



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

زمان پذیرش نوبتی: ۱۳۹۷/۳/۲۷

خشک سالی و راه‌های مقابله با کم‌آبی

علی رضا حاجی علی گل^۱، مجید احتشامی^۲

۱- دانشجوی دانشگاه مجازی خواجه نصیر الدین طوسی، کارشناس عمران

۲- مدرس دانشگاه مجازی خواجه نصیر الدین طوسی

چکیده:

بیش از ۸۰ درصد از کره زمین را آب فرا گرفته است. اما تنها حدود ۳ درصد از آب‌های موجود کره زمین قابل شرب است. به همین دلیل امروزه کمبود آب شرب و چگونگی تامین آن یکی از مسائل مهم و اساسی کشورهای مختلف جهان از جمله کشورهای کمربند خشک زمین مثل ایران است. (حداد سرائی و گشایشی و افشار، 1392، 1) کمبود آب با توجه به رشد جمعیت یکی از دغدغه‌های اصل فراروی آینده‌ای جوامع خواهد بود. نمایه‌های این بحران امروزه بویژه در شرایط خشکسالی به خوبی نمایان می‌باشد.

بنابراین در این مطالعه سعی شده تا با شناخت پدیده خشکسالی و تاثیرات آن بر محیط زیست به مقابله با آن پرداخته شود.

کلمات کلیدی: خشک سالی، کم‌آبی، راه کار



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۱- مقدمه

نگاهی به تاریخ زیست در روی کره زمین حاکی از این است که بشر همواره در معرض انواع بلایای طبیعی بوده است. بخشی از این بلاها مربوط به عوامل و نوسانات اقلیمی می‌باشد. مانند خشک‌سالی‌ها که در زمان‌های قدیم مختلف رخ داده و اثرات مهلکی بر جای گذاشته است.

آب، که رکن اساسی توسعه پایدار است، مایه حیات بشری بوده و همانند بسیاری از نعمت‌های الهی ماهیت دوگانه خیر و شر در آن نهفته است. آب از طرفی عامل ایجاد سیل و در پی آن خرابی و خسارات مالی و جانی فراوانی می‌شود و از طرف دیگر کمبود آن (خشک‌سالی) باعث نابودی و تغییر اساسی در اکوسیستم‌ها می‌شود. توجه به مسئله پیشگیری و کاهش پیامدهای خشک‌سالی در توسعه مناطق، نیازمند برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات پیشگیرانه است که خود مستلزم به‌کارگیری دانش کافی در پیش‌بینی خشک‌سالی است (دین پژوه، ۱۳۷۲).

خشک‌سالی به عنوان یکی از پدیده‌های محیطی شناخته شده و در واقع بخش جدایی ناپذیری از تغییرات اقلیمی است که می‌تواند در هر منطقه جغرافیایی حادث شود و تأثیرات عمده‌ای بر آن منطقه بگذارد. این پدیده به لحاظ گستردگی، شدت، مدت و میزان آسیب‌رسانی به بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، یکی از بزرگ‌ترین بلایای طبیعی محسوب می‌گردد که سالانه در سراسر دنیا میلیاردها دلار خسارت را به بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی جوامع، به ویژه بخش کشاورزی وارد می‌کند.

از آنجائی که کشور ما در سال‌های اخیر با خشک‌سالی مواجه بوده است، لذا تحقیقات در خصوص پایش هم‌زمان و دقیق شرایط پویای خشک‌سالی جهت کاهش اثرات مخرب این بلایای اقلیمی حائز اهمیت است. در مطالعات پایش خشک‌سالی، به عبارتی ارزیابی ساده از سه ویژگی خشک‌سالی یعنی شدت، تداوم، گستردگی مکانی و همچنین مقایسه خشک‌سالی از منطقه‌ای به منطقه دیگر در زمان‌های مختلف نیاز به کاربرد نمایه‌ای خشک‌سالی می‌باشد. نمایه‌های مختلفی جهت پایش خشک‌سالی توسط محققین ارائه شده است (جوانمرد و همکاران، ۱۳۸۰).

بلایای جوی و اقلیمی در واقع پدیده‌های طبیعی خاص هر منطقه هستند که وقوعشان غیرقابل اجتناب است. البته چنانچه مواجهه‌ی صحیحی با این پدیده‌های طبیعی انجام شود، در بسیاری موارد می‌توان از تبدیل آن‌ها به بلا اجتناب نموده یا اینکه خساراتشان را کاهش داده و به حداقل رسانید. روش‌های نوین مدیریت کاهش بلایای جوی بیش از آن که بر امکانات و تجهیزات سخت افزاری متکی باشند، بر تدوین سیاست‌ها، برنامه‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مختلف برای کاهش اثرات و نیز جبران خسارت‌ها مبتنی هستند. موارد ذیل را می‌توان از این جمله برشمرد: شناسایی و مکان‌یابی بلایا، پیش‌بینی بلایا قبل از وقوع، مدیریت کاهش اثرات بلایا، استفاده از بیمه در جهت کاهش خسارات، هدایت مردم و صاحبان مشاغل به سمتی که در زمان وقوع حادثه بتوانند خود مدیریت حوزه‌های شخصی خود را بر عهده گیرند، پایش و دیده‌بانی بلایا، پایش‌آگاهی و اطلاع‌رسانی عمومی، تبلیغات و آموزش عمومی هر چه بیشتر جهت آگاهی مردم (مساعدی و همکاران، ۱۳۸۸).

خشک‌سالی به عنوان یک خطر طبیعی از پدیده‌های اجتناب‌ناپذیر است که از دیرباز در پهنه وسیع کشورهای مختلف بخصوص کشورهای مستقر در مناطق گرم و خشک به کرات وقوع یافته و می‌یابد. بحران خشک‌سالی، یکی از ناهنجاری‌های اقلیمی است که اثرات نامطلوبی بر روی گیاهان، جانوران و محیط‌های اکولوژیک و نهایتاً انسان دارد.

کشور ایران به خاطر قرار گرفتن در کمربند خشک جغرافیایی و نوار بیابانی که در ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی واقع شده است، از شرایط آب و هوایی خشکی برخوردار است که جزو مناطق کم باران جهان به شمار می‌آید و نزولات جوی آن از یک سوم متوسط نزولات جهان کمتر است. از آنجایی که ایران در مناطق خشک و نیمه خشک کره زمین قرار گرفته است بیش از



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۹۰ درصد اقلیم آن خشک و نیمه خشک است. در صورتی که رشته کوه‌های زاگرس و البرز وجود نمی‌داشت و ایران بین دریای خزر و خلیج فارس محصور نمی‌بود، کشورمان به یک منطقه کاملاً خشک و بی‌آب جهان تبدیل می‌شد. علاوه بر این که کشور ما، کم آب است، بارش‌ها نیز در آن نامنظم است. میانگین بارش در ایران ۲۴۸ میلی‌لیتر در سال است. این میزان یک سوم متوسط بارش در جهان (۸۳۱ میلی‌لیتر) است. در مجموع میزان جریان‌های سطحی کشور در مقایسه با متوسط درازمدت ۴۶ درصد کاهش داشته است که عدد بسیار بالایی است و این نشان دهنده خشک‌سالی هیدرولوژی در ایران است.

به گفته کارشناسان سازمان ملل اگر خشک‌سالی در ایران رخ دهد به فاجعه انسانی تبدیل می‌شود و هم اکنون زنگ‌ها در بیشتر استان‌های ایران برای خشک‌سالی به صدا درآمده‌اند.

پروفسور کردوانی که در زمینه محیط‌زیست، آب و کم‌آبی در کشور مطالعات و تألیفات گسترده‌ای دارد در زمینه بحران کم‌آبی می‌گوید: مشکل کم‌آبی در کشور یک بحران ملی است و افزایش جمعیت و مهاجرت روستاییان به شهرها بر این بحران می‌افزاید (منتظری و غیور، ۱۳۸۸).

۲) نکات مهم در تعریف خشک‌سالی

باید در تعریف، مقدار و شدت بارندگی یا میزان کمبود آن مشخص شود.

مدت‌زمان، یک ویژگی مهم در تشخیص خشک‌سالی است و بایستی برای تعیین میزان درجه خشک‌سالی ارتباط بین مدت‌زمان و شدت مشخص شود.

آستانه‌ای به عنوان یک نقطه مرجع برای تعیین زمان شروع خشک‌سالی تعیین می‌شود.

تعاریف خشک‌سالی هواشناسی بایستی به صورت موردی برای هر منطقه خاص در نظر گرفته شود چرا که شرایط اتمسفر یکی موجب کمبود بارش می‌شود، از منطقه‌ای به منطقه دیگر شدیداً تغییر می‌کند (عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۷). به عنوان مثال برخی تعاریف خشک‌سالی هواشناسی معرف دوره‌هایی از خشک‌سالی بر اساس تعداد روزهایی با بارش کمتر از حد آستانه خاص می‌باشد. این شاخص صرفاً برای مناطقی که مشخصاً دارای رژیم‌های بارندگی ادواری هستند مانند جنگل‌های استوایی، اقلیم معتدل نیمه حاره‌ای اقلیم مرطوب عرض‌های میانی مناسب است. مناطقی نظیر مانائوس (برزیل)، نیواورلئان لوئیزیانا (آمریکا) و لندن (انگلیس) مثال‌هایی از این مناطق می‌باشند. اما در دیگر مناطق اقلیمی جهان مانند مناطق مرکزی آمریکا، شمال شرق برزیل، غرب آفریقا و شمال استرالیا الگوی بارش فصلی می‌باشد. وجود دوره‌هایی طولانی بدون بارندگی در مناطقی نظیر اوباه، نبراسکا (آمریکا)، فورت‌تالزا، سنار (برزیل) و داروین (استرالیا) امری عادی است. در این موارد، تعریف مبتنی بر تعداد روزهایی با بارش کمتر از یک حد آستانه خاص، غیرواقعی و ناکارآمد است. برای این مناطق تعریف خشک‌سالی بر مبنای رابطه‌ای بین میزان انحراف واقعی بارش به مقادیر متوسط ماهانه، فصلی یا سالانه مناسب‌تر و کاربردی‌تر می‌باشد.

۱-۲) تعاریف خشک‌سالی

تاکنون تعاریف بسیاری از خشک‌سالی ارائه شده است که افزون بر ۱۵۰ مورد می‌شود. به طور کلی خشک‌سالی شامل یک دورهٔ پیوسته و پایدار (از چند ماه تا چندین سال) است که در این دوره مقدار آب موجود در منابع آبی منطقه به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد و دچار کمبود می‌شود. ویژگی‌های خشک‌سالی ممکن است در رژیم‌های مختلف آب و هوایی دنیا متفاوت باشد. در مناطق گرمسیری و پرباران استوایی اگر مقدار بارش نسبت به نرمال سالانه دچار کاهش نسبی گردد و خشک‌سالی هواشناسی در منطقه حاکم شود، این امکان وجود دارد که این کاهش تأثیر محسوسی بر روی منابع آبی منطقه



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

نگذارد و به عبارتی از نظر هیدرولوژیکی خشک‌سالی اتفاق نیافتد. اما در مناطق حساس فزایش و خشک، کاهش بارندگی تأثیر بسیار زیادی بر روی منابع آب می‌گذارد و در بسیاری از موارد خشک‌سالی‌های هواشناسی با خشک‌سالی‌های هیدرولوژیکی توأمأ اتفاق می‌افتد. از این رو شرایط خشک‌سالی ممکن است در مناطقی نظیر بریتانیا در حد یک دوره ۲۱ روزه باشد، در حالی که بسیاری از مناطق گرمسیری به طور منظم ماه‌های متوالی بسیار خشکی را تجربه می‌کنند. بنابراین تعریف جامع و دقیقی از خشک‌سالی که مورد پذیرش همگان باشد و کاربرد جهانی داشته باشد وجود ندارد. همه مناطق دنیا به طور موقت اما نامنظم از تکرار شرایط خشک‌سالی رنج می‌برند، اما این وضعیت در مناطقی که از نظر اقلیمی به طور متوالی ولی نامنظم سیستم‌های هوایی مختلف تحت تأثیر قرار می‌گیرند، حادث‌تر است (نگارش و همکاران، ۱۳۸۹).

برخلاف سیلاب که قابل اندازه‌گیری مستقیم می‌باشد، خشک‌سالی‌ها اغلب اوقات به صورت توصیفی و کیفی ارائه می‌شوند. خشک‌سالی‌ها با دیگر پدیده‌های هواشناسی از نظر ویژگی‌های زمانی تفاوت دارند. تعیین زمان آغاز و پایان خشک‌سالی‌ها بسیار مشکل است. پیچیدگی مسائل مرتبط با خشک‌سالی باعث شده است که نتوان این پدیده را به درستی تحلیل و بررسی نمود و نتایج حاصله نیز از دقت خوبی برخوردار نباشند. همین پیچیدگی باعث شده است که متخصصین مختلف روش‌های متفاوتی را برای تحلیل و پیش‌بینی خشک‌سالی بکار ببرند که هر یک دارای نقاط ضعف و قوت خاص خود می‌باشد. از آنجائی که وقوع این پدیده، تداوم، زمان آغاز و پایان خشک‌سالی و شدت و بزرگی آن همگی فرآیندهایی احتمالاتی می‌باشند، روش‌هایی که امروزه برای بیان این ویژگی‌ها به کار برده می‌شوند نیز اغلب روش‌های آماری - احتمالاتی می‌باشند.

عبارت است از یک دوره ممتد مبدود بارش که منجر به صدمه زدن محصولات زراعی و کاهش عملکرد می‌شود.

پالمر معتقد است که خشک‌سالی کمبود مستمر و غیرطبیعی رطوبت است. واژه مستمر بیانگر زمان آغاز تا پایان خشک‌سالی یا زمان تداوم آن بوده و واژه غیرطبیعی به انحراف یا نوسان منفی شاخص مورد توجه نسبت به شرایط میانگین معمول اطلاق می‌شود (Palmer, 1965).

به نظر روچ خشک‌سالی در زمان است در حالی که خشکی در فضا و مکان.

معیار تشخیص میزان خشک‌سالی و ترسالی، مقایسه میزان متوسط بارندگی در سال‌های گذشته به نسبت سال جاری است. در درجه‌بندی میزان خشک‌سالی و ترسالی نیز درصد بارندگی در یک سال آبی به نسبت میزان بارش نرمال محاسبه می‌شود. اگر بارندگی یک منطقه در یک سال آبی به نسبت بارش نرمال با کاهش ۶۰ درصدی یا بیشتر روبه‌رو باشد « خشک‌سالی بسیار شدید» اتفاق افتاده است. کاهش ۴۵ تا ۶۰ درصدی به نسبت بارش نرمال، شاخص « خشک‌سالی شدید» و کاهش ۲۰ تا ۴۵ درصدی بارش مشخص کننده « خشک‌سالی متوسط» است. اگر این میزان کمتر از ۲۰ درصد باشد خشک‌سالی خفیف است که در حال حاضر بیش از ۴۵ درصد از مساحت کشور با این وضعیت روبه‌رو هستند (لیاقت، ۱۳۷۸).

خشک‌سالی عبارت است از کاهش غیرمنتظره بارش در مدتی معین در منطقه که لزوماً خشک نیست. این کاهش آنقدر که روند عادی رشد را در منطقه مختل می‌کند بنابراین خشک‌سالی ویژگی‌های دائمی منطقه نیست و در هر رژیم آب و هوایی اتفاق می‌افتد (علیچانی و کاویانی، ۱۳۷۹، ص ۲۵۸).

خشک‌سالی کمبود شدید آب را موجب می‌شود و به صورت از بین رفتن محصولات کشاورزی و قحطی خودنمایی می‌کند (نجمایی، ۱۳۶۹، ص ۱۲۷).

خشک‌سالی از یک روند رویداد یا واقعه اقلیمی است که خصوصیات آن بستگی به مدت و استمرار و شدت وسعت منطقه تحت تأثیر و محیط آن دارد که می‌توان کوتاه و کمتر زینبخش و یا طویل‌المدت شدید و کشنده باشد (کردوانی، ۱۳۸۰، ص ۲۳).



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

خشکی و خشک‌سالی نتیجه اثرات متقابل بین محیط‌زیست طبیعی و اجتماعی است و اثرات پدیده خشک‌سالی نه تنها روی تولید محصولات کشاورزی مؤثر بوده است، بلکه به طور هم‌زمان بر روی تمام موجودات زنده شامل گونه‌های گیاهی و جانوری (اهلی و وحشی) و همچنین انسان‌ها تأثیرگذار می‌باشد. به هر حال از آنجایی که مفهوم خشک‌سالی مفهوم پیچیده‌ای است به منظور جلوگیری از سوء تفاهم و ارائه تعابیر متفاوت، تعریف روشن و مشخص آن اهمیت زیادی دارد که در ابتدای تمایز بین واژه‌های خشکی و خشک‌سالی ضروری است. خشکی دارای مفهوم کلی بوده است و برای عناصر مختلف محیط‌زیست به کار نمی‌رود. حال آنکه خشک‌سالی نه تنها بیانگر اثرات مختلف بر روی موجودات کوچک (میکروارگانیسم‌ها) حیوانات و انسان‌ها نیز در این پدیده مورد مطالعه قرار می‌گیرد. خشکی یک واژه بوم‌شناسی - زراعی و اجتماعی است (کردوانی، ۱۳۸۰، ۲۴).

۲-۲) تعریف مفهومی خشک‌سالی

تعاریف مفهومی که در قالب اصطلاحاتی کلی بیان می‌شده به افراد کمک می‌کند تا مفهوم خشک‌سالی را درک کنند و به عنوان مثال خشک‌سالی عبارت است از یک دورهٔ ممتد کمبود بارش که منجر به صدمه زدن محصولات زراعی و کاهش عملکرد می‌شود.

تعاریف مفهومی در تبیین سیاست‌گذاری در زمینه خشک‌سالی نیز حائز اهمیت است. مثلاً خط مشی (سیاست کلی) در زمینه خشک‌سالی در استرالیا تلفیقی از آگاهی نسبت به تغییرپذیری نرمال اقلیم در تعریف متناظر آن از خشک‌سالی می‌باشد.

۳-۲) تعریف عملی خشک‌سالی

تعاریف عملی به افراد کمک می‌کند تا شروع، خاتمه و درجه شدت خشک‌سالی را تشخیص دهند. برای تعیین شروع خشک‌سالی تعاریف عملی، میزان انحراف از میانگین بارش یا سایر متغیرهای اقلیمی در طول یک دوره زمانی را مشخص می‌کند. این امر معمولاً با مقایسه وضعیت فعلی نسبت به متوسط‌های گذشته که غالباً مبتنی بر دوره آماری ۳۰ ساله است انجام می‌شود.

حد آستانه تعیین شده به عنوان شروع یک خشک‌سالی (مثلاً ۷۵ درصد بارش متوسط در طول یک دوره زمانی مشخص) معمولاً بیشتر به صورت قراردادی انتخاب می‌شود تا بر مبنای رابطه دقیق تأثیرات خاص آن بر محیط.

در تعریفی عملی از خشک‌سالی برای کشاورزی مقدار بارندگی روزانه با مقادیر تبخیر و تعرق مقایسه می‌شود تا سرعت (نرخ) تخلیه رطوبت خاک تعیین شود و این روابط برحسب میزان تأثیرات خشک‌سالی بر رفتار گیاه (یعنی رشد و عملکرد) در مراحل مختلف نمو گیاه بیان گردد.

۳) انواع خشک‌سالی

از نظر برخی محققان خشک‌سالی به ۶ دسته کلی هواشناسی، آب و هواشناسی، جوی، کشاورزی، آب‌شناسی و مدیریت آب تقسیم می‌شود (Wilhite & Glantz, 1985). از دیگر عوامل تنوع تعاریف خشک‌سالی، تنوع نیازها و زمینه‌ی کاری



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

محققان می‌باشد. از این نظر خشک‌سالی را می‌توان از دیدگاه‌های هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژیک، مورد بررسی قرار داد. در نتیجه تعریفی که در یک تحلیل از خشک‌سالی ارائه می‌شود، باید متناسب با شرایط اقلیم، نوع منابع و مقدار ذخایر آب، مصارف آب، نیازها و زمینه تحقیق محقق باشد (وفاخواه، ۱۳۷۹).

۱-۳) خشک‌سالی هواشناسی

خشک‌سالی هواشناسی که در بسیاری از منابع با عنوان خشک‌سالی اقلیم‌شناسی از آن نام برده شده است به دلیل کمبود و یا کاهش مقدار بارندگی در طی دوره‌ای از زمان به وجود می‌آید. به عبارتی خشک‌سالی هواشناسی زمانی حادث می‌شود که میزان بارندگی سالانه کمتر از میانگین درازمدت آن باشد. این کمبود بارندگی ممکن است نسبت به میانگین نرمال یک منطقه اقلیمی و یا طول دوره خشک ارزیابی گردد.

تعاریف خشک‌سالی هواشناسی بایستی به صورت موردی برای هر منطقه خاص در نظر گرفته شود چرا که شرایط جوی که موجب کمبود بارش می‌شود، از منطقه‌ای به منطقه دیگر شدیداً تغییر می‌کند. به عنوان مثال برخی تعاریف خشک‌سالی هواشناسی معرف دوره‌هایی از خشک‌سالی بر اساس تعداد روزهایی با بارش کمتر از حد آستانه خاص می‌باشد. این شاخص صرفاً برای مناطقی که مشخصاً دارای رژیم‌های بارندگی ادواری هستند مانند جنگل‌های استوایی، اقلیم معتدل نیمه حاره یا اقلیم مرطوب عرض‌های میانی مناسب است. مناطقی نظیر مانائوس (برزیل)، نیواورلئان اوئیزیانا (آمریکا) و لندن (انگلیس) مثال‌هایی از این مناطق می‌باشند. اما در دیگر مناطق اقلیمی جهان مانند مناطق مرکزی آمریکا، شمال شرق برزیل، غرب آفریقا و شمال استرالیا الگوی بارش فصلی می‌باشد. وجود دوره‌هایی طولانی بدون بارندگی در مناطقی نظیر اوباه، نبراسکا (آمریکا)، فورت‌تالزا، سنار (برزیل) و داروین (استرالیا) امری عادی است. در این موارد، تعریف مبتنی بر تعداد روزهایی با بارش کمتر از یک حد آستانه خاص، امری عادی است. در این موارد، تعریف مبتنی بر تعداد روزهایی با بارش کمتر از یک حد آستانه خاص، غیرواقعی و ناکارآمد است. برای این مناطق تعریف خشک‌سالی بر مبنای رابطه‌ای بین میزان انحراف واقعی بارش به مقادیر متوسط ماهانه، فصلی یا سالانه مناسب‌تر و کاربردی‌تر می‌باشد.

خشک‌سالی معمولاً در قالب تعداد روزها و یا ماه‌های خشک پیاپی تعریف می‌شود. بسیاری از تعاریف خشک‌سالی هواشناسی بر مبنای مفهوم مجموع کمبود بارندگی نسبت به میانگین و در ارتباط با یک آستانه معین که زمان پایان خشک‌سالی را معین می‌نماید استوار می‌باشند. این‌گونه تعاریف دارای دو نقص است: (۱) معمولاً میانگین بارندگی عددی ثابت نیست و در معرض تغییرات تصادفی و سیستماتیک قرار دارد. (۲) از آنجائی که معیار مورد استفاده برای تعیین زمان آغاز و پایان خشک‌سالی اختیاری می‌باشد، تعیین تداوم واقعی یک دوره خشک‌سالی مشکل بوده و دقت لازم را ندارد. استفاده از مفهوم بارش مؤثر که وضعیت رطوبتی زمین در هنگام مطالعه و تغییرات فصلی تبخیر را در نظر می‌گیرد، می‌تواند موجب تولید شاخص‌های مفیدتر برای مطالعه خشک‌سالی شود. اما این روش به علت نیاز به داده‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی مختلف، جهت برآورد میزان تبخیر و تعرق کاربرد گسترده‌ای در سطح جهان پیدا نکرده است. از این رو به ناگزیر شاخص‌هایی مورد استفاده عمومی قرار گرفته‌اند که از متغیرهای کمتر و با داده‌های آن استفاده می‌کنند، هر چند که از دقت نتایج این دسته از شاخص‌ها کاسته می‌شود (فیاض و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۳) خشک‌سالی کشاورزی

خشک‌سالی‌های کشاورزی نتیجه کمبود رطوبت خاک می‌باشد که بر اثر بهم خوردن تعادل میان تأمین آب و هدر رفت آن از طریق تبخیر و تعرق به وجود می‌آید. یک خشک‌سالی کشاورزی زمانی به وجود می‌آید که در فاصله بین دو بارندگی ذخیره رطوبتی منطقه ریشه در خاک برای زنده ماندن محصولات کشاورزی و گیاهان طبیعی و مراتع کفایت نکند (تیت و گستارد،



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۰۰۰). این وضعیت معمولاً در اثر نبود و یا کمبود جریان رطوبت برای تغذیه منطقه ریشه (خشکسالی خاک) و یا زمانی که رطوبت نسبی هوا به اندازه‌ای کم است که رطوبت موجود خاک قادر به جبران میزان هدر رفت رطوبت بر اثر تبخیر و تعرق نبوده (خشکسالی جوی) رخ می‌دهد. به عبارت دیگر این نوع از خشکسالی زمانی روی می‌دهد که رطوبت قابل دسترس خاک برای محصولات کشاورزی به سطحی برسد که باعث پژمردگی گیاه و اثرات زیانبار بر روی میزان تولید محصول گردد. در برخی از منابع از این نوع از خشکسالی تحت عنوان نیاز رطوبتی خاک برای محصولی معین و در دوره‌ای مشخص از زمان نام برده شده است. در خشکسالی‌های کشاورزی، وقوع خشکسالی خاک بسیار معمول‌تر است. این نوع از خشکسالی ممکن است در قالب محتوای آب موجود در واحد عمق خاک بیان گردد. در مورد خشکسالی جوی باید گفت که رطوبت جو یک عامل بازدارنده و محدودکننده می‌باشد.

گیاهان حتی ممکن است زمانی در معرض خشکسالی قرار گیرند که هم خاک و هم هوای مزرعه از نظر رطوبتی تأمین باشند. این وضعیت را خشکسالی فیزیولوژیکی می‌نامند که عمدتاً بر اثر افزایش شدید و ناگهانی درجه حرارت هوا به وجود می‌آید.

۳-۳) خشکسالی هیدرولوژیکی

در صورتی که خشکسالی هواشناسی مدت زیادی ادامه پیدا کند و حجم جریان رودخانه‌های یا سطح آب‌های زیرزمینی کاهش یابد، به وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی منجر می‌شود. این پدیده غالباً بر اثر کمبود و یا فقدان بارش زمستانی در عرض‌های میانی به وجود می‌آید. بر اساس میزان شدت خشکسالی‌های هواشناسی که منجر به خشکسالی هیدرولوژیکی می‌شوند می‌توان این نوع از خشکسالی را به دو دسته خشکسالی آب‌های سطحی و خشکسالی آب‌های زیرزمینی تقسیم‌بندی نمود.

خشکسالی آب‌های سطحی

خشکسالی‌های مربوط به آب‌های سطحی به کاهش میزان بارندگی که به طور مستقیم موجب کاهش رواناب و به صورت غیرمستقیم موجب کاهش تغذیه آب‌های سطحی به وسیله آب‌های زیرزمینی می‌شوند وابسته می‌باشند (کاهش جریان‌های بهاری). از مشخصه‌های این‌گونه خشکسالی‌ها کاهش جریان‌های رودخانه‌ای، و کاهش سطح آب در دریاچه‌ها و مخازن پشت سدها می‌باشد. در نتیجه، خشکسالی‌های آب‌های سطحی از نظر درک برای انسان بسیار ملموس‌تر و مهم‌تر و قابل لمس‌تر می‌باشند. با این حال، این نوع خشکسالی ضرورتاً یک رویداد طبیعی نمی‌باشد، زیرا اغلب بر اثر ترکیبی پیچیده از خشکسالی‌های هواشناسی و زیرساخت‌های منابع آب و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و اجرایی در این زمینه رخ می‌دهند.

خشکسالی آب‌های زیرزمینی

خشکسالی آب‌های زیرزمینی در اثر تغذیه ناکافی مخازن سفره‌های زیرزمینی به وجود می‌آید. شدت این خشکسالی با استفاده از حجم‌سنجی ذخیره سفره‌های آب زیرزمینی قابل اندازه‌گیری است. اما این داده‌ها به سادگی قابل دسترس نمی‌باشند. به نظر می‌رسد که ارزیابی سطح آب‌های زیرزمینی از طریق تأثیر ثانویه آن یعنی ورود جریان‌های پایه ۱ به رودخانه‌ها نیز قابل ارزیابی می‌باشد. در این ارتباط، زمانی که برای استخراج آب از مخازن زیرزمینی نیاز به پمپاژ و یا مکش بیشتری می‌باشد اصطلاحاً گفته می‌شود که خشکسالی مهندسی رخ داده است (موسوی ندوشنی، ۱۳۸۴).

۳-۴) خشکسالی اجتماعی - اقتصادی

^۱ . Base flow



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

خشک‌سالی اجتماعی - اقتصادی معمولاً پس از یک دوره بسیار طولانی مدت خشک‌سالی هواشناسی و هیدرولوژیکی حادث می‌گردد و موجب قحطی، مرگ و میر و مهاجرت‌های دسته جمعی و گسترده می‌شود. این نوع خشک‌سالی تأثیرات زیادی بر روی ابعاد مختلف اقتصادی و به ویژه انواع خاصی از محصولات و کالاهای اقتصادی می‌گذارد (Wilhite, 1997). تعریف خشک‌سالی اقتصادی - اجتماعی تلفیقی از عرضه و تقاضای برخی کالاهای اقتصادی با اجزاء خشک‌سالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی است.

۴) پیامد اثرات خشک‌سالی

پیامد اثرات توأم با خشک‌سالی‌های هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژیکی تفاوت‌های آن‌ها را بیشتر آشکار می‌کند. زمانی که خشک‌سالی آغاز می‌شود بخش کشاورزی به دلیل وابستگی بیش از حد به ذخیره رطوبت خاک معمولاً نخستین بخشی است که تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در طی دوره‌های ممتد خشکی چنانچه کمبود بارش ادامه یابد رطوبت خاک به سرعت تخلیه می‌شود در این صورت اتکاء مردم به سایر منابع آبی بایستی تأثیرات این کمبود را مرتفع سازد. مثلاً آنهایی که متکی به منابع آب‌های سطحی (نظیر مخازن و دریاچه‌ها) و آب‌های زیرزمینی هستند معمولاً دیرتر از سایرین تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

یک خشک‌سالی کوتاه مدت که ۳ تا ۶ ماه به طول می‌انجامد بسته به خصوصیات هیدرولوژیکی سیستم و نیازهای مصرف آب احتمالاً تأثیرات اندکی بر این بخش‌ها به همراه دارد. زمانی که بارش به حالت نرمال برمی‌گردد و شرایط خشک‌سالی هواشناسی پایان می‌پذیرد، تا زمان احیاء مجدد منابع آب سطحی و زیرسطحی پیامدهای سوء این پدیده ادامه می‌یابد. در ابتدا ذخایر رطوبت خاک و به دنبال آن جریان‌های سطحی مخازن و دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی جایگزین می‌شود. ممکن است اثرات خشک‌سالی در بخش کشاورزی به دلیل وابستگی آن به رطوبت خاک سریعاً از بین برود لیکن در سایر بخش‌ها که متکی به ذخایر سطحی و یا زیرزمینی آب هستند تا ماه‌ها یا حتی سال‌ها طول بکشد. استفاده کنندگان از آب‌های زیرزمینی که معمولاً آخرین افرادی هستند که به هنگام بروز خشک‌سالی تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند طول دوره تجدید ذخیره منبع تابعی از شدت و تداوم خشک‌سالی و مقدار بارش دریافتی است.

۵) شدت و وسعت خشک‌سالی

یکی از مهم‌ترین کاربرد شاخص خشک‌سالی تهیه گزارش دوره‌ای شدت و وسعت خشک‌سالی است. شاخص خشک‌سالی وسیله‌ای است که با خلاصه نمودن اطلاعات خشک‌سالی به صورت دوره‌ای این اطلاعات و شرایط رطوبتی محصول در منطقه گزارش می‌گردد. این گونه اطلاعات که در آن پیشرفت و رشد محصول و جنبه‌های تولید مدنظر است به طور شدید مورد نیاز مؤسسات دولتی و گروه‌های دیگری که علاقه یا مسئولیتی در قبال یک ناحیه وسیع و یا در سطح ملی دارند، می‌باشد. گروه‌های زیادی به مجموعه اطلاعاتی از این قبیل علاقه دارند که به سهولت در دسترس آنان قرار نمی‌گیرد. بنابراین دو استفاده ابتدایی از شاخص خشک‌سالی کشاورزی وجود دارد که اولی اغلب در مقایسه یک ناحیه با نواحی اطراف خسارت خشک‌سالی را بررسی می‌کند و دومی وسعت و شدت خشک‌سالی را روی یک منطقه به صورت دائمی یا به صورت دوره‌ای ارزیابی می‌کند. در هر دو مورد روش‌هایی مورد نیاز است که بتوان به صورت واقعی میزان متوسط ورودی آب منطقه و میزان



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

خروجی آن را به دست آورد. اگر بخواهیم به صورت واقعی تغییرات مهم هوا را منعکس نماییم بایستی ارزیابی هر چند روز یک مرتبه صورت بگیرد. بررسی یک ماهه کافی نیست زیرا در یک ماه اتفاقات زیادی برای محصول رخ می‌دهد. بررسی یک روزه بسیار ایده آل است ولی جزئیات زیاد به صورت تکرار درمی‌آیند. به نظر می‌رسد بررسی‌های ۵ تا ۱۰ روزه مناسب‌تر باشند.

۶) ملاحظات خشک‌سالی در رابطه با ایران

ایران کشوری پهناور است که به علت موقعیت خاص و ویژگی‌های توپوگرافیک، از آب و هوای متفاوتی برخوردار است. میزان بارندگی متوسط سالانه آنرا حدود ۲۲۴ تا ۲۷۵ میلیمتر ذکر نموده‌اند، که بدین ترتیب حدود یک سوم متوسط بارندگی‌های خشکی‌ها (۸۰۰ میلیمتر) و کمتر از یک سوم بارندگی متوسط کره زمین (۱۱۳۳ میلیمتر) می‌باشد. به همین دلیل، قسمت اعظم ایران در قلمرو آب و هوای خشک جهان قرار می‌گیرد. علاوه بر قلت بارندگی، نوسانات شدید بارندگی در مقیاس‌های روزانه، فصلی و سالانه از جمله خصوصیات است که موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی، تغذیه جریان‌های سطحی و سفره آب‌های زیرزمینی و مصارف انسانی می‌شود. با توجه به وجود نوسانات منفی شدید در بارش‌های مناطق مختلف کشور، وقوع این خشک‌سالی‌ها، اثر بسیار زیانباری را بر بخش‌های کشاورزی و اقتصادی کشور تحمیل می‌کند. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که درصد فراوانی وقوع خشک‌سالی و شدت آن در کشور بسیار بالا بوده که بیشترین فراوانی با ۵۰٪ متعلق به منطقه بندرعباس می‌باشد و پس از آن به ترتیب، زابل ۴۶/۷٪، زاهدان ۴۳٪، یزد ۴۲٪، ایران‌شهر ۴۰٪، کرمان ۲۷٪، دارای خشک‌سالی می‌باشند که همگی جزو مناطق خشک ایران محسوب می‌شوند. به طور کلی پراکندگی جغرافیایی مجموع درصد خشک‌سالی محاسبه شده در نواحی جنوبی کشور از گستردگی زیادتری برخوردار است و هر چه از بخش‌های جنوبی و مرکزی کشور فاصله گرفته می‌شود از شدت فراوانی خشک‌سالی‌ها نیز کاسته می‌شود. دلیل این امر، تأثیر سیستم‌های پرفشار جنب حاره‌ای است که مقادیر بارندگی بخش‌های جنوبی کشور را نسبت به بخش‌های شمالی و غربی به طور محسوس کاهش داده و مانع از تأثیر سیستم‌های شمالی و غربی به این مناطق می‌شود. به طور کلی باید گفت که وقوع خشک‌سالی از ویژگی‌های اصلی آب و هوای ایران محسوب می‌شود که هم در قلمرو آب و هوای مرطوب و هم خشک قابل مشاهده است. این حالت در نتیجه وجود نوسانات آب و هوایی شدید در مقیاس‌های مختلف زمانی حاصل می‌شود. ویژگی‌های خشک‌سالی ایران نشان می‌دهد که به طور کلی هیچ منطقه‌ای از کشور، از این پدیده درامان نبوده و به نسبت موقعیت طبیعی خود اثرهای این پدیده مخرب را تجربه می‌نماید و بخش‌های جنوبی، شرقی و مرکزی کشور به علت نوسانات بیشتر در مقادیر بارندگی، از آسیب پذیری زیادتری برخوردار هستند (بامداد ماچیان، ۱۳۹۱).

۷) تفاوت خشکی و خشک‌سالی

خشکی کمبود آب با توجه به وضعیت هیدرولوژیکی و هواشناسی در یک منطقه خاص و با در نظر گرفتن وضعیت اجتماعی - اکولوژیکی و زمین‌شناسی آن منطقه می‌باشد. خشکی نوعی ویژگی دائمی آب و هوایی در یک منطقه است. در صورتی که خشک‌سالی عبارتست از کاهش غیرمنتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست. البته خشک‌سالی در اثر تکرار مداوم، ویژگی خاص منطقه می‌شود و می‌تواند به خشکی تبدیل شود.

۸) مروری بر برخی از مطالعات انجام شده در زمینه تحقیق

Serrano و Vicens، ۲۰۰۶؛ با استفاده از شاخص SPI در تداوم‌های مختلف، نقشه گستره خشک‌سالی‌هایی با تداوم‌های مختلف در اسپانیا را ترسیم کردند. وی با تلفیق این نقشه‌ها با نقشه دوره برگشت بارندگی، نقشه دوره برگشت خشک‌سالی‌ها و گستره هر کدام از آن‌ها را نیز ترسیم کرد.



ابراهیم زاده، عیسی، لشکری پور، غلامرضا، ۱۳۸۰؛ در مقاله خود تحت عنوان بحران خشکسالی در سیستان و راهکارهای تعدیل آن می گویند: به دلیل نوسان شدید در آبدهی هیرمند، خشکسالی‌ها و سیلاب‌های بزرگی در سیستان رخ داده است، که مهم‌ترین آن در طی چندین ماه جریان آب هیرمند بوده که به طور کامل قطع شده است. وجود مخازن چاه نیمه سبب گردید تا از شدت بحران کاسته شود و حداقل آب شرب شهر زابل و تعدادی از روستاها تأمین گردد.

علی کولائیان و همکاران، ۱۳۸۸؛ در مقاله خود تحت عنوان بررسی و مقایسه دو شاخص پایش خشکسالی (SPI, RDI) در منطقه قائمشهر می گویند که: خشکسالی یک پدیده نرمال از اقلیم می‌باشد که به طور مکرر رخ می‌دهد. این پدیده بسیار پیچیده می‌باشد و نسبت به سایر بلاای طبیعی کمتر شناخته شده می‌باشد. این پدیده بیش از سایر بلاای روی بشر اثر می‌گذارد. به منظور به حداقل رساندن خشکسالی و در نتیجه اثرات مخرب آن، نظارت و ارزیابی این پدیده از ضروریات می‌باشد. بدین منظور مطالعه نمایه‌های خشکسالی از اهمیت بخصوصی برخوردار است. در این تحقیق شاخص‌های هواشناسی داده‌ای مربوط به دوره آماری ۳۱ ساله (۱۳۵۹-۱۳۸۹) ایستگاه سنوپتیک قراخیل قائمشهر جهت تحلیل‌های آماری و محاسبه سالهای مرطوب و خشک مورد استفاده قرار گرفته است. پایش خشکسالی در ایستگاه مورد بررسی با به‌کارگیری دو شاخص خشکسالی نمایه بارش استاندارد شده (SPI) و نمایه خشکسالی اکتشافی (RDI) انجام شده است. نتایج حاصل از مقایسه این دو شاخص نشان می‌دهد که این دو شاخص همبستگی معنی‌داری با هم دارند و مرطوبترین و خشکترین سال‌ها بر اساس در دو شاخص به ترتیب سالهای ۱۳۶۰ و ۱۳۶۴ می‌باشد.

علیزاده و همکاران، ۱۳۸۷؛ در تحقیق خود با عنوان پایش و پیش‌بینی خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیدند که منطقه مورد مطالعه نسبت به خشکسالی‌های میان مدت و کوتاه مدت حساس است و بیشتر خشکسالی‌هایی که در این منطقه اتفاق افتاده است، خشکسالی ملایم و متوسط است و احتمال وقوع پدیده خشکسالی در مناطق مرکزی استان بیشتر است.

مسعود سمیعی و همکاران، ۱۳۸۵؛ در مقاله خود تحت عنوان بررسی شدت و تداوم خشکسالی هیدرولوژیک در حوزه‌های آبخیز استان تهران می گویند که: خشکسالی‌های ۱۰۰ ساله با توزیع لوگ پیرسون نوع سوم تقریباً برابر با صفر می‌باشد. از طرف دیگر مقادیر جریان با استفاده از روش سطح آستانه به تدریج با افزایش سطح آستانه کاهش می‌یابد، تا جایی که در سطح آستانه ۹۰ درصد برابر با خشکسالی‌های دوساله با روش لوگ پیرسون نوع سوم می‌باشد. در این بررسی همبستگی بالایی بین تداوم و شدت خشکسالی برای همه ایستگاه‌ها ملاحظه شد و مشخص شد که با افزایش سطح آستانه شدت خشکسالی بیشتر می‌شود. اقدامات مدیریت آب می‌تواند از سطوح پایین تر شدت خشکسالی شروع شود و زمان کافی را برای کنترل و تنظیم آب فراهم آورد.

فاضلی و همکاران، ۱۳۸۸؛ اثرات خشکسالی بر دو گونه زراعی کنجد را بررسی کردند. هدف این مطالعه بررسی اثر تنش خشکی بر پوشش گیاهی است. نتایج این مطالعه نشان داد که خشکسالی وزن خشک و مرطوب برگ‌ها و ریشه‌ها را کاهش داده است.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۹) راهکارهای کلی مقابله با کم‌آبی

۹-۱) راهکارهای پیش از خشک‌سالی

الف) برنامه ریزی

قبل از هر گونه اقدام عملی برای کاهش خسارت‌های خشک‌سالی اتخاذ سیاست‌های راهبردی می‌تواند مشکل گشا باشد. این سیاست‌ها می‌باید بر مبنای باور داشتن واقعیت کم‌آبی در منطقه باشد به طور مسلم این دیدگاه می‌تواند در سیاست گذاری ایجاد صنایع با مصرف آب کم و کشت‌های مناسب با وضعیت کم‌آبی کار آمد باشد. همچنین اتخاذ روش‌های جهت بهره‌گیری حداکثر ممکن از نزولات جوی نیز می‌تواند در جلوگیری از بحران خشک‌سالی پیش از وقوع آن بسیار مهم تلقی شود. نقشه‌های پیش‌بینی هواشناسی قابلیت‌های مناسبی را برای ارائه آگاهی لازم در خصوص رخداد بارندگی را دارد. تا به عنوان یک الگوی کلی در اختیار برنامه ریزان قرار گیرد که بر مبنای آن پیش‌بینی‌ها صورت گرفته و هشدارهای لازم به بهره‌برداران داده شود (خلقی، ۱۳۸۴).

ب) کشت گیاهان مقاوم به خشکی

یکی از روش‌های کاهش اثر خشک‌سالی کشت گیاهان مقاوم به خشکی و در مورد درختان میوه استفاده از پایه‌های مقاوم به خشکی، و یا کشت دیم برخی از درختان، در مکان‌های مناسب می‌باشد.

پ) تامین آب از منابع مختلف و برنامه ریزی مدیریت آن‌ها

تامین آب در مناطق مبتلا به خشکی از برنامه‌های اصلی است که می‌تواند مد نظر قرار گیرد. پس از مطالعه روش‌های تامین منابع آب میتوان بانک منابع آب هر منطقه را متناسب با شرایط نیاز آبی همان منطقه در اختیار داشت از منابع تامین آب می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود.

استفاده از فاضلابهای شهری: همه روزه مقادیر متناهی آب از طریق فاضلاب شهری جریان پیدا میکند که این آب قابلیت استفاده مجدد برای تامین آب مورد نیاز آبیاری فضای سبز و جنگلکاری را دارد. به علت اینکه این گونه آبها از آلودگی‌های زیادی برخوردار هستند قبل از هرگونه استفاده باید تصفیه شده، وارد شبکه مصرف شوند.

شناسایی مکانهای احداث سدهای زیرزمینی در مسیر رودخانه‌ها: در اغلب رودخانه‌ها مناطق متعددی وجود دارند که با تاسیس سدهای زیرزمینی امکان ذخیره ی آب و استفاده از آن در موقع بحران وجود دارد. به دلیل اینکه این‌گونه آبها در اعماق زمین و در داخل آبرفت‌های رودخانه‌ای قرار می‌گیرند از دسترس تبخیر دور بوده و به علت عبور از منافذ و آبرفت‌ها تصفیه فیزیکی پیدا میکنند و در شرایط مناسب به صورت مستقیم قابل استفاده خواهند بود

استفاده از منابع آب غیر متعارف: منابع آبی در مناطق خشک و نیمه خشک وجود دارد که تا کنون مورد توجه زیادی قرار نگرفته‌اند. از جمله این آب‌ها را می‌توان آب‌های لب شور و شور ذکر کرد. که این‌گونه آب‌ها با فراوانی‌های ویژه ای قابل استفاده برای برخی مصارف خواهند بود و در شرایط کم‌آبی می‌توانند به عنوان منبع آبی مهم تلقی شوند

استفاده از فن آوری باروری ابرها: استفاده از فن آوری باروری ابرها در برخی مناطق که شرایط مناسبی دارند می‌تواند مقدار بارندگی را افزایش دهد



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

برنامه‌ریزی برای افزایش بهره‌وری آب: کم‌آبباری، آبیاری دقیق و تکمیلی از راهکارهای افزایش بهره‌وری آب می‌باشد. کم‌آبباری باعث افزایش بهره‌وری از هر واحد آب می‌شود و آبیاری تکمیلی در طی زمانی که بارندگی به تاخیر می‌افتد و یا صورت نمی‌گیرد مهم است، آبیاری دقیق شامل آبیاری قطره‌ای و بارانی می‌باشد. این نوع آبیاری تبخیر غیرمفید آب را کاهش داده و آب را به طور یکنواخت برای محصول فراهم می‌کند. کم‌آبباری از تکنیک‌هایی مدیریتی است که بطور قابل توجهی کارایی مصرف آب را در کشاورزی ارتقاء می‌بخشد. سیستم آبیاری قطره‌ای از جمله روش‌های نوین آبیاری است که توسعه آن به نوبه خود به عنوان راهکاری برای افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی مطرح می‌باشد. با توجه به امکان کنترل بالای حجم آب آبیاری در این سیستم، اعمال مدیریت کم‌آبباری با استفاده از آن با دقت بالایی ممکن می‌باشد.

توسعه بیمه محصولات کشاورزی: با توجه به امکان مطالعه و شناسایی احتمال وقوع خشک‌سالی در مناطق توجه به بیمه‌های کشاورزی برای انواع محصولات می‌تواند کمک شایان توجهی به تامین امنیت محصولات کشاورزی نماید. کشاورز با آسودگی خاطر می‌تواند فعالیت‌های خود را انجام دهد و در شرایط وقوع خشک‌سالی امکان جبران خسارتها از طریق شرکت بیمه امکان پذیر است. اختصاص یارانه از طرف دولت برای تامین بخشی از هزینه بیمه می‌تواند در توسعه فعالیت‌های کشاورزی گام مهمی در ایجاد انگیز لازم برای کشاورزان باشد.

۹-۲) راه کارهای حین بحران خشک‌سالی

یکی از تفاوت‌های اساسی مدیریت بحران‌های خشک‌سالی با بحران ناشی سایر بلایایی طبیعی، در وقوع تدریجی بحران خشک‌سالی است. در این شرایط امکان ارایه هشدارها و برنامه‌ریزی‌ها امکان پذیر بوده و به عبارتی فرصت برنامه‌ریزی را به برنامه ریزان و مسئولان می‌دهد. در کل به منظور مدیریت بحران خشک‌سالی لازم است طرح مدیریت جامع تهیه گردد که در هنگام وقوع خشک‌سالی به مورد اجرا گذاشته شود. در طرح مذکور مطالعات مختلفی صورت می‌گیرد که طی آن ضمن بررسی جوانب مختلف موضوع وظایف افراد و سازمان‌های مسئول برای حل معضل مشخص و ارایه می‌شود. از بهترین مواردی که در طرح جامع خشک‌سالی باید مورد توجه قرار گیرد می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد.

الف) شناسایی ظرفیتهای مقابله با ضایعات ناشی از خشک‌سالی

یکی از بهترین موضوعات پس از مشخص شدن شدت خشک‌سالی در یک منطقه بررسی ظرفیتهای و امکانات در منطقه وقوع برای کاهش خسارت‌های خشک‌سالی است. از جمله این موارد بررسی درآمدها، سرمایه گذاری‌ها اعتبارات و تسهیلات مالی می‌باشد. وجود تاسیسات نگهداری میوه، سبزیجات، گوشت و علوفه از مهم‌ترین مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. میزان تسهیلات مالی و منشا تامین آنها برای کمک به آسیب دیدگان و نحوی هزینه کردن آن نیز بر مبنای شاخص‌های متعدد مشخص گردد.

ب) تشکیل جلسات مشورتی با کارشناسان و بهره‌برداران

یکی از مهم‌ترین مواردی که در مدیریت بحران نقش اساسی دارد اطلاع‌رسانی شرایط و ایجاد فضای مقابله در مردم است. به همین منظور با تشکیل جلسات و توجیه شرایط، ایجاد فضای مقابله را در مردم به وجود آورد و با مشارکت مردم در طرح‌های صرفه جویی در مصرف آب، حذف فعالیت‌های پر مصرف آب می‌توان موفقیت برنامه‌های جامع مهار خشک‌سالی را افزایش داد. در مواردی کارشناسان و مردم بومی دارای تجربیات ارزنده‌ای هستند که در جلسات مشورتی باید از نظرات آنها استفاده نمود و به مورد اجرا گذاشت.

ج) تهیه برنامه تامین کمبود آب



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

تامین اضطراری آب می‌تواند از طرق مختلف صورت گیرد که از جمله مهم‌ترین موارد آن از طریق تانکرهای آب رسانی است. در افقهای بلند مدت می‌توان از طریق لوله‌های انتقال آب این مهم را انجام داد.

۳-۹) راهکارهای بعد از وقوع خشک‌سالی

نیود رهبری واحد و ناهمانگی‌های سازمانها و نهادهای اجرای کشور در امر مدیریت بحران خشک‌سالی سبب شده است تا کماکان در اغلب موارد روند موفقی در کنترل بحران خشک‌سالی نداشته باشیم. بعد از سپری شدن دوره بحران خشک‌سالی تجدید حیات منابع در منطقه به عنوان استراتژی کلی مد نظر قرار گیرد. باز ساخت نظام تولیدات زراعی و باغی از مهم‌ترین موارد مورد توجه استراتژی محسوب می‌شود. تجربه وقوع خشک‌سالی در این زمینه می‌تواند راهبردهای خوبی را برای انتخاب روشهای کشت ارائه دهد تا از این طریق تجربه خاطرات تلخ خشک‌سالی مجدد تکرار نشود. عملاً ملاحظه می‌شود که وقوع بارش نسبتاً خوب بعد از وقوع خشک‌سالی شرایط سخت را از یاد برده و مجدداً روشهای غلط پیشین مورد استفاده قرار می‌گیرد (اشرف زاده، ۱۳۸۴).

راه کارها:

* حفاظت آب و کاهش تقاضا

* ایجاد انگیزه‌های اقتصادی نیرومندتر برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در امر حفاظت آب

* تشویق حفاظت داوطلبانه آب

* ملزم کردن مصرف‌کنندگان به کاهش وابستگی به آب زیرزمینی و اجرای اقدامات حفاظتی

* بهبود مصرف آب و راندمان انتقال

* حمایت از توسعه منطقه‌ای برنامه‌های حفاظت آب

* بهبود برنامه‌ریزی آبیاری

* کاهش تلفات سیستم آب شامل :

* اقدامات صرفه جویی آب در سطح مزرعه :

- تسطیح دقیق مزارع به کمک لیزر

- نصب سیستم جریان برگشتی

- کنترل نشت آب به کمک پوشش انهار و استفاده از لوله

- کنترل گیاهان زائد و عطف‌های هرز

- استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار (همچون بارانی و قطره‌ای)

- برنامه‌ریزی آبیاری محصولات برحسب نیاز

- رفتار سنجی رطوبت خاک



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- استفاده از روش پیش آبیاری عمیق برای ذخیره رطوبت در شرایطی که آب اضافی در دسترس است.
- بهبود بخشیدن عملیات شخم و آماده سازی اراضی
- استفاده از تجهیزات جلوگیری از تبخیر
- استفاده از آب با کیفیت پائین و پساب های تصفیه شده برای آبیاری
- استفاده از لوله های زیرزمینی (مدفون کم فشار)
- کشت گیاهان مقاوم در برابر خشک سالی و شوری
- * افزایش منابع تأمین آب
- صدور مجوزهای اضطراری برای استفاده از آب
- تأمین پمپ و انواع لوله جهت توزیع آب
- پیشنهاد اجرای برنامه های نوسازی مخازن و بهره برداری تحت ظرفیت طراحی
- ارزیابی آسیب پذیری منابع آب
- تهیه فهرست مصرف کنندگان صنعتی آب به منظور امکان استفاده از منابع آب برای مصارف عمومی در مواقع اضطراری
- تهیه فهرست و بررسی برنامه های بهره برداری از مخازن
- تدارک برای ذخیره آب های اضافی
- تأمین سرمایه گذاری برای پروژه های بازیافت آب
- اجرای مدیریت کیفیت آب و استفاده مجدد از پساب ها
- استفاده از مخازن ذخیره آب جهت (بانک) تأمین آب
- استفاده از مفاهیم بانکداری آب زیرزمینی برای تخصیص و ذخیره آب اضافی، آب بی مصرف و یا آب احیاء شده
- تاسیس بانک های آب و هماهنگ شدن با برنامه های استفاده بهینه از اراضی زراعی
- استفاده موقت از تالیسات طرح برای ذخیره و توزیع آب های خارج از محدوده طرح
- انجام اقدامات سازه ای کوچک برای تأمین منابع موقتی آب با استفاده از ذخیره غیرفعال و مرده منابع آب زیرزمینی.
- * افزایش بهره وری آب
- * بذرها و گونه های زراعی مقاوم به خشکی
- * آبیاری در شب
- * کاهش تلفات آب با کاهش ضایعات
- * گیاهان با نیاز آب کمتر: (سورگوم و ارزن)



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

*کم آبیاری

توسعه اقتصادی :

- تامین انگیزه برای تنوع بخشیدن به کشاورزی و بازرگانی
 - توسعه صنعت خارج از محدوده کشت (در مناطق ریسک پذیر) به منظور متنوع کردن راهکارهای کسب درآمد
 - تسریع جریان اطلاعات بین بانکداران، کشاورزان، سازمانهای دولتی و بازرگانی
 - تعلیم و تربیت عمومی و مشارکت
 - منظور کردن شرکت عموم در برنامه ریزی مقابله با خشک سالی
 - برقراری جلسه های اطلاع رسانی مقابله با خشک سالی برای عموم و رسانه ها
 - اجرای برنامه های آگاهی از شیوه های ذخیره آب
 - چاپ و توزیع نشریاتی درباره فنون ذخیره آب و راهکارهای مدیریت خشک سالی
 - ایجاد کارگاه ها برای موضوعات خاص مربوط به خشک سالی
 - تهیه نمونه ای از دستورالعمل هایی که می توان برای ذخیره آب در نظر گرفت
 - ایجاد مرکز اطلاعات خشک سالی
 - دخالت رسانه ها در برنامه ریزی مقابل با خشک سالی
 - کمک به کشاورزان برای حضور در کلاس های مدیریت مزرعه
 - تهیه برنامه های آموزشی از دیدگاه های متفاوت فرهنگی در رابطه با منابع آب
 - دعوت عموم مردم و متخصصان اطلاعات عمومی برای همکاری
- اقدامات تخصصی تر در بخش کشاورزی:

اجرای طرح کشاورزی حفاظتی، طرح ورمی کمپوست، محلول پاشی هرس، تغذیه باغات، اصلاح و احیای باغات، اجرای سیستم های آبیاری تحت فشار، استفاده از کودهای بیولوژیک، کاهش مصرف کودهای شیمیایی، جایگزینی کودهای بیولوژیک از جمله راهکارها و برنامه های محوری برای کاهش اثرات خشکسالی است. انجام طرح های خاک ورزی حفاظتی از اسباب بالابردن بهره وری و استفاده از آب های موجود میباشد. بر هم زدن کمتر خاک (حفظ خاک)، ذخیره بیشتر رطوبت در خاک (حفظ آب)، بهبود مواد آلی خاک تا ۳۰ درصد، کاهش مصرف انرژی و هزینه به میزان دو برابر، کاهش زمان انجام عملیات تهیه زمین و جلوگیری از سوزاندن بقایای گیاهی از جمله فواید و آثار بهره گیری از خاک ورزی حفاظتی می باشد (اسدی و همکاران، ۱۳۸۸).

کشت گلخانه : این روش کشت باید در کشور نهادینه شود و کشت گلخانه ای و هیدروپونیک جایگزین کشت سنتی شود. در این فرآیند راندمان تولید تا ۵۰ درصد افزایش و در مصرف آب تا ۹۹ درصد صرفه جویی می شود. بهره گیری صحیح و افزایش بهره وری از امکانات محدود آب، بهره گیری بهینه از فضا به جای سطح، بخصوص در قطعات و اراضی کوچک غیراقتصادی، کاهش خسارت و تامین امنیت تولید با توجه به امکان کنترل عوامل سوء محیطی در یک محیط بسته گلخانه از مزایای این



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

روش تولید به شمار می‌رود. همچنین افزایش بازدهی و عملکرد با توجه به کنترل عوامل موثر در تولید شامل نور، درجه حرارت، رطوبت، تهویه و نیز کنترل آفات و بیماری‌ها، بالا بودن کیفیت و کمیت محصولات گلخانه‌ای و در نتیجه امکان صادرات محصول به خارج کشور از ویژگی کشت گلخانه‌ای است. بازده تولید محصولات به روش کشت گلخانه‌ای، دستکم ۱۵ برابر فضای آزاد است که این تولیدات شامل محصولات هم چون گوجه فرنگی، خیار، کلم، فلفل، توت فرنگی، بادمجان و انواع گل‌های زینتی و آپارتمانی می‌شود. در عین حال ایجاد اشتغال مفید و مولد در جامعه و جذب نیروی کار کشور از دیگر مزیت‌های گلخانه‌ها به شمار می‌رود.

گلخانه‌ها محیطی مطلوب برای تولید سریع محصولات صیفی و سبزی هستند که امروزه به سبب ویژگی خاص آن در مصرف تازه خوری و قابل دسترسی به آن در فصول مختلف سال، تولیدکنندگان این محصولات را برآن داشته است که علاوه بر تولید کمی بر کیفیت بخشی آن نیز توجه کنند (آرزومندامیدی لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۱).

۱۰) راهکارهای اصلی در مدیریت آبی مطالعه موردی در گیلان

به منظور اینکه نتیجه این تحقیق کاربردی و عملیاتی تر شود راهکارهای اصلی در مدیریت آبی در گیلان مورد بررسی قرار می‌گیرد که از مطالعات مختلف انجام شده گردآوری و جمع بندی شده است.

۱-۱۰) شناسایی مشخصه‌های خشک‌سالی

از آنجایی که تصمیم‌گیری در مورد آغاز یا خاتمه شرایط خشکی تا حدی مشکل به نظر می‌رسد، باید به منظور جلوگیری در اجرای مدیریت منابع آب، از مشخصه‌های خشک‌سالی استفاده نمود. هنگامی که این مشخصه‌ها تعیین گردد، مصرف‌کنندگان آب می‌توانند برنامه لازم را تهیه و در مورد سرمایه‌گذاری‌های آینده تصمیم‌گیری نمایند. علایم نشان دهنده خشک‌سالی باید دقیق و مشخص باشد تا در تصمیم‌گیری ایجاد ابهام نکند. مشخصه‌های مختلفی را می‌توان جهت اعلام بروز شرایط خشکی مورد استفاده قرار داد که شامل شاخصه‌های شدت خشکی (شاخص پالمر)، میزان رواناب در نهرها، داده‌های اماری در مورد میزان بارش مورد نیاز، درجه شوری آب رودخانه‌ها، پتانسیل نخر بعضی آب‌ها بر حیات وحش و ماهی‌ها و وضعیت موجود آب‌های زیرزمینی می‌باشد (Hrezo et al., 1986).

برای به عمل آوردن هر یک از مراحل خشکی سه نشانه از پنج نشانه‌های خشکی، نشان دهنده سطح خشکی می‌باشد. نشانگرهای خشکی نباید پیچیده باشد به نحوی که موجب عدم اطمینان در تعیین هر یک از مراحل خشک‌سالی گردد. برای شمال اگر بارندگی و ذخایر سطحی دو علامت خشکی می‌باشند، تصمیم در مورد عملی کردن طرح‌های مورد نیاز، در زمانی که بارندگی کمتر از حد معمول و ذخایر آب در حالت معمول هستند، مشکل خواهد بود. هنگامی که فقط یک منبع آب وجود داشته باشد وجود یک نشانگر خشکی نیز کافی به نظر می‌رسد. برای مثال وقتی تنها منبع آب یک شهر، ذخیره‌های سطحی باشد، طرح‌های مدیریت منابع آب هنگامی فعال خواهد بود که حجم ذخیره منبع (برحسب درصد فصل‌های عادی) از مقدار مشخصی کمتر گردد.

یک معیار لغزنده برای نشان دادن مشخصه‌های خشک‌سالی، می‌تواند به طور نموداری و به صورت ذخیره منبع که با منحنی میزان ذخیره منبع تعیین می‌گردد، باشد. هنگامی که میزان واقعی ذخایر به منطقه هشدار خشکی می‌رسد، برنامه کاهش تحویل آب از حوزه به نقاط مختلف اجرا می‌گردد. زمانی که آب‌های زیرزمینی یکی از منابع اصلی عرضه آب باشد، می‌توان از علایم خشکی بر مبنای آب‌های زیرزمینی استفاده نمود.

اغالب برنامه‌های مدیریت منابع آب، مراحل ترتیب یافته پیشرفت خشکی را با میزان معینی از کاهش موردنظر هماهنگ نموده‌اند. در آمریکا، اداراتی که دارای برنامه مدیریت آب هستند به این نتیجه رسیده‌اند که امکان وقوع خشک‌سالی در فصل



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

پاییز کمتر است و اما اگر این امکان روی دهد، امکان آنکه خشکی توسعه یافته و شدیدتر شود، زیاد است.

۱۰-۲) تعیین و انتخاب مسئولین دولتی

تعیین یک واحد مسئول دولتی که دارای یک قدرت برنامه‌ریزی برای شرایط خشک‌سالی باشد، قبل از وقوع خشک‌سالی یکی از نکات حیاتی جهت مهیا شدن برای مدیریت منابع آب در دوران خشکی می‌باشد، به این منظور لازم است واحد تعیین شده فوق از قدرت اجرایی و اختیارات لازم جهت اعلام وقوع خشک‌سالی و تغییر الگوی مصرف آب برخوردار باشد. میزان اختیارات مسئول این واحد نیز باید دقیق و شفاف باشد.

عدم شفافیت لازم در حدود اختیارات می‌تواند باعث ایجاد شرایطی گردد که مقامات ذیربط برای اجتناب از برخورد با گروه های مردم، تصمیمات خود را به تأخیر اندازند و این تأخیر موجب کاهش حفاظت کمی و کیفی از منابع آب می‌گردد.

۱۰-۳) اخطار بروز خشک‌سالی

هنگامی که بروز شرایط خشک‌سالی، مدیریت جدید منابع آب را می‌طلبد، لازم است فوراً مردم را از شرایط جدید آگاه ساخت. این اخطار باید شامل اطلاعات لازم برای کاهش مصرف آب، زمان اجرای آن و قابلیت و راهکاری لازم باشد. چگونگی اعلام حالت خشک‌سالی به مردم باید بر اساس وضعیت محلی بوده و مسائل اقتصادی نیز در آن مدنظر قرار گیرد.

۱۰-۴) کاهش مصرف آب و حفظ ساختار اقتصادی

وجود یک سیستم تعیین اولویت های مصرف آب قبل از وقوع خشک‌سالی ضروری می‌باشد. به نحوی که به هر یک از مصرف‌کنندگان آب قبل از بروز خشکی از برنامه‌های محدودسازی مصرف آب مطلع گردند، همچنین اگر ادارات، صنایع و بنگاههای تجاری قبل از بروز خشک‌سالی از برنامه‌های کاهش مصرف آب آگاه باشند، می‌توانند برنامه‌های اضطراری خود را برای کاهش مصرف آب تنظیم و تدوین نمایند. بدون شک کاهش مصرف آب، کاهش درآمد عرضه کنندگان آب را به دنبال دارد. این کاهش درآمد در زمانی به وقوع می‌پیوندد که هزینه‌های مقابله با خشک‌سالی به بیشترین میزان خود می‌رسد. در صورت عدم وجود یک صندوق ذخیره مالی یا حساب بانکی اضطراری خشک‌سالی، عرضه کنندگان آب بهاء باید نرخ آب بهاء را افزایش داده یا یک قیمت اضافی را در شرایط جدید اعمال نمایند. استفاده از عوارض خشک‌سالی مزیت بیشتری نسبت به افزایش آب بهاء دارد. مثلاً اعمال عوارض خشک‌سالی برای مسئولین راحت تر بوده و میزان افزایش درآمد از این طریق قابل پیش‌بینی می‌باشد. این نوع افزایش موقتی قیمت برای مصرف‌کنندگان آب مقبولیت بیشتری دارد و قابل درک است زیرا فقط در شرایط اضطراری اعمال می‌شود و ترس از ادامه افزایش نرخ آب را برای جبران کاهش درآمد در دوران خشک‌سالی پس از رفع آن از بین می‌برد (احمدپور، ۱۳۹۱).

۱۰-۵) چگونگی نظارت بر رعایت برنامه مصرف‌کنندگان آب

تجربه نشان داده است که کاهش بیش از ۲۰-۲۵ درصد میزان آب را نمی‌توان با درخواست داوطلبانه به دست آورد



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

(California Department, ۱۹۸۸). به نظر نمی‌رسد که نوعی توافق همگانی در مورد اینکه مقررات قانونی صرفه جویی آب یا افزایش آب بهاء و عوارض خشک‌سالی راه‌های مؤثرتری برای کاهش مصرف آب نسبت به آنچه از طریق صرفه جویی داوطلبانه حاصل می‌گردد باشند. بعضی از مدیران سازمان‌های آب، از خود آن‌ها یا گروه‌های مدافع منابع آب صورت می‌گیرد. با این حال دادن اختیارات لازم به مأمورین و مسئولین دولتی جهت نظارت بر حسن اجرای برنامه‌های ویژه خشک‌سالی، ضروری می‌باشد.

۱۰-۶) چارچوب اصلی جهت برنامه‌ریزی

مسئولیت مدیریت آب در هنگام خشک‌سالی که توسط دولت تعیین می‌گردد، لازم است به نحوی گسترش یابد که اقدامات موردنظر به موقع صورت پذیرد. هر چند افزایش بازوهای اجرایی دولت برای حوادث غیرمترقبه همچون خشک‌سالی، قابل پیش‌بینی می‌باشد، با این وجود کارهای موردنظر توسط استان‌ها در درجه اول معمولاً با سازماندهی عملیات مدیریتی در حوزه اختیارات خود شامل نشان دادن عکس‌العمل به یک واقعه غیرمترقبه پس از تفاق افتادن می‌باشد تا اینکه فعالیت‌هایی را به عهده گیرند که برای کاهش ضررهای قبل از وقوع حادثه باشد.

۱۰-۷) منابع آب استان گیلان

استان گیلان در تقسیم‌بندی کلی حوضه‌های اصلی کشور در حوضه دریای خزر قرار گرفته است. با توجه به این که حدود ۸/۳۱ درصد از سطح این حوضه در محدوده سیاسی استان گیلان قرار دارد، اما حدود ۶۴ درصد از منابع آب سطحی این حوضه در رودخانه‌های استان گیلان جاری است. منابع آب استان به تفکیک زیرحوضه‌ها و منابع سطحی و زیرزمینی در جدول زیر ملاحظه می‌گردد. به طوری که در بخش آب‌های سطحی سالانه ۹۳۸۰ میلیون مترمکعب آب در رودخانه‌های استان که دارای ایستگاه هیدرومتری می‌باشند؛ اندازه‌گیری شده است و در یک برآورد کلی برای کلیه رودخانه‌ها این رقم به ۱۱۸۰۰ میلیون مترمکعب بالغ می‌گردد.

جدول شماره ۱) منابع آب استان گیلان (به میلیون مترمکعب)

آب‌های زیرزمینی		آب‌های سطحی (جاری)		منابع محدوده
ذخایر	قابل بهره‌برداری	برآورد	اندازه‌گیری	
۳۸۰	۱۲۵	۱۶۰۰	۱۲۰۰	غرب گیلان
۱۳۰۰	۱۵۰	۲۹۰۰	۱۵۰۰	فومنات
-	-	۶۰۰۰	۵۴۵۰	سفیدرود
۸۸۵	۱۵۵	۱۳۰۰	۱۲۳۰	شرق گیلان
۲۵۲۶	۴۳۰	۱۱۸۰۰	۹۳۸۰	کل استان

مأخذ: صداقت، محمود، ۱۳۷۴؛ منابع و مسایل آب در ایران، تهران، دانشگاه پیام نور



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۱۰-۸) بهره برداری از منابع آب استان

استفاده از منابع آب استان در بخش های مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و سایر زمینه ها به صورت مدرن، سنتی و تلفیقی انجام می گیرد. با توجه به این که بیش از ۹۰ درصد آب مصرفی کشور به بخش کشاورزی اختصاص دارد در استان گیلان نیز بیشترین مصرف آب مربوط به بخش کشاورزی است. در جدول شماره ۴-۳- اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت استان و کشور آمده است، چنان که از کل سطح استان ۲۳/۵ درصد آن زیر کشت است و این رقم در کشور معادل ۱۰/۴ درصد می باشد. سطح زیر کشت آبی نیز در استان با میزان ۱۳/۵ درصد نسبت به کل کشور (۳/۵ درصد) رقم نسبتاً بالایی را نشان می دهد.

جدول شماره ۲) سطح زیر کشت استان و مقایسه آن با کشور و امکان توسعه

امکان توسعه اراضی زیر کشت آبی (هکتار)	نسبت به مساحت کل استان (درصد)		اراضی کشاورزی کیلومتر مربع	مساحت کیلومتر مربع	محدوده
	زیر کشت آبی	اراضی کشاورزی			
حدود ۲ میلیون	۳/۵	۱۰/۴	۱۷۱۵۰۰	۱۶۴۸۰۰	کشور
حدود ۲۴ هزار	۱۳/۵	۳۳/۵	۳۴۵	۱۴۸۲۰	استان گیلان

مأخذ: سالنامه آماری کشور

بر اساس تحقیقات مختلفی که توسط شرکت هایی مثل سوکرا، پندام، مهاب قدس و شرکت تحقیقات برنج انجام شده و با توجه به این که بیشترین مصرف آب کشاورزی مربوط به شالیزارهاست و با در نظر گرفتن نوع خاک، ارقام مختلفی به عنوان نیاز آبی برنج اعلام گردیده است، این ارقام عمدتاً نیاز آبی برنج را برای اراضی که دارای شبکه مدرن هستند ۱۰۵۰۰، تلفیقی ۱۲۵۰۰ و سنتی ۱۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال در گیلان اعلام نموده اند و چنان که امکانات بالقوه سطوح زیر کشت نیز به اراضی موجود اضافه گردد، نیاز آب در بخش کشاورزی بر مبنای استانداردهای جهانی حدود ۳ میلیارد مترمکعب در سال بالغ می گردد، در حالی که حجم آب موجود در رودخانه های استان حدود ۴ برابر (۱۱/۸ میلیارد مترمکعب) آب مورد نیاز در بخش کشاورزی است.

حجم آب مصرفی در سایر بخش ها نیز در جدول شماره ۴-۱ نشان داده شده است، چنان که از کل حجم آب مصرفی بیش ترین میزان آب به بخش شرب و مصارف خانگی با حجمی معادل ۴۹۳۸۴۹۹۱ مترمکعب اختصاص دارد. بخش صنعت نیز با میزان ۱۹۱۲۷۵ مترمکعب کمتر از یک درصد از آب مصرفی در جدول را به خود اختصاص می دهد.

جدول شماره ۳) تعداد مشترکین و میزان مصرف آب در استان گیلان (ارقام به مترمکعب)



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مصرف	تعداد مشترک	میزان مصرف	درصد
مسکونی	۱۹۰۹۴۳	۴۹۳۸۴۹۹۱	۸۶/۲۴
تجاری	۱۹۹۲۹	۲۰۰۶۴۱۲	۳/۵
صنعتی	۶۳	۱۹۱۲۷۵	۰/۳۳
نیروهای مسلح	۵۴	۱۳۰۰۵۸۴	۲/۲۷
اداری دولتی	۲۴۲۶	۲۰۴۱۲۳۳	۳/۵۶
عمومی	۱۴۸	۲۱۷۳۵۴۸	۳/۸
سایر	۴۸۷	۱۶۷۸۸۰	۰/۳
کل استان	۲۱۴۰۵۸۰	۵۷۲۶۵۹۲۳	۱۰۰

مأخذ: شرکت آب و فاضلاب استان، استخراج از سالنامه آماری استان

۱۰-۹) مسائل آب استان

با توجه به سطح زیرکشت استان و مصارف آب در زمینه های دیگر و به پتانسیل آب موجود که به رقمی معادل ۱۴۳۲۶ میلیون مترمکعب بالغ می گردد، به لحاظ ویژگی های طبیعی و اقلیمی و برخلاف سایر نقاط کشور عرضه آب در استان بیشتر از تقاضای آن است. لذا بروز بحران های مقطعی و مشکلات آب استان به مدیریت منابع آب و شیوه های بهره برداری از منابع موجود مرتبط است. مهم ترین مسئله در مدیریت آب کشور، برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای اقتصادی آب است. منظور از عرضه اقتصادی، مقدار آب موجود با کیفیت مشخص در زمان و مکان معین و برای مصرف معین می باشد. از آنجایی که تأمین آب در هر زمین مستلزم هزینه هایی است و این هزینه ها روی عرضه اقتصادی آب تأثیر می گذارد، بنابراین مقدار عرضه اقتصادی آب همیشه محدود است. از طرف دیگر اهمیت آب برای جامعه و ارتقای کیفیت زندگی انسان ها ایجاب می کند که هر فرد از حق دسترسی مناسب به آب به قیمتی که توان مالی پرداخت آن را داشته باشد برخوردار شود. از این رو باید بین نیاز آبی و تقاضا تفکیک قائل شد چرا که در تصمیم گیری در مورد تقاضا متأثر از اصول اقتصادی است زیرا هر نوع مصرف و هر مصرف کننده از مصرف آب نفع یا مطلوبیتی به دست می آورد که در تقاضای اقتصادی آب منعکس می گردد.

۱۰-۱) تدوین برنامه مدیریت منابع آب استان گیلان

هم اکنون حجم ذخیره مخزن سد سفیدرود ۱۶۷ میلیون مترمکعب، متوسط دبی رودی دو مترمکعب بر ثانیه و متوسط دبی خروجی ۱۷ مترمکعب بر ثانیه است. حجم کل ورودی سد سفیدرود نسبت به دوره های گذشته ۱۵ درصد کاهش داشته و این وضعیت در همه سدهای استان گیلان نیز کاهش را نشان می دهد. به دلیل این کاهش وضعیت خشک سالی هیدرولوژیک در سطح استان داریم، اما با صرفه جویی و مدیریت صحیح منابع می توانیم از بروز مشکلات برای بخش کشاورزی جلوگیری کنیم. استفاده از آب بندان ها و منابع آب طبیعی به ویژه استفاده از باران بسیار در حل مشکل کم آبی تأثیرگذار است که باید



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مورد توجه قرار گیرد. امروزه می‌توان با رهاسازی آب پشت سدها، ۹۲ درصد مشکلات سطح زمین برای کشاورزی را رفع کرد.

۱۰-۱۱) مدیریت مصرف آب

مجموعه اقداماتی که در کشور درباره آب صورت گرفته، بیشتر حول محور تأمین آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، شهری و صنعتی بوده و کمتر به «مدیریت مصرف» توجه شده است. حال آن که در برنامه جدید نظام توسعه جهانی، نگرش نو به آب به عنوان کالایی اقتصادی و استراتژیک وجود دارد که نقش اساسی در توسعه اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی دارد. در این بین موضوع پراهمیت مدیریت تقاضا و صرفه جویی آب در بخش‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته و راهکارهایی درباره کاهش تلفات در قسمت‌های مختلف صنعتی، کشاورزی و شهری ارائه خواهد شد تا با بهره‌گیری از این روش‌ها از هدرروی منابع آب جلوگیری شود.

۱۰-۱۲) نکات مهم در حل بحران آب

تدوین آیین‌نامه اجرایی چگونگی آب

حفاظت و بازیافت در برنامه‌های بخش‌های مصرف

آگاه‌سازی عمومی و مشارکت مردم در برنامه‌ریزی و مدیریت آب

توجه به عرضه و تقاضا در کل چرخه آب

توجه دقیق به مدیریت جامع آب

برآورد ارزش اقتصادی آب در هر یک از حوزه‌های آبروی

توجه به برنامه‌های اجرایی مدیریت خشک‌سالی

استفاده از روش‌های نوین آبیاری و کم‌آبیاری (آبیاری قطره‌ای)

ارتقاء سطح فرهنگ مردم و جامعه در استفاده از آب

به‌کارگیری تجربه‌های کشورهای موفق در زمینه کشاورزی

ساخت سدهای جدید و اصلاح و احداث شبکه

بررسی شکستگی‌های شبکه‌ها برای جلوگیری از اتلاف آب

طرح‌هایی نظیر حفر چاه، انتقال آب از مناطق دیگر و آبرسانی به وسیله تانکر

کنترل ذخیره پشت سدها

پمپاژ و حفر چاه‌های موقت، استفاده از تانکرهای آبرسانی

تغییر الگوی کشت توسط کشاورزان

مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری در ساعات خشک در روز (عصرها)، استفاده از کودهای مقاوم در خاک‌های خشک، تنک

کردن میوه‌ها، بالا بردن مقاومت درختان، شخم سطحی و ایزوله کردن چوب‌ها و حرس سبز.

به‌کارگیری اندیشه علمی راهی جهت پیشگیری از کم‌آبی



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۱۰-۱۳) روش‌های صحیح مدیریت خشک‌سالی در بخش کشاورزی استان گیلان

بایستی توانمندی کشاورزان و دامداران را تقویت نماید تا خودشان با استفاده از تکنولوژی‌های مناسب اصول پایدار کشاورزی را رعایت نمایند. موفقیت یا شکست روش‌ها و برنامه‌ها در ارتقای سیستم‌های استفاده از آب و زمین و پایداری کشاورزی در سطح دشتهای کشاورزی استان مورد تأکید قرار گیرد. این ارزیابی به تکنولوژی‌های مناسب، اقدامات مدیریتی و کارشناسی در چارچوب یک استراتژی ملی آمادگی مقابله با خشک‌سالی نیاز دارد. چنانچه استراتژی و برنامه عملیاتی در خصوص آمادگی مقابله با خشک‌سالی در بخش کشاورزی به درستی انجام شود، یک مکانیسم نهادینه که هماهنگی مناسب بین دستگاه‌های مختلف و توانایی رسیدگی به همه موضوعات مربوطه را دارد ایجاد می‌شود.

الف) اقدامات بلندمدت کشاورزی پایدار در سطح استان

اقدامات بلندمدت کشاورزی پایدار که در به حداقل رساندن خسارت خشک‌سالی مؤثر است اساساً مربوط به کنترل فرسایش اراضی، مدیریت آبخیزداری، اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی و اقداماتی جهت افزایش میزان دسترسی به آب و بهره‌وری آب باشد. بیشتر این مسائل توسط سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی جهاد کشاورزی بررسی می‌شود. مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب توسط ادارات و مراکز تحقیقاتی وزارت نیرو انجام می‌شود. موضوعات محیطی خشک‌سالی از طریق سازمان محیط‌زیست پیگیری می‌شود.

ب) مقابله با محدودیت منابع آبی استان گیلان

با توجه به محدودیت منابع آبی استان گیلان و کاهش نزولات جوی، از هم اکنون باید برای سال آبی آینده تمهیدات لازم در زمینه مدیریت توزیع و تهیه امکانات و تجهیزات مورد نیاز مورد بررسی و توجه قرار گیرد. با توجه به شرایط آب و هوایی موجود نیاز به برنامه‌ریزی جدی جهت ذخیره مورد اطمینان و مکفی آب برای سال آبی داریم. باید سعی شود با به‌کارگیری حداکثر پتانسیل‌های آبی داخل استان از جمله آب‌بندان‌ها و اخذ ردیف اعتباری برای ترمیم شبکه آبیاری استان، با همکاری و حمایت همکاران شرکت مدیریت منابع آب ایران، مشکلات کم‌آبی در سال‌های آتی حل گردد.

