری تمامی نهادها و سازمان های مسئول بوده و حتی در مواقعی که حوضه آبریز از نظر تقسیمات کشوری در استان های

متعددی واقع شده است، علاوه بر هماهنگی های بین بخشی، وجود هماهنگی و وحدت رویه میان استان های مختلف یکی از اصول اساسی مدیریت خشکسالی و کنترل و کاهش آثار ناشی از آن خواهد بود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری و پشتیبانی دفتر تحقیقات و استانداردهای مهندسی آب سازمان آب و برق خوزستان، در تهیه و جمع آوری داده های این مقاله، سپاسگزاری می گردد.

منابع:

۱- مقاله «خشکسالی»، ستاد حوادث و سوانح غیر مترقبه کشور، اردیبهشت ۱۳۸۵.

2-Drought in the Mediterranean: WWF Policy Proposals, A WWF Report, July 2006.

3- How to Reduce Drought Risk, Western Drought Coordination Council, 1998.

4- DROUGHT ON MAINE SURFACE WATER SUPPLIES. Schmitt, c., 2003, THE EFFECTS OF THE 2001-2002

5- WATER SCARCITY MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF WFD, MED Joint Process WFD /EUWI, June 2006.