

## بحران آب و خشکسالی (چالش‌ها و راهکارها)

بهمن خسروی پور<sup>۱\*</sup>، مریم زنگنه<sup>۲</sup>، محمد خدامراد پور<sup>۳</sup>

۱- استاد گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲ کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات

۳ کارشناس ارشد زراعت

b. Khosravipour@gmail.com

### چکیده

آب از نهاده‌های اصلی کشاورزی و رکن اساسی توسعه کشاورزی به شمار می‌رود. بحران آب چالشی بزرگ برای کشور ایران و تمام کشورهای جهان است. آب جایگاه ویژه‌ای در توسعه پایدار کشاورزی دارد و مصرف نادرست آن موجب عدم دستیابی به پایداری در توسعه کشاورزی می‌شود. کشور ایران با قرار گرفتن در ناحیه‌ی گرم و کم‌بارش جهان نه تنها با معضل تأمین آب مورد نیاز کشاورزی بلکه با تهیه و دسترسی به آب شرب بهداشتی هم رو به رو می‌باشد. عدم انجام تحقیقات لازم در بخش پیش‌بینی خشکسالی در سال‌های گذشته و یا عدم توجه به تحقیقات به عمل آمده، موجب بروز بحران آب در کشور ایران شده است. این بی‌تدبیری و عدم توجه، ضربات بزرگ و جبران‌ناپذیری به تمام بخش‌های اصلی کشور و زندگی روزانه مانند روند سریع بیابان‌زایی، پدیده ریزگردها، مهاجرت روستاییان، معضلات اجتماعی، کاهش تولیدات کشاورزی و غیره را به دنبال داشته است. در این تحقیق که به صورت مروری و با استفاده از منابع مکتوب کتابخانه‌ای و سایت‌های اینترنتی تهیه شده، مسأله آب، بحران آب و بخش کشاورزی، توسعه پایدار و مدیریت بحران آب بررسی و راهکارهایی را در پایان ارائه می‌نماید.

**واژگان کلیدی:** آب، کشاورزی، خشکسالی، بحران آب.

### ۱- مقدمه

آب، مایه‌ی حیات و عنصر سازنده‌ی طبیعت است. آب یک منبع کمیاب و گران‌بها در جهان و به ویژه در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا به‌شمار می‌آید. بیش از ۷۰ درصد سطح زمین را آب پوشانده است. ۹۷ درصد از مجموع آب‌های جهان، محصور در اقیانوس‌ها بوده و شور و غیر قابل استفاده است. از سه درصد باقی مانده، ۸۷ درصد در قالب توده‌های یخ، در درون خاک و در لایه‌های اعماق زمین قرار دارند. تنها ۱۳ درصد، (چهار درصد از مجموع آب‌های جهان) قابل استفاده است و از این مقدار، کم‌تر از یک درصد در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا قرار دارند. خشک و لم‌یزرع بودن سه چهارم زمین‌های منطقه، آن را به خشک‌ترین منطقه جهان تبدیل نموده است و دائماً از خشکسالی متناوب، توزیع نامتوازن آب، شکاف عمیق میان عرضه و تقاضا، کاهش شدید کیفیت، افزایش مصرف آب در کشاورزی، قیمت‌های یارانه‌ای و ارائه خدمات نامناسب و ناکافی توسط سازمان‌های ملی رنج می‌برد (نهای، ۱۳۸۰: ۱۴۴).

رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی نیاز به تأمین آب شرب، بهداشت، امنیت غذایی، حفظ محیط‌زیست، آب کشاورزی، صنعتی و تجاری را افزایش داده است. در نگرش جدید جهانی، آب کالایی اقتصادی - اجتماعی و به عنوان نیاز اولیه و حیاتی هر انسان محسوب می‌شود. هر چند آب یکی از منابع تجدیدشونده به شمار می‌رود، اما مقدار و سرعت این فرآیند بسیار کند و طولانی است. با توجه به رشد بی‌رویه جمعیت، بالا رفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی، سرانه منابع آبی تجدید شونده رو به کاهش می‌باشد (بابازاده، سرائی‌تبریزی، ۱۳۸۷: ۲). حفظ منابع آب و بهره برداری اقتصادی و عادلانه از آن، یک مسأله جهانی

است. امروزه به علت کمبود منابع آب در بسیاری از نقاط جهان مناقشات بر سر دستیابی به منابع آب از مرزهای ملی گذشته و دسترسی به این منابع به یک هدف استراتژیک در تعامل بین کشورها تبدیل شده است. براساس آماری که مؤسسه منابع جهان در سال ۲۰۱۵ منتشر کرده است، ۳۳ کشور جهان با تنش آبی در سال ۲۰۴۰ میلادی روبرو خواهند شد که ایران در رتبه ۱۳ این کشورها قرار دارد. با توجه به میزان متوسط بارش در ایران و نیز با در نظر گرفتن میزان منابع آب و سرانه مصرف در کشور، ایران را می‌توان از جمله کشورهایی که با خطر کمبود منابع فیزیکی آب روبرو است، در نظر گرفت (جانزاده، ۱۳۹۷: ۲۹۷). بحران آب و کم آبی در ایران، کشاورزان را ناچار ساخته است تا با استفاده از سازوکارهای مدیریتی به شکل پایداری از منابع آب استفاده کنند. آب برای تحقق توسعه پایدار اهمیت اساسی دارد. مدیریت درست منابع آب مؤلفه‌ای اساسی در رشد توسعه اجتماعی و اقتصادی، کاهش فقر و برابری است. آب عامل مهمی است که در دستیابی به پایداری کشاورزی از نظر ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نقش مهمی را ایفا می‌کند (غلامرضایی، بی‌تا: ۱). کشاورزی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور است و نقش آن در توسعه و ثبات اقتصادی و سیاسی و نفوذ بین‌المللی انکارناشدنی است. توسعه کشاورزی مهم‌ترین اولویت در برنامه‌های توسعه ملی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. توسعه بخش کشاورزی در ایران درآمد بیشتری را نسبت به سایر بخش‌ها برای خانوارهای کم درآمد روستایی ایجاد می‌کند. توسعه بخش کشاورزی و صنایع وابسته به آن ضمن این‌که درآمد بیشتری نسبت به سایر بخش‌ها ایجاد می‌کند، موجب کاهش شکاف درآمدی بین خانوارهای شهری و روستایی می‌شود (سواری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۵). در جهان امروز یکی از مشکلات اساسی بشر تأمین نیازهای غذایی است، به گونه‌ای که امنیت غذایی به عنوان یکی از اهداف مهم، سرلوحه برنامه‌های دولت‌ها قرار گرفته است. بدون شک به منظور نیل به امنیت غذایی علاوه بر اتخاذ سیاست‌های مطلوب و برخورداری از منابع کافی باید تولید کشاورزی به گونه‌ای باشد که تمامی نیازهای جامعه را برآورده کند (جهانبانی، ۱۳۸۶: ۵۳).

آب از عناصر ویژه برای ادامه بقای موجودات در کره زمین است. امروزه با توجه به رشد جمعیت و شهرنشینی، تغییرات اقلیمی و برداشته‌های بی‌رویه وضعیت این عنصر حیاتی در جهان و به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک جهان همچون کشور ایران با چالش‌ها و بحران‌هایی مواجه شده است (احمدی و صفرزاده، ۱۳۹۷: ۹). پیش‌بینی و آمادگی برای مدیریت خشکسالی تا حدی از مشکلات ناشی از این پدیده می‌کاهد. در حال حاضر مدیریت خشکسالی در ایران بر مبنای مدیریت بحران بنا شده است و به دلیل این‌که برنامه‌ریزی از قبل تدوین شده‌ای وجود ندارد، تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات عملیاتی دیر هنگام بوده و تصمیمات فاقد کارایی لازم است. این در حالی است که در مدیریت بحران خشکسالی، تأکید بر برنامه‌ریزی و ایجاد آمادگی و کاهش بحران خشکسالی است و با اعمال این نوع مدیریت در زمان قبل از وقوع خشکسالی و آمادگی لازم، می‌توان به مقابله با خشکسالی اقدام کرد (مهری و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۲). خشکسالی از جمله مخاطرات طبیعی است که به صورت کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی جامعه تأثیر می‌گذارد. پایش به موقع و دقیق از انواع خشکسالی‌ها، گام مؤثری در جهت برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات ناشی از خشکسالی می‌باشد. در میان حوادث طبیعی که جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار داده‌اند، اثرات پدیده خشکسالی از نظر فراوانی، شدت، مدت و اثرات اجتماعی دراز مدت در جامعه، بیش‌تر از سایر بلاهای طبیعی بوده است. همچنین تمایز این پدیده با سایر بلاهای طبیعی در این است که برخلاف سایر بلاها، این پدیده به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل می‌کند. به طوری که اثرات آن پس از چند سال و با تأخیر بیش‌تری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر می‌شود. این مسئله اهمیت پایش خشکسالی به منظور پیش‌بینی احتمال وقوع این پدیده و گستره آن در آینده را نشان می‌دهد (فاتحی‌مرج، حیدری‌یان، ۱۳۹۲: ۱۹).

## ۲- خشکسالی

در دهه‌های اخیر کشورهای مختلف دنیا شاهد بروز خشکسالی‌های متعددی چه در کشورهای توسعه‌یافته و چه در کشورهای در حال توسعه و فقیر بودند. خشکسالی از بلاهای طبیعی است که تأثیر گسترده آن بر مردم و محیط‌زیست، فاجعه‌آمیز بودن آن را تعیین می‌کند. تعیین زمان شروع، شدت، مدت و پایان این پدیده، امری بسیار مشکل است. خسارات

ناشی از خشکسالی شامل اثرات مستقیم اقتصادی (کاهش تولید محصولات کشاورزی و دامی)، زیست‌محیطی (کاهش کیفیت منابع آبی)، اجتماعی (مرگ و میر و مهاجرت) و نیز تأثیرات جانبی آن، گوشه‌ای از نتایج مخرب خشکسالی بر یک جامعه است (معتمدی و بهارلویی، ۱۳۹۶: ۱۱۷). در پژوهشی نتیجه گرفته شد که تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی، بروز دوره‌های خشکسالی را در نواحی مختلف کشور چین تشدید کرده است. افزایش سریع تقاضا برای آب و کاهش منابع آبی معضل، خشکسالی را فراگیر نموده و توسعه پایدار اجتماعی و اقتصادی در چین با چالش جدی مواجه شده است (Wang et al, 2019: 1327).

آرایش (۱۳۹۶) بیان می‌کند خشکسالی، پدیده‌ای است که در هر منطقه و کشوری، چه دارای آب و هوای خشک باشد و چه مرطوب، رخ می‌دهد و با خشکی و کم آبی متفاوت است. علاوه بر این، امکان جلوگیری از وقوع خشکسالی در هیچ منطقه و شرایطی وجود ندارد، ولی برای مقابله با آن و کاهش خسارت‌های احتمالی، می‌توان اقداماتی را انجام داد. به عبارت دیگر، با یک برنامه‌ریزی درست و همه‌جانبه می‌توان از شدت آثار منفی آن کاست. اقدامات مدیریتی لازم برای مناطق و شرایطی که امکان تداوم خشکسالی و بروز شرایط سخت زندگی در آن‌ها تا حدودی قابل پیش‌بینی است، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. خشکسالی از جمله مخاطرات طبیعی است که منجر به بی‌نظمی در سیستم‌های اکولوژیکی یک منطقه می‌شود. همچنین این پدیده زمینه‌ساز اختلال یا نابودی شرایط فیزیکی و محیطی را فراهم می‌کند. در واقع، خشکسالی حاصل انحراف موقتی از توزیع نرمال اقلیمی یک ناحیه بوده و با خشکی، متفاوت است. به عبارت دیگر، خشکی به مناطق کم‌بارانی محدود می‌شود که دارای یک شکل اقلیمی باشند. از دیدگاه هواشناسی، خشکسالی عبارت است از بارش به میزان کم‌تر از متوسط سالانه و توزیع ناموزون آن در منطقه. خشکسالی از منظر اکولوژیکی و کشاورزی، به ناکافی بودن رطوبت برای رشد محصول اطلاق می‌شود. نامدار و بوذرجمهری (۱۳۹۵) با انجام تحقیقی نتیجه گرفتند که نخستین گام برای مقابله با خشکسالی و پیامدهای آن به مثابه یکی از موانع اساسی توسعه در کشور، شناخت و درک دقیق این پدیده و تأثیرات ناشی از آن در ابعاد مختلف است. پدیده خشکسالی به‌ویژه در سال‌های اخیر، در واقع موجب برهم‌خوردن تعادل و انسجام اقتصادی بسیاری از روستاها و شکل‌گیری موج جدید مهاجرت‌های اجباری در مناطق روستایی به صورت دائم و فصلی شده است.

خشکسالی پدیده‌ای تکرارشونده است که در طول تاریخ به تمدن بشری آسیب رسانده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۸). بنابر اظهار مجرد و همکاران (۱۳۹۳) پایش خشکسالی و مطالعه‌ی توزیع فراوانی آن یکی از موضوعات بسیار مهم در آب‌وهواشناسی است که اطلاع از کم و کیف آن می‌تواند در ارائه راهکارهای مقابله با خشکسالی مفید واقع شود. علوی‌زاده و ایزدی (۱۳۹۷) در پژوهشی با هدف شناخت و بررسی اثرات خشکسالی بر ساختار اقتصادی خانوارهای روستایی دریافتند که خشکسالی در زمینه مؤلفه‌های مورد استفاده (منابع آب، تولید، درآمد، سرمایه‌گذاری و کیفیت زندگی) می‌تواند پیامدهای منفی زیادی را در پی داشته باشد و موجب شده تا خانوارهای روستایی به میزان زیادی از خشکسالی آسیب ببینند. این پدیده را نمی‌توان به طور کامل کنترل نمود ولی می‌توان با تمهیداتی از شدت پیامدهای منفی آن کاست.

### ۳- انواع خشکسالی

خشکسالی پدیده‌ای طبیعی است که به علت برهم‌کنش عوامل مختلف هواشناسی، دارای فرآیند پیچیده‌ای بوده و در همه شرایط اقلیمی و در تمام مناطق کره زمین به وقوع می‌پیوندد. خشکسالی در چهار حالت خشکسالی هواشناسی، خشکسالی آب‌شناسی، خشکسالی کشاورزی و خشکسالی اقتصادی - اجتماعی قابل تصور است. خشکسالی هواشناسی ناشی از کمبود بارندگی است که در نهایت می‌تواند منجر به خشکسالی آب‌شناسی و کشاورزی گردد (صمدیان‌فرد و اسدی، ۱۳۹۶: ۱). ستاری و همکاران (۱۳۹۵) انواع خشکسالی را این‌گونه تقسیم‌بندی نمودند:

- خشکسالی هواشناسی: بر اساس کمبود در بارش رخ می‌دهد و از مهم‌ترین انواع خشکسالی‌ها می‌باشد که بررسی، پیش‌بینی و برآورد احتمال وقوع آن به عنوان سرآغاز پدیده خشکسالی می‌تواند تا حد بسیار زیادی از خسارات این رخداد طبیعی بکاهد و در مدیریت بحران کمک فراوانی به مسئولین امر داشته باشد.

- خشکسالی هیدرولوژیکی: بر اساس کمبود در جریان رودخانه بوجود می‌آید.
- خشکسالی کشاورزی: بر اساس کمبود در رطوبت خاک تعریف می‌شود.
- خشکسالی اقتصادی-اجتماعی: هنگامی بروز می‌یابد که میزان تقاضای یک کالای اقتصادی بیش‌تر از عرضه آن باشد که این عدم تعادل (میان عرضه و تقاضا) می‌تواند ناشی از کمبود منابع آب در ارتباط با وضع هوا باشد. در این نوع خشکسالی تنها مقدار منابع آب مورد توجه قرار نمی‌گیرد، بلکه تقاضا برای آب نیز مدنظر قرار خواهد گرفت.

#### ۴- توسعه پایدار

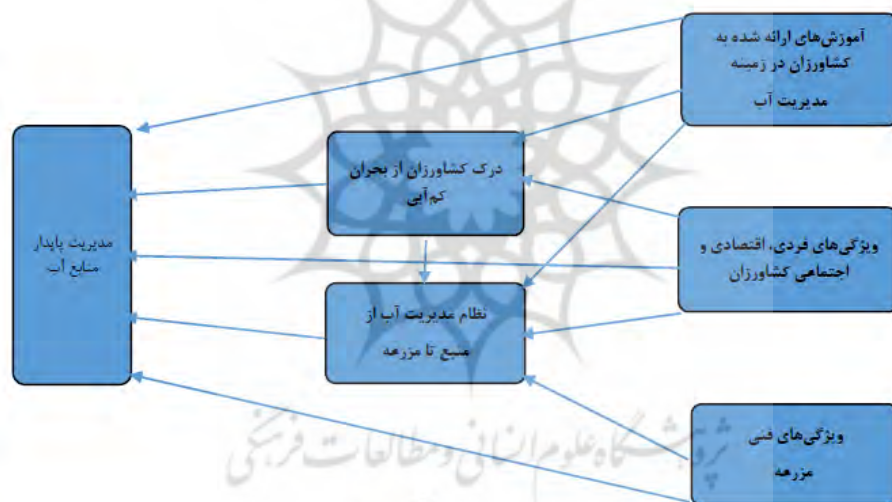
توسعه فرآیندی است که هدف آن افزایش سطح رفاه و آسایش عمومی است و به تعبیری می‌توان از آن به مثابه گرایش بشر به تغییر، دستیابی به سطوح بالاتر و کیفیت بهتر زندگی و افزایش قدرت کنترل بر محیط یاد کرد، قدمتی به دیرینگی عمر بشر دارد. امروزه توسعه به عنوان یک فرآیند، مهم‌ترین بحث کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه است. تحقق پیشرفت و توسعه کشورها نیز مستلزم بهره‌گیری از استعداد، توان و حضور فعالانه مردم و مشارکت آن‌ها در مراحل مختلف توسعه است. کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، توسعه پایدار را چنین تعریف کرده است: توسعه‌ای که احتیاجات نسل حاضر را بدون آسیب رساندن به توانایی‌های نسل آینده در تامین نمودن نیازهای خود، برآورده می‌نماید. بر اساس این تعریف قبل از این‌که هر جامعه‌ای بتواند به پایداری برسد، عدالت بین نسل‌ها و درون نسل‌ها را باید تامین کند (جابری و همکاران، ۱۳۹۶: ۴). کریم و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای بیان نمودند که یکی از مسائلی که به علت ارتباط مستقیم با منابع طبیعی مانند خاک و آب از یک‌سو و غذاهای انسان‌ها از سوی دیگر باید در چارچوب توسعه پایدار قرار گیرد، بخش کشاورزی است. از آن جا که کشاورزی اصلی‌ترین منابع تأمین خوراک انسان است، بنابراین شکی در تلاش برای توسعه آن وجود ندارد. با توجه به این‌که ایران سرزمین پهناور و چهار فصلی است، توسعه کشاورزی، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

در ایران نیز همانند دیگر کشورهای در حال توسعه، کشاورزی به‌عنوان یکی از محورهای اساسی توسعه نقش مهمی در توسعه اقتصادی کشور دارد. خشکسالی از بزرگترین چالش‌هایی است که توسعه کشاورزی کشور در آینده با آن روبه‌رو است. با توجه به گستردگی کشت دیم در ایران و به‌ویژه در نواحی روستایی، هرگونه خشکسالی می‌تواند عملکرد محصولات را کاهش دهد و درنهایت بر اقتصاد روستایی تأثیر بگذارد (توکلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۲۱). کشاورز (۱۳۹۷) با انجام پژوهشی توسعه روستایی را مورد بررسی قرار داد. یافته‌های این پژوهشگر نشان داد که مناطق روستایی به دلیل برخورداری از کارکردهای مختلف همچون تأمین غذا و مواد خام، حفاظت منابع و مناظر طبیعی، ایجاد فرصت‌های شغلی مولد و تحقق اقتصاد غیروابسته به نفت نقش بسزایی در رونق‌بخشی و شکوفایی اقتصاد کشورهای در حال توسعه دارند، اما بروز خشکسالی‌های شدید و طولانی مدت از بهره‌وری بخش کشاورزی کاسته و منجر به افزایش تنش آبی، فقر، بیکاری، ناامنی غذایی و مهاجرت گردیده است. همچنین فارغ از جهت‌گیریهای موجود در راهبردهای توسعه، به‌دنبال یافتن پاسخی روشن برای توسعه‌نیافتگی مناطق روستایی در شرایط خشکسالی‌های شدید و مستمر بود.

یافته‌های پژوهش پورحسین و سلطانی (۱۳۹۷) نشان داد که در ایران تاکنون خشکسالی به اندازه سایر بلایای طبیعی مورد توجه قرار نگرفته است چون بیش‌تر بلایای طبیعی طی دوره‌ای کوتاه، خسارات سنگین مالی و جانی به جامعه وارد کرده اما خسارات سنگین ناشی از خشکسالی به صورت تدریجی و در مدتی طولانی بروز می‌کند. امروزه حتی در مناطق مرطوب کشور، بحران آب یک مشکل عمده کشاورزی و افزایش بهره‌وری مصرف آب یکی از ملزومات توسعه پایدار است. شاهین‌رخسار و ریسی (۱۳۹۵) نتیجه گرفتند که کمبود آب برای تولید محصولات کشاورزی روز به روز افزایش می‌یابد و گسترش منابع جدید آب متحمل هزینه‌های زیادی است بیناییان و همکاران (۱۳۹۷) با انجام یک ارزیابی پژوهشی نتیجه گرفتند که با توجه به اثرات تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های بشر، بسیاری از نواحی جهان در حال رویارویی با بحران‌هایی با محوریت آب هستند. گام ضروری برای رویارویی با حوادث آب‌محور و تعدیل تبعات آن، شناخت و درک عمیق از ابعاد برگشت‌پذیری و مقاومت افراد

برای ارتقای آستانه تحمل آنان است. مستوفی و صابریان (۱۳۹۵) نیز با انجام پژوهشی نتیجه گرفتند که حصول راندمان آبیاری بهینه تنها با مدیریت صحیح بهره‌برداری و برنامه‌ریزی دقیق آبیاری امکان‌پذیر است و لذا برنامه‌ریزی مناسب در طی بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی باعث می‌شود از آبیاری بی‌رویه و اتلاف آب، انرژی و سرمایه جلوگیری به عمل آمده و موجب توسعه کشاورزی گردد.

بررسی وضعیت منابع آب و مدیریت آن در ایران بیان‌گر این است که این کشور به لحاظ موقعیت جغرافیایی در زمره‌ی مناطق خشک جهان قرار گرفته و کمبود آب در آن مهم‌ترین تنگنای توسعه کشاورزی به شمار می‌آید. تنها خاستگاه منابع اصلی آب کشور، ریزش‌های جوی سالانه است که به صورت آب‌های سطحی در رودخانه‌ها و آبراهه‌ها و غیره انباشته می‌شود. به طوری که از حدود ۳۷ میلیون هکتار از اراضی مستعد کشاورزی به دلیل محدودیت و بحران منابع آب فقط ۷/۸ میلیون هکتار از اراضی تحت کشت آبی است. زیرا بیش از ۹۳ درصد از منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود که از متوسط سهم مصرف جهانی آب در حدود ۲۰ درصد بالاتر است. لذا نگرش فراگیر و همه‌جانبه نسبت به بهبود مدیریت پایدار آب و عوامل مؤثر بر آن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و در واقع مدیریت اثربخش و پایدار منابع آب برای تضمین توسعه پایدار حیاتی است (رحیمیان، ۱۳۹۵: ۲۳۴). این پژوهشگر همچنین برای مقابله با خشکسالی و مدیریت بحران آب، با ارائه نموداری راه‌های رسیدن به مدیریت پایدار منابع آب را به شرح زیر ترسیم نمود (نمودار شماره ۱).



نمودار (۱): مدیریت پایدار منابع آب (منبع: رحیمیان، ۱۳۹۵)

## ۵- بحران آب

کلید تحرک و پویایی در هر بحرانی، مربوط به سامانه جمع‌آوری و چگونگی مدیریت آن است. از این رو سازمان‌های موفق و مقتدر تلاش می‌کنند تا تمرکز اقدام خود را در جمع‌آوری اطلاعات، دسته‌بندی به موقع و تجزیه و تحلیل و نحوه بکارگیری آن قرار دهند که این مهم با تحقق موارد ذیل مشهود خواهد گردید: بهره‌گیری از امکانات پیشرفته فن‌آوری در راستای ایجاد بستر متناسب برای اتخاذ راهبردهای تخصصی با توجه به تدابیر مرتبط؛ افزایش سرعت پردازش، دسته‌بندی، ذخیره و بازیابی اطلاعات و ایجاد پویایی و تحرک در تصمیم‌گیری‌ها خصوصاً در زمان بحران؛ کاهش هزینه‌ها، نیروی انسانی و جلوگیری از موازی‌کاری با کاهش تعدد فراوان سازمان‌های جمع‌آوری و اقدام‌کننده؛ جلوگیری از سنتی ماندن روش‌های جمع‌آوری و پردازش اطلاعات و کاهش زمان تصمیم‌گیری و قدرت تصمیم‌سازی به موقع خصوصاً در زمان بحران با رویکرد و هدف

جلوگیری از انباشته شدن اطلاعات (موغلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۹). طبق گفته شهسواری (۱۳۸۶) بحران آب در اکثر کشورهای جهان رو به گسترش است.

سیداخلاقی و طالشی (۱۳۹۷) بیان نمودند که بروز تغییرات آب وهوایی و تأثیرات آن بر جریانات آب سطحی و منابع آب زیر زمینی به همراه مدیریت نامناسب منابع آبی موجب شده، آسیب پذیری جوامع از این تغییرات افزایش یابد. طی سالیان اخیر، خشکسالی، خسارات زیادی را بر پیکره اقتصادی کشور به ویژه بخش کشاورزی وارد ساخته و به طرز چشمگیری، دارایی‌ها و سرمایه‌های معیشتی بهره‌برداران روستایی و کشاورزی را دستخوش تخریب و تهدید نموده است. این امر به تدریج توان سازگاری و تاب‌آوری افراد، خانوارها و اجتماعات محلی را برای امرار معاش و حفاظت از دستاوردهای معیشتی آنان کاهش داده است.

عصر حاضر می‌تواند آغاز بحرانی باشد که عامل اساسی آن را یک عنصر حیاتی، یعنی آب شکل می‌دهد. بحران کم‌آبی که امروزه سطح زمین را فراگرفته، آسیب‌ها و تهدیدات جدی را برای مردم در سراسر کره زمین ایجاد نموده است. در این میان، ایران بنابر عواملی از قبیل موقعیت جغرافیایی خاصی که دارد، اختلال و نوسان در بارش از جمله کشورهای کم‌آبی به شمار می‌آید که وضعیت آب در برخی مناطق آن بحرانی است؛ به ویژه آن‌که در کنار این اوضاع نامساعد، مواردی از قبیل رویه نامتعادل مصرفی و افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی به مسأله بحران آب، عمق معناداری داده که طبعاً تداوم این روند به تحولات و تغییراتی در عرصه اجتماعی منجر گردیده است (علیئی و همکاران، ۱۳۹۷: ۴). در مقاله‌ای که توسط کرمی (۱۳۹۵) منتشر شد مدل مفهومی تغییر اقلیم، تنگدستی و آسیب‌پذیری ارائه شد. وی نشان داد که کشور ایران در مرحله بحران آب قرار دارد و همچنین مطابق پیش‌بینی‌ها، افزایش فراوانی وقوع و شدت خشکسالی در آینده، موجب تشدید بحران آب در ایران خواهد شد. وی خواستار تدوین برنامه‌ای یکپارچه به منظور سازگاری با خشکسالی‌های آینده شد. این پژوهشگر در جدولی روند آماری کاهش سرانه مصرف منابع آب تجدیدپذیر در ایران نمایش داد (جدول ۱).

جدول ۱- روند آماری کاهش سرانه مصرف منابع آب تجدیدپذیر در ایران (منبع: کرمی، ۱۳۹۵)

سال	جمعیت (میلیون نفر)	حجم آب (میلیارد متر مکعب-سال)	سرانه آب (متر مکعب-نفر-سال)	شرایط آبی
۱۳۳۵	۲۰	۱۳۸	۶۸۰۰	مناسب
۱۳۵۵	۳۴	۱۳۸	۴۰۰۰	مناسب
۱۳۸۲	۷۵	۱۳۰	۱۹۰۰	آسیب‌پذیری
۱۳۹۰	۷۵/۱۵	۱۱۰ یا ۱۲۰	۱۷۰۰ یا ۱۸۰۰	آستانه تنش آبی
۱۳۹۳	۷۷/۳۴	۹۹	۱۳۰۰	تنش آبی
۱۴۱۰	۹۵ (طرح توسعه قدیم)	<۱۰۰	<۱۱۰۰	کمبود آب
۱۴۱۰	>۱۰۰ (طرح توسعه جدید)	<۱۰۰	<۱۰۰۰	کمبود آب

## ۶- مدیریت بحران

استمرار و افزایش دوره‌های خشکسالی خطری جدی برای کشاورزی است و این موضوع باعث شناسایی ارقام و واریته‌های مقاوم به خشکی شده است (Kozminska et al., 2019: 235). پیش‌بینی بلندمدت (۳۰ ساله) خشکسالی هیدرولوژیکی بر اساس میزان تخمین بارندگی موجب دستیابی به منبع اطلاعاتی کامل برای کنترل خشکسالی هیدرولوژیکی می‌شود (Lai et al., 2019: 1198). پایش و پیش‌بینی خشکسالی هیدرولوژیک و تعیین دقیق زمان شروع و تداوم آن، اهمیت ویژه‌ای در مدیریت منابع آبی و برنامه‌ریزی جهت کاهش اثرات مخرب خشکسالی دارد (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۳۷). زارعی و همکاران (۱۳۹۶) برای مقابله با اثرات خشکسالی بر بخش‌های مختلف محیط‌زیست، کشاورزی، منابع طبیعی، حیات وحش و غیره، پیش‌بینی را برای مدیریت بحران و کاهش خسارت‌های ناشی از آن پیشنهاد نمودند. همچنین آن‌ها با انجام

تحقیقی نتیجه گرفتند که طی پنج سال آینده وضعیت منطقه مورد آزمایش از نظر نزولات جوی چندان مناسب نخواهد بود و با توجه به نتایج بدست آمده اعلام نمودند که بایستی توجه بیش‌تری به خشکسالی‌های پیش‌رو و مدیریت مناسب آن‌ها در راستای کاهش اثرات و خسارات ناشی از آن داشت. این پژوهشگران اعلام نمودند با وجود این‌که پیش‌بینی دارای قطعیت نیست، اما با توجه به وضعیت تغییرات اقلیمی جهان و خشکسالی‌هایی که سراسر کره‌ی زمین را فرا گرفته است، همین میزان ناچیز نیز قابل توجه است. سلیمانی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی توصیه‌هایی برای برنامه‌ریزان روستایی جهت مدیریت مؤثر بحران خشکسالی به منظور کاهش آسیب‌پذیری و ارتقای تاب‌آوری روستاییان ارائه نمودند. آن‌ها پیشنهاد نمودند که متولیان امر با برگزاری کلاس‌های آموزشی ترویجی در حوزه‌ی خشکسالی، بستر تقویت دانش سازگاری روستاییان در دهستان‌های مورد آزمایش را از طریق ارائه‌ی خدمات مشاوره‌ای و فنی غنی‌تر فراهم نموده و با تأمین منابع و نهاده‌های لازم برای سازگاری، دسترسی آنان را به منابع و نهاده‌ها تسهیل نمایند تا با بکارگیری استراتژی‌های سازگاری توسط روستاییان، موجبات ارتقای ظرفیت سازگاری آنان را نسبت به بلای خشکسالی هموار نمایند.

دانش مدیریت بحران عبارت است از مجموعه‌ای از دانش (صریح یا ضمنی، خودآگاه یا ناخودآگاه) که به فرد، گروه یا سازمان امکان پیگیری یا مدیریت اثربخش بحران یا آثار ناشی از آن را می‌دهد. هدف دانش مدیریت بحران برای شناسایی و افزایش سطح دانش در خصوص مراحل مختلف مدیریت بحران و اقداماتی است که مردم محلی باید در هر یک از مراحل بحران از آن آگاهی داشته باشند، آن را فراگیرند. صادقلو و همکاران (۱۳۹۶) ضمن بیان این مطلب با ارائه جدولی جایگاه دانش در مدیریت بحران را ترسیم نمودند (جدول ۲).

جدول ۲ جایگاه دانش در مدیریت بحران (منبع: صادقلو و همکاران، ۱۳۹۶)

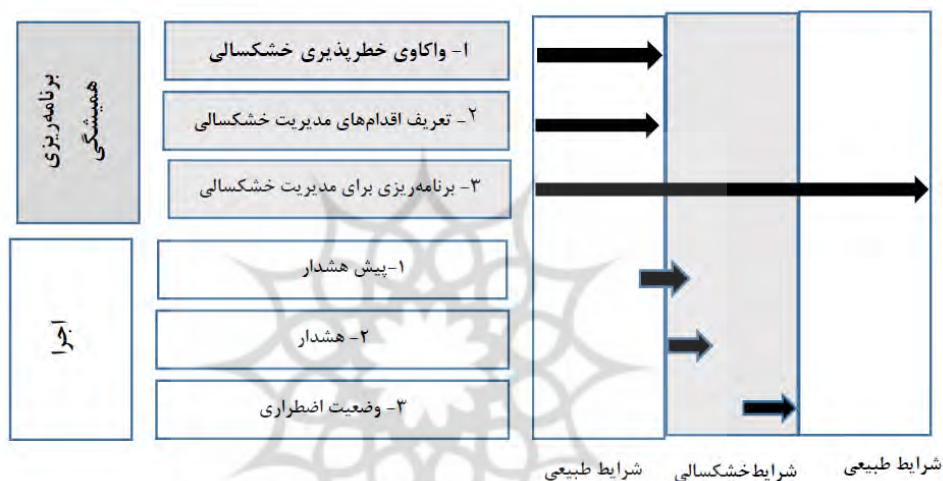
فازهای مدیریت بحران	دانش لازم برای مدیریت بحران
فاز پیشگیری	دانش شناسایی مناطق بحرانی و مکان‌های پرخطر، دانش مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، دانش تشویق بیمه کردن دارایی، دانش ارائه آموزش‌های مقابله با بحران، دانش و آگاهی از نحوه مدیریت کاربری اراضی
فاز آمادگی و مقابله	دانش تشکیل تیم‌های گروهی مدیریت بحران، دانش رهبری مردمی، دانش کار با سیستم‌های هشدار و اطلاع‌رسانی، دانش نحوه تهیه، ذخیره‌سازی و توزیع مواد غذایی در شرایط بحرانی، جمع‌آوری اطلاعات، دانش امدادهای اولیه و برقراری ارتباط با مراکز ذیربط، مدیریت بازماندگان و مجروحان، تخمین خسارت‌های جانی و مالی، مدیریت حوادث پس از بحران، بسیج عمومی و سازماندهی نیروهای محلی، مدیریت هزینه‌ها، کالاها و خدمات دریافتی، پژوهش، برنامه‌ریزی، ایجاد ساختارهای مدیریتی، آموزش، تأمین منابع، تمرین و مانور
فاز بازسازی	دانش بازسازی نخاله‌ها، ضایعات و آلودگی‌ها، دانش بهبود و وضعیت اسکان اردوگاه‌های موقت، دانش شناخت محل‌های جدید ساخت بناها و تاسیسات، دانش برآورد میزان خرابی‌ها، دانش نحوه جلب کمک‌ها و اعتبارات بازسازی، دانش مکان‌یابی مجدد دور از خطر ساخت و سازها و ...

در کشورهای خشک و نیمه خشکی مانند ایران، پیش‌بینی دقیق خشکسالی‌ها، نقش بسیار مهمی در مقابله با بحران ناشی از خشکسالی و مدیریت سیستم‌های منابع آب ایفاء می‌کند. ستاری و همکاران (۱۳۹۵) با بیان این مطلب و انجام آزمایشی نشان دادند که میزان شاخص SPI<sup>۱</sup> در مقیاس‌های زمانی گذشته بیش‌ترین تأثیر را نسبت به پارامترهای دیگر در پیش‌بینی شاخص بارش استاندارد شده دارد و این شاخص به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین شاخص‌ها برای تحلیل خشکسالی شناخته شده است و پایش و ارزیابی این بلیه‌ی طبیعی در آینده به‌منظور ارائه برنامه‌ریزی صحیح در بخش‌های مختلف جامعه را امری لازم و ضروری دانستند. یافته‌های ولی و روستایی (۱۳۹۵) همچنین نشان داد که شاخص خشکسالی در ایران مرکزی، به‌صورت منفی رو به افزایش است و با توجه به تغییرات اقلیمی، این روند خشکی در سال‌های آینده نیز می‌تواند ادامه یابد. همچنین براساس نتایج حاصل در بیش از ۵۰ درصد ایستگاه‌های مورد مطالعه منفی بود که حاکی از افزایش خشکسالی‌ها طی ۵۰ سال اخیر در

1- Standardized Precipitation Index(SPI)

ایران مرکزی است. نوبه و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی نتیجه گرفتند که پیش‌بینی دوره‌ی ترسالی و خشکسالی در برنامه‌ریزی بهتر منابع آب جهت بهره‌برداری مطلوب، مؤثر خواهد بود تا اتخاذات لازم را در جهت تخفیف اثرات احتمالی ناشی از خشکسالی را در نظر گیرند. همچنین پیش‌بینی این دوره‌ها در برنامه‌ریزی بهتر جهت تأمین حق آبه‌های زیست محیطی مؤثر خواهد بود.

خلیلی (۱۳۹۵) اینگونه اظهار نمود در رابطه با مراحل فرآیند اجرا، اعلام بروز خشکسالی از موضوع‌های کلیدی می‌باشد. اعلام رسمی در این گونه موارد از یک سو مهم و از سوی دیگر می‌تواند بحث‌انگیز شود. در بسیاری از کشورها، سازمان‌های مربوط به جز در موارد حساس کمبود آب، اقدام به اعلام رسمی خشکسالی نمی‌نمایند. اعلام بروز خشکسالی همگام با اقدام‌های پیش‌هشدار، هشدار و اضطراری، در واقع به عنوان پاسخ به نیازهای اجرایی مدیریت خشکسالی تلقی می‌شود، به طوری که باید برای جامعه به عنوان مجموعه راهکارهای اجرایی قابل قبول باشد. وی همچنین در مورد فرآیندهای برنامه‌ریزی و اجرا برای مدیریت منابع آب در شرایط خشکسالی، نمودار زیر را ارائه نمود (شکل شماره ۱).



شکل (۱) فرآیندهای برنامه‌ریزی و اجرا برای مدیریت منابع آب در شرایط خشکسالی (منبع: خلیلی، ۱۳۹۵)

مدیریت کشت محصولات، نقش مهمی در کنترل منابع آب دارد. رضانی‌اعتدالی و همکاران (۱۳۹۶) با انجام پژوهشی، مدیریت بخش آب کشاورزی را مهم‌ترین مصرف‌کننده آب در منطقه مورد آزمایش اعلام نمودند. این پژوهشگران در پژوهش خود مفهوم آب مجازی را به کار بردند. منظور از آب مجازی میزان واردات محصولات کشاورزی وارد شده به یک منطقه و صادر شده از همان منطقه می‌باشد. در این روش میزان آب مصرف شده برای تولید محصولات کشاورزی وارداتی و محصولات کشاورزی صادراتی منطقه محاسبه و تفاوت این میزان آب شامل بیلان آبی آن منطقه می‌شود. این مدیریت باعث بدون کشت ماندن اراضی کشاورزی فاریاب خواهد شد و می‌توان این اراضی را به کشت محصولات دیم به صورت سنتی و یا کشت محصولات دیم با آبیاری تکمیلی اختصاص داد.

در بعضی کشورها با اهداء بسته‌های تشویقی و سیاست‌های حمایتی از کشت گیاهان با مصرف بالای آب جلوگیری می‌کنند. به عنوان مثال در ایالات غربی کشور آمریکا با اجرای سیاست‌های تشویقی، کشت چمن را محدود کرده‌اند. مرید (۱۳۹۷) با بیان این مطلب ادامه می‌دهد که ارتقاء ساختار حکمرانی آب کشور برای پاسخ به واقعیت‌های کمبود آب کاملاً ضروری است. وی توسعه سیستم ملی و بین بخشی پایش خشکسالی در کشور، آماده‌سازی جامعه برای سازگاری با محدودیت‌ها و مدیریت ریسک خشکسالی را برای مواجهه با پدیده خشکسالی پیشنهاد داد. ترقی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی نتیجه گرفتند که می‌توان با آگاهی بخشی کشاورزان از پیامدهای بی‌توجهی به مبانی توسعه پایدار، اصلاح الگوی کشت از گیاهان پرآب طلب به کم‌آب طلب و همچنین اصلاح روش آبیاری، از آبیاری غرقابی سنتی به آبیاری با بازده بیشتر، به میزان شایان



توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. بدین منظور باید سیاست‌گذاران، برنامه‌های آموزشی و ترویجی را در دستور کار قرار داده و با توجه به اقلیم منطقه و ظرفیت منابع آب آن و نیز با ایجاد بستر اقتصادی مناسب و یافتن بازار هدف با بازتعریف الگوی کشت جدید، کشاورزان را تشویق به کشت گیاهان کم‌آب‌طلب و پربازده اقتصادی کنند. بندک و همکاران (۱۳۹۷) پیشنهاد نمودند که برای افزایش نگهداری آب در خاک استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب استفاده شود. پلیمرهای سوپر جاذب، گروهی از بهسازها می‌باشند که می‌توانند آب به دست آمده از آبیاری یا بارندگی را جذب کرده و از فرونشست عمقی آن جلوگیری کنند. لباسچی (۱۳۹۷) این‌گونه بیان می‌نماید در کشاورزی پایدار که امروزه برای ایران اهمیت حیاتی پیدا کرده، هدف، طراحی نظام‌های زراعی کم‌نهاد و استفاده از گیاهان جایگزین است که ضمن سازگاری اکولوژیک منطقه‌ای و نیاز محدود به آب و نهاده‌های تولید، عملکرد مطلوب و اقتصادی نیز داشته باشند. در این راستا در پژوهش خود نتیجه گرفت که با توجه به کیفیت مطلوب گیاهان دارویی ایران، فرصت مغتنمی برای صادرات گیاهان دارویی و فراورده‌های آن پیش رو قرار گرفته است. اغلب گیاهان دارویی نیاز آبی محدودی دارند. این گیاهان به‌خصوص چندساله‌ها ظرفیت جایگزینی مناسبی را در برنامه‌های بهینه‌سازی الگوی کشت با محصولات زراعی و باغی با مصرف زیاد آب داشته و گزینه مناسبی برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی خواهند بود.

در سال‌های اخیر که مشکل کمبود منابع آب در کشور حاد شده است، به‌جای پرداختن به ریشه‌های مسأله، تا به حال آن را مدیریت بحران نموده و شتابزدگی زیادی برای حل بحران آب داشته و مدام راهکارهای مختل که خیلی از آن‌ها متکی بر مطالعات جامع به معنای واقعی نمی‌باشند، ارائه شده است. یعنی مسأله و مبنای ایجاد بحران منابع آب در کشور هنوز شناخته نشده است. در منابع علمی جدید تأکید شده است برای حل بحران آب که به صرفه‌جویی واقعی آب منتهی شود، باید یک نظام حسابداری آب (مبتنی بر بیلان آب) در کشور ایجاد شده که ورودی و خروجی‌های آن به‌دقت معلوم و تعیین شوند. نگرش حسابداری آب به موضوع مصرف و صرفه‌جویی آب این مزیت را دارد که در آن پارامترها مشخص بوده و مفاهیم متغیری (نظیر راندمان آبیاری، بهره‌وری آب) نداشته و از طرفی محدودیت‌های مقیاس زمانی و مکانی حاکم (مزرعه-حوضه آبریز) بر سایر شاخص‌های مدیریت آب (راندمان آبیاری و بهره‌وری آب) را ندارد (حیدری، ۱۳۹۶: ۴۹).

## ۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نگاهی به مباحث مطرح شده نشان می‌دهد که وضعیت آب در کشور ایران بسیار بحرانی می‌باشد و دستیابی به جایگاه کشاورزی پایدار در روند توسعه پایدار با شرایط موجود مبهم و مشکل است. اصولاً حصول به مقوله پایداری در بخش کشاورزی همانند سایر بخش‌ها نیازمند برنامه‌ریزی جامع و طولانی مدت با انجام پیش‌بینی‌های قبلی می‌باشد. اما مشاهده وضعیت موجود و مرور پژوهش‌های به عمل آمده بیانگر آن است که دست‌اندرکاران امر در تمام ادوار، با توجه به وجود سابقه خشکسالی در کشور ایران تحقیقاتی در زمینه مدل‌های پیش‌بینی انجام ندادند و حتی برای پژوهش‌های افراد مستقل و جوامع دانشگاهی و هشدارهای آن‌ها نیز اهمیت اساسی قابل نشدن. نظر به این که می‌توان با مدل‌های پیش‌بینی روند ترسالی و خشکسالی را برای سال‌های آینده نیز تا حد زیادی تخمین زد، پیشنهاد می‌نماید با انجام مطالعات و تحلیل یافته‌ها، برنامه‌ریزی دقیق‌تر و جامع‌تری صورت گیرد و از اقدامات مقطعی و زودگذر خودداری شود. همان‌گونه که در بعضی کشورها با سیاست‌های حمایتی از کشت محصولات با مصرف بالای آب جلوگیری می‌شود، می‌توان در ایران نیز این سیاست را به کار برد. در ایران هنوز کشت محصولات پر مصرف مانند هندوانه و برنج در بعضی استان‌های دچار خشکسالی مانند خوزستان رایج است و با همین میزان آب مصرفی می‌توان کشت‌های به صرفه‌تری را جایگزین نمود و با تعریف الگوهای جدید زراعی، نسبت به مدیریت بحران آب اقدام نمود.

با توجه به مطالب بیان شده و مشکلات موجود پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- آموزش و آگاهی‌بخشی همگانی در جهت مدیریت هوشمندانه و یکپارچه بحران آب در تمام بخش‌های کشور اعم از شهری و روستایی، کشاورزی، صنعتی و ... توصیه می‌شود.

- پیشنهاد می‌شود با انجام پژوهش‌های لازم و نیز بکارگیری ابزارها و متدهای جدید و کارآمد نسبت به تدوین برنامه جامع مدیریت بحران آب و مقابله با خشکسالی اقدام گردد. بنابراین بر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در این راستا تأکید می‌شود.
- پیشنهاد می‌نماید بر اساس شرایط سیاسی، امنیتی و اقتصادی در هر منطقه از اقلیم‌های مختلف کشور الگوهای جدید زراعی مجدداً تعریف شوند و تنها براساس مصالح یاد شده اقدام به کشت و کار شود به عنوان مثال می‌توان محصولات کم‌مصرف را به جای محصولات پرمصرف از نظر آب، جایگزین نمود. کشت گیاهان دارویی که صرف نظر از ارزش بالای اقتصادی از دیدگاه میزان مصرف آب نیز شامل محصولات کم‌مصرف می‌باشند می‌تواند جایگزین مناسبی باشد (مدیریت آب مجازی).
- در بعضی از کشورها با اجرای سیاست‌های حمایتی و با تشویق کشاورزان از کشت گیاهان با مصرف بالای آب جلوگیری می‌شود. می‌توان در مناطقی از کشور با به‌کارگیری این سیاست‌ها نسبت به مدیریت بحران آب اقدام نمود.
- کاهش سطح زیر کشت با اولویت دادن به محصولات ضروری و پربازده از نظر اقتصادی و بر مبنای میزان آب موجود، می‌تواند در مصرف آب بخش کشاورزی صرفه‌جویی نماید. بدین ترتیب سطح زیر کشت تا سطح میزان آب قابل استفاده، کاهش خواهد یافت.
- از آن‌جا که مدیریت بحران آب به عنوان یک دانش و معضل روز شناخته می‌شود و انجام پژوهش‌های نوین در دستور کار اکثر کشورها قرار دارد، پیشنهاد می‌شود با ایجاد ارتباطات علمی و فنی، از تجربیات سایر کشورها و جوامع علمی استفاده نمود.
- تعیین میزان آب ورودی و خروجی بر اساس نظام حسابداری آب (مبتنی بر بیلان آب) و داشتن نگرش حسابداری به موضوع آب.

## منابع

۱. آرایش، محمدباقر. (۱۳۹۶). «تحلیل محیط‌زیست‌گرایانه سناریوی بحران آب و خشکسالی بر مبنای نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده آجزن از دیدگاه کشاورزان شهرستان ایلام». فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۴، صص: ۱۷۰-۱۳۵.
۲. احمدی، محمود. نصرتی، کاظم. سلکی، هیوا. (۱۳۹۲). «خشکسالی و ارتباط آن با رطوبت خاک مطالعه موردی: کبوتر آباد اصفهان». جغرافیا (فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران، دوره جدید، سال ۱۱، شماره ۳۸، صص: ۹۱-۷۷.
۳. انجمن علمی فرماندهی و کنترلی ایران. (۱۳۹۲). «مدیریت بحران چیست؟». قابل دسترسی در: <http://paydarymelli.ir/fa/print/747>
۴. بابازاده، حسین. سرائی تبریزی، مهدی. (۱۳۸۷). «کنترل بحران آب با در نظر گرفتن مدیریت تقاضای آب و مدیریت ریسک». اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب، ۲۲-۲۰ اسفند ماه ۱۳۸۷- دانشگاه زابل.
۵. بندک، ثریا. موحدی نائینی، سید علیرضا. زینلی، ابراهیم. (۱۳۹۷). «تأثیر پلیمر سوپر جاذب ۸۲۰۰ بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک و رشد ریشه گندم دیم». نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. سال ۸، شماره ۲، صص: ۱۱۵-۱۰۱.
۶. بینائیان، اکرم. آگهی، حسین. فاطمی، سید احسان. (۱۳۹۷). «ارزیابی امنیت اجتماعی آب در دهستان‌های شهرستان کرمانشاه». مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش‌های کشاورزی، شماره ۴۲، صص: ۶۵-۵۰.
۷. پورحسین، سپیده. سلطانی، سعید. (۱۳۹۷). «بررسی اثر اقلیم، رژیم بارش و طول دوره آماری بر شاخص خشکسالی بالم و مولی در ایران». نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، سال ۲۲، شماره ۲، صص: ۱۷۳-۱۵۹.
۸. ترقی، مهدی. منتصری، مجید. ضرغامی، مهدی. میان‌آبادی، حجت. (۱۳۹۶). «حل تعارض‌ها برای مدیریت پایدار منابع آب بر اساس نظریه بازی؛ مطالعه موردی». اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۳، صص: ۱۶۰-۱۳۱.

۹. توکلی، جعفر. الماسی، هادی. قوچی، پرستو. (۱۳۹۵). «بررسی و تحلیل راهبردهای سازگاری کشاورزان با خشکسالی در استان کرمانشاه». پژوهش‌های روستایی، دوره ۷، شماره ۱، صص: ۲۴۲-۲۱۷.
۱۰. جابری، سمیرا. خسروی‌پور، بهمن. محمدزاده، لطیف. (۱۳۹۶). «دانشگاه کارآفرین، رویکردی جهت نیل به توسعه ملی». اولین همایش ملی نهادهای سازگاری کارآفرینی در توسعه پایدار با رویکرد آموزش عالی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
۱۱. جانزاده، امیرحسین. (۱۳۹۷). «استحصال آب از هوا با بهره‌گیری از دمای عمق زمین (نمونه موردی: بررسی کارایی سیستم در شهر بندرعباس)». نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، سال ۲۵، شماره ۲، صص: ۳۰۵-۲۹۷.
۱۲. جهانبانی، عباسعلی. (۱۳۸۶). «اهمیت کشاورزی در اقتصاد جامعه». سنبله، سال ۲۰، شماره ۱۶۹، صص: ۵۳.
۱۳. حیدری، نادر. (۱۳۹۶). «اصول و مبانی کاربرد شاخص راندمان آبیاری در مدیریت آب برای کشاورزی». نشریه مدیریت آب در کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱، صص: ۶۶-۴۹.
۱۴. خلیلی، داور. (۱۳۹۵). «چالش‌های فراروی مدیریت منابع آب در شرایط خشکسالی در ایران». مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۱، شماره ۲، صص: ۱۶۴-۱۴۹.
۱۵. رحیمیان، مهدی. (۱۳۹۵). «عوامل اثرگذار بر مدیریت پایدار منابع آب در بین گندمکاران آبی شهرستان کوهدشت». علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، جلد ۱۲، شماره ۲، صص: ۲۴۷-۲۳۳.
۱۶. رضائی‌اعتدالی، هادی. شکوهی، علیرضا. محتبوی، سیدامین. (۱۳۹۶). «بهره‌گیری از مفهوم ردپای آب مجازی در تولید محصولات اصلی برای عبور از بحران آب منطقه قزوین». نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۱، شماره ۲، صص: ۴۳۳-۴۲۲.
۱۷. زارعی، عبدالرسول. مقیمی، محمدمهدی. بهرامی، مهدی. (۱۳۹۶). «پایش و پیش‌بینی خشکسالی ماهانه با استفاده از شاخص استاندارد بارش و زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: جنوب شرق ایران)». جغرافیا و پایداری محیط، سال ۷، شماره ۲۳، صص: ۵۱-۳۹.
۱۸. ستاری، محمدتقی. میرعباسی‌نجف‌آبادی، رسول. علیمحمدی، مسعود. (۱۳۹۵). «کاربرد مدل درختی M5 در پیش‌بینی خشکسالی (مطالعه موردی: مراغه، ایران)». هیدروژئومورفولوژی، شماره ۸، صص: ۹۲-۷۳.
۱۹. سلیمانی، عادل. افراخته، حسن. عزیزپور، فرهاد. طهماسبی، اصغر. (۱۳۹۵). «تحلیل فضایی ظرفیت سازگاری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان روانسر در مواجهه با خشکسالی». نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ۳، شماره ۲، صص: ۷۸-۶۵.
۲۰. سواری، آمنه. خسروی‌پور، بهمن. برادران، مسعود. (۱۳۹۳). «شناسایی سازه‌های مؤثر بر تمایل جوانان روستایی شهرستان باغملک نسبت به اشتغال در حرفه‌ی کشاورزی»، کارشناسی‌ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. صص: ۲۶-۲۵.
۲۱. سیداخلاقی، سیدجعفر. طالشی، مصطفی. (۱۳۹۷). «ارتقاء تاب‌آوری جوامع محلی، راهبرد آینده مقابله با خشکسالی مورد مطالعه: حوضه آبخیز حبله رود». نشریه طبیعت ایران، شماره ۱۰، صص: ۶۸-۶۰.
۲۲. شاهین‌رخسار، پریسا. رئیسی، سامیه. (۱۳۹۰). «بهینه‌کردن مصرف آب سویا در شرایط خشکسالی». فصلنامه دانش آب و خاک، سال ۲۱، شماره ۴، صص: ۵۳.
۲۳. شهبواری، ناهید. صالحی، آزاده. شهبواری‌پور، مصطفی. (۱۳۸۶). «بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب و مدیریت پایدار منابع آب در بخش کشاورزی». اولین همایش سازگاری با کم‌آبی.
۲۴. صادقلو، طاهره. عرب‌تیموری، یاسر. شکوری‌فرد، اسماعیل. (۱۳۹۶). «سنجش سطح دانش و آگاهی روستاییان درباره مدیریت بحران خشکسالی (مطالعه موردی: روستاهای دهستان میان‌خواف شهرستان خواف)». جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۲، صص: ۱۰۰-۷۳.
۲۵. صمدیان‌فرد، سعید. اسدی، اسماعیل. (۱۳۹۶). «پیش‌بینی نمایه خشکسالی SPI به‌روشهای رگرسیون بردار پشتیبان و خطی چندگانه». نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ۶، شماره ۴، صص: ۱۶-۱.
۲۶. علوی‌زاده، سیدامیرمحمد. ایزدی، علی. (۱۳۹۷). «تحلیل اثرات خشکسالی بر ساختار اقتصادی خانوارهای روستایی مورد: دهستان کویر در شهرستان خلیل‌آباد». فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، شماره ۲۳، صص: ۲۰۲-۱۸۳.

۲۷. علیی، علی‌اکبر. رستمی، سجاد. کرمی، سمیه. (۱۳۹۷). «بحران کم آبی و مخاطرات اجتماعی آن در ایران؛ نقد و راهکارها». ماهنامه پژوهش ملل، شماره ۲۹، ص: ۴.
۲۸. غلامرضایی، سعید. (بی‌تا). «عوامل مؤثر بر به‌کارگیری سازوکارهای مدیریت آب در بین کشاورزان شهرستان اسلام‌آبادغرب». قابل دسترسی در: <https://lu.ac.ir/usersfiles/100903096-5.pdf>
۲۹. فاتحی‌مرج، احمد. حیدری‌یان، سیداحمد. (۱۳۹۲). «بررسی خشکسالی هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژی با استفاده از GIS در استان خوزستان». نشریه علمی-پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۷، شماره ۲۳، صص: ۳۲-۱۹.
۳۰. کرمی، عزت‌اله. (۱۳۹۵). «تغییر اقلیم، خشکسالی و تنگدستی در ایران: نگاهی به آینده». مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱، شماره ۱، صص: ۶۸-۵۳.
۳۱. کریم، محمدحسین. صفدری‌نهاد، محمود. امجدی‌پور. (۱۳۹۳). «توسعه کشاورزی و اقتصاد مقاومتی، جایگزین نفت». فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، سال ۲، شماره ۶، صص: ۱۲۷-۱۰۳.
۳۲. کشاورز، محمدرضا. وظیفه‌دوست، مجید. فتاحی، ابراهیم. علیزاده، امین. (۱۳۹۵). «اصلاح مدل رطوبتی حاکم بر نمایه شدت خشکسالی پالمر برای مناطق کشت آبی و صحت‌سنجی به کمک داده‌های ماهواره‌ای». نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال ۷، شماره ۲۵ و ۲۶، صص: ۴۶-۳۳.
۳۳. لباسچی، محمدحسین. (۱۳۹۷). «بحران آب و لزوم توسعه کشت گیاهان دارویی». طبیعت ایران، جلد ۳، شماره ۳، پیاپی ۱۰، صص: ۱۱-۶.
۳۴. مجرد، فیروز. خیری، راضیه. نوری، زهرا. (۱۳۹۳). «تحلیل فراوانی خشکسالی‌های روزانه در ایران با شاخص خشکسالی مؤثر». نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۱۴، شماره ۳۵، صص: ۴۸-۲۹.
۳۵. مرید، سعید. (۱۳۹۷). «مروری بر اقدامات کشور در مدیریت خشکسالی و ظرفیت آن‌ها برای مواجهه با بحران‌های آبی». تحقیقات منابع آب ایران، سال ۱۴، شماره ۱، صص: ۲۵۲-۲۳۹.
۳۶. مستوفی، نیکروز. صابریان، جواد. (۱۳۹۵). «استفاده از GIS در بهینه‌سازی برنامه‌ریزی آبیاری از سدهای مخزنی». نشریه علمی-ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دوره ۷، شماره ۳، صص: ۱۲۵-۱۱۷.
۳۷. مصطفی‌زاده، رئوف. حاجی، خدیجه. اسمعیلی‌عوری، اباذر. (۱۳۹۷). «تعیین شدت و تداوم دوره‌های خشکسالی هیدرولوژیک جریان با استفاده از روش Power Laws Analysis در رودخانه‌های حوزه آبخیز گرگانرود». فصلنامه فضای جغرافیایی، شماره ۶۲، صص: ۲۵۳-۲۳۷.
۳۸. معتمدی، علی. بهارلویی‌بردشاهی، داریوش. (۱۳۹۶). «برنامه مدیریت بهم پیوسته خشکسالی». نشریه آب و توسعه پایدار، سال ۴، شماره ۱، صص: ۱۲۴-۱۱۷.
۳۹. موغلی، مرضیه. خادم‌دقیق، امیرهوشنگ. حسینی‌امینی، حسن. (۱۳۹۵). «نقش سامانه‌های تصمیم‌یار در مدیریت بحران آب شهر تهران با استفاده از نرم افزار ونسیم». فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۳۱، صص: ۵۴-۳۹.
۴۰. مهری، سونیا. حاجی، خدیجه. علیزاده، وریا. مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۳۹۶). «ارزیابی تغییرات مکانی شدت دوره‌های خشکسالی هواشناسی در مقیاس‌های زمانی متفاوت در استان کردستان». فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۲، صص: ۱۶۲-۱۵۱.
۴۱. نامدار، محبوبه. بوذرجمهری، خدیجه. (۱۳۹۵). «تحلیل ابعاد اقتصادی-اجتماعی و زیست‌محیطی بحران خشکسالی و آثار آن بر خانوارهای روستایی: مطالعه موردی روستاهای شهرستان زرین‌دشت». فصلنامه روستا و توسعه، سال ۱۹، شماره ۳، صص: ۱۸۳-۱۶۱.
۴۲. نوبه، پریسا. روزبهنایی، عباس. کاردان‌مقدم، حمید. (۱۳۹۷). «پیش‌بینی رواناب سالانه سد زاینده‌رود و دوره‌های ترسالی و خشکسالی هیدرولوژیکی با استفاده از شبکه‌های بیزین». نشریه آ و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۲، شماره ۳، صص: ۶۴۶-۶۳۳.
۴۳. نهازی، غلامحسین. (۱۳۸۰). «عوامل ایجاد و تشدید بحران کم‌آبی در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا». فصلنامه مطالعات خاورمیانه، سال ۸، شماره ۱، صص: ۱۷۱-۱۴۳.

۴۴. ولی، عباسعلی. روستایی، فاطمه. (۱۳۹۵). «تحلیل روند سری‌های زمانی خشکسالی برای نیم‌قرن اخیر در ایران مرکزی». مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، سال ۵، شماره ۱۱، صص: ۷۹-۹۲.
45. Kozminska, A. Al Hassan, M. Wiszniewska, A. Hanus-Fajerska, E. Boscaiu, M. Vicente, O. (2019). *Responses of succulents to drought: Comparative analysis of four Sedum (Crassulaceae) species*. Scientia Horticulturae, 243, 235° 242.
46. Lai, Ch. Zhong, R. Wang, Zh. Wu, X. Chen, X. Wang, P. Lian, Y. (2019). *Monitoring hydrological drought using long-term satellite-based precipitation data*. Science of the Total Environment 649, 1198° 1208.
47. Wang, Y. Yang, J. Chang, J. Zhang, R. (2019). *Assessing the drought mitigation ability of the reservoir in the downstream of the Yellow River*. Science of the Total Environment 646, 1327° 1335.