جدول شماره ۴) عاملها و متغیرهای مربوط به مسائل و محدودیت‌های منابع آب

متغیرها	نام عامل
کاهش میزان بارندگی‌ها پراکنش نامناسب زمانی بارندگی عدم دسترسی به منابع آب کافی در منطقه خشک شدن چشمه‌ها خشک شدن رودخانه‌ها عدم دسترسی به آب رودخانه‌ها فاصله اراضی زراعی تا جریان‌های سطحی آب	ویژگی‌های ساختاری (طبیعی)



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

<p>میزان سهم آب از منبع مشترک</p> <p>نوع مالکیت منبع آب</p> <p>روش آبیاری</p> <p>نحوه انتقال آب از منبع به مزرعه</p> <p>تعداد منبع آب</p> <p>میزان آب منبع (اینچ)</p> <p>وسیله برداشت آب از منبع</p>	<p>نظام بهره برداری از منابع آب</p>
<p>خروج آب‌های جاری از منطقه</p> <p>دخالت سازمان‌های مختلف در مدیریت آب کشاورزی</p> <p>نقش ضعیف مردم در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزیهای مرتبط</p> <p>نامشخص بودن وضعیت مالکیت چشمه‌ها بعد از قانون اصلاحات اراضی</p> <p>اتلاف آب در مسیرهای انتقال آب</p> <p>تقسیم غیرمتناسب آب چشمه‌ها</p> <p>مهار نشدن آب‌های سطحی</p>	<p>مسائل مدیریتی</p>
<p>نوع نظام بهره برداری</p> <p>نوع اراضی</p> <p>تعداد قطعات دیم</p> <p>تعداد کل قطعات</p> <p>سطح زیرکشت مکانیزه</p>	<p>وضعیت بهره برداری از اراضی</p>

جدول شماره ۵) جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات به منظور مدیریت خشک‌سالی

اطلاعات لازم	وزارتخانه‌ها/ مؤسسات مرتبط
<p>خلاصه مقایسه‌های تاریخی خشک‌سالی</p> <p>خلاصه اطلاعات میزان بارش</p> <p>خلاصه پیش‌بینی‌های گسترده (فواصل ۳ ماه)</p>	سازمان هواشناسی



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

	نقشه های اقلیمی
وزارت نیرو (MOE)	خلاصه میزان آب های زیرزمینی خلاصه میزان آب های سطحی خلاصه شرایط جویبارها خلاصه شرایط توده های برف وضعیت سطوح ذخایر آب عمده
مقدمات استانی مرتبط با آب وزارت بهداشت (MOH)	عرضه و تقاضای آب نوشیدنی خلاصه موضوعت بهداشت همگانی مرتبط با آب نوشیدنی
جهاد کشاورزی (MOJA)	به روز نمودن اثرات و شرایط کشاورزی، خاک، محصول به روز نمودن شرایط و اثرات جنگل و مرتع به روز نمودن شرایط و اثرات دام
سازمان محیط زیست (DOE)	اثرات برشایلات و حیات وحش اثرات بر اکوسیستم، گیاهان و جانوران
مرکز ملی مدیریت خشک سالی (NDMC) و کمیته و کارگروه های آن: پایش و پیش آگاهی ارزیابی اثرات برنامه ریزی، کاهش و واکنش خشک سالی	شاخص های خشک سالی / اثرات خشک سالی اقلیم آب محصولات و دام شاخص های نبات طبیعی قیمت های تجاری نهادهای و کالاها درآمد کشاورزان و دامداران وسعت آتش سوزی و تأثیر آن

(۱۱) نتیجه گیری

ایران به عنوان یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین با مشکل کم آبی مواجه می باشد. رشد فزاینده جمعیت و



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

نیاز به محصولات کشاورزی و دامی و محدودیت منابع آب و خاک به عنون بستر اصلی تولیدات کشاورزی مسأله کم‌آبی را به گونه ای بسیار جدی فراروی کشور قرار داده است. در واقع خشک‌سالی نیز به عنوان یک پدیده طبیعی همچون سایر پدیده‌های طبیعی به مدد دانش، آگاهی، برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح قابل پیش‌بینی و کنترل می‌باشد و خسارت‌های ناشی از آن را می‌توان به حداقل رساند.

بحران آب و محدودیت منابع آب در حال حاضر برای بسیاری از کشورها و در آینده ای نزدیک برای کلیه کشورهای جهان به صورت یک معضل جدی می‌بایست مورد توجه قرار گیرد چرا که این محدودیت رشد و تعالی کشورها را می‌تواند تحت الشعاع قرار دهد. از این رو می‌بایست به دنبال مدیریت آب برای دوره‌های خشک‌سالی بود، نه مدیریت آب در دوره‌های خشک‌سالی.

متأسفانه تاکنون در خشک‌سالی‌های گذشته به صورت مقطعی عمل کرده ایم. پرداخت خسارت به کشاورزان، استفاده از راهکاری های کوتاه مدت آبرسانی و تلاش های دیگری از این دست به وجه کافی نبوده و جای برخورد جامع و همه جانبه همچنان خالی است.

شدت و حجم خسارت‌ها و روند فزاینده‌ی آن‌ها به گونه ای است که ایجاب می‌کند تدابیر مؤثرتر و اساسی تری به خصوص جهت پیشگیری این وقایع به عمل آورد. آمار و ارقامی که هر ساله از طرف وزارت کشور اعلام می‌شود خسارت‌های وارده به مزارع در باغ‌ها و تأسیسات شهری و روستایی، خسارت‌های ناشی از عدم پوشش گیاهی، جنگلی و مراتع، مسائل و مشکلات مربوط به فرسایش خاک و هدر رفتن این سرمایه، انهدام رویش گیاه های طبیعی و منابع زیست محیطی که امید زیادی به احیای دوباره آن‌ها می‌باشیم، سهم بالاتری از آمار را به خود اختصاص می‌دهد ولی همیشه در حاشیه قرار گرفته‌اند. پس بیایید قدر این نعمت بزرگ الهی را بدانیم و در حفظ آن بکوشیم.

تمهیدات لازم در زمینه مدیریت توزیع و تهیه امکانات و تجهیزات موردنیاز.

بایستی توانمندی کشاورزان و دامداران را تقویت نماید تا خودشان با استفاده از تکنولوژی های مناسب اصول پایدار کشاورزی را رعایت نمایند و در ارتباط با خشک‌سالی بتوانند محصولات را به ثمر برسانند.

استفاده از آب بندان ها و منابع طبیعی آب به ویژه استفاده از باران بسیار در حل مشکل کم‌آبی تأثیرگذار است.

دادن اختیارات لازم به مأمورین و مسئولین دولتی جهت نظارت بر حسن اجرای برنامه‌های ویژه خشک‌سالی بسیار ضروری است.

منابع

۱) ابراهیم زاده، عیسی؛ لشکری پور، غلامرضا؛ ۱۳۸۰. بحران خشک‌سالی در سیستان و راهکارهای تعدیل آن شماره ۱۶۷ و ۱۶۸ (۶ صفحه - از ۲۲۶ تا ۲۳۱).

۲) احمدپور، حوری، محمدرضا خالدیان، افشین اشرف زاده و مجتبی رضایی، پهنه بندی شوری آبهای زیرزمینی استان گیلان از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵، سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، شهریورماه ۱۳۹۱، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۳) آرزومندامیدی لنگرودی، معصومه، سهیلا ابوالقاسمی مقدم، افشین اشرف زاده و مجید وظیفه دوست، ۱۳۹۱، پهنه بندی خشک‌سالی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده، سومین همایش ملی مدیریت جامع



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- (۴) منابع آب، شهریور ماه ۱۳۹۱، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- (۵) اسدی ر، رضایی م، یوسفی فلکدهی ع، و اشرف زاده ا، ۱۳۸۸، امکان پیش بینی اثرات شوری آب بر عملکرد ارقام برنج پرمحصول، دوازدهمین همایش کمیته آبیاری و زهکشی ایران.
- (۶) اشرف زاده، ا، ۱۳۸۴، مقدمه ای بر روش های عددی حل معادلات دیفرانسیل، کارگاه آموزشی مدل سازی در آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- (۷) بامداد ماچیانی، سلمان، محمدرضا خالدیان، محمدحسن بیگلویی و افشین اشرف زاده، ارزیابی سیستم های آبیاری قطره ای در تعدادی از باغ های کیوی شرق استان گیلان، سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، شهریور ماه ۱۳۹۱، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- (۸) خلقی م، ۱۳۸۴، توسعه و کاربرد یک مدل ناپارامتری برای شبیه سازی دبی جریان رودخانه، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۴، صفحات ۹۹۹-۹۹۱.
- (۹) دین پژوه، ی. ۱۳۷۲، بررسی و پیش بینی خشکسالی با توجه به توزیع بارشهای ماهانه (آذربایجان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- (۱۰) سمیعی، م، ثقفیان ب، مهدوی، م، (۱۳۸۵). "آنالیز منطقه ای شدت خشکسالی هیدرولوژیکی در حوزه های آبخیز استان تهران". مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۱، جلد ۵۹، صفحات ۳۹-۲۷.
- صداقت، محمود، ۱۳۷۴؛ منابع و مسایل آب در ایران، تهران، دانشگاه پیام نور
- (۱۱) جوانمرد، سهیلا، بداقجمالی، جواد، احمدیان، جواد، قهرمان، نوذر، و موقرمقدم، حسین ۱۳۸۰، محاسبه نمایه شدت خشکسالی پالمر در استان خراسان، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل
- (۱۲) عبدالهی، ج، چراغی، س.ع.م.، رحیمیان، م.ح. ۱۳۸۷. مقایسه آثار زیست محیطی تغییر کاربری اراضی بر تغییر پوشش گیاهی و دمای سطحی در مناطق شهری و غیر شهری با استفاده از سنجش از دور، محیط شناسی، ۳۴: ۱۰ تا ۱۸
- (۱۳) علیزاده الف. انصاری ح. ارشادی س. آشگر طوسی ش. ۱۳۸۷، پایش و پیش بینی خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، سال ۶، شماره ۱۱، صص ۱-۱۷.
- (۱۴) فاضلی م، کلانتری ن، رحیمی م. ح، (۱۳۸۸). "پهنه بندی افت ناشی از خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی دشت زیدون"، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، اصفهان.
- (۱۵) فیاض، ن، اسمعیلی ورکی م، اشرف زاده ا، پورهوشیار م، بهزادنظیف غ، ۱۳۹۰، برآورد دبی مقطع پر در رودخانه های شنی، مطالعه موردی: رودخانه پلرود در استان گیلان، دهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه گیلان.
- (۱۶) کاویانی، محمدرضا، علیجانی، بهلول ۱۳۷۹، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت.
- (۱۷) کردوانی، پرویز، ۱۳۸۰، خشکسالی و راههای مقابله با آن در ایران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- (۱۸) لیاقت، ع، ۱۳۷۸، کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در برآورد تبخیر از سطوح آب آزاد، اولین همایش منطقه ای بیلان آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- (۱۹) مساعدی الف. مرعشی م. کواکبی غ. ۱۳۸۸، بررسی مقایسه ای خشک سالی در مناطق پرباران و کم باران



- (مطالعه موردی: استان گلستان)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۶، شماره ۱، ویژه نامه ۱-الف، صص ۲۷۷-۲۹۰
- ۲۰) موسوی ندوشنی، س.، ۱۳۸۴، تولید داده های طولانی مدت دبی متوسط ماهانه (مطالعه موردی: رودخانه دز)، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، صفحات ۵۰۲-۴۹۳.
- ۲۱) منتظری م.، غبور ح.، ۱۳۸۸، تحلیل مقایسه ای روند بارش و خشکسالی حوضه خزر، مجله جغرافیا و توسعه، سال ۷، شماره ۱۶، صص. ۷۱-۹۲.
- ۲۲) نجمایی، م. (۱۳۶۹). هیدرولوژی مهندسی، ج دوم، چاپ دوم، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
- ۲۳) نگارش ح. خسروی م. شاه حسینی م. محمودی پ. ۱۳۸۹. مطالعه خشکسالی های کوتاه مدت شهرستان زاهدان، مجله جغرافیا و توسعه، سال ۸، شماره ۱۸، صص. ۱۰۹-۱۳۴.
- ۲۴) وفاه خواه، م. ۱۳۷۹، شناخت عوامل مؤثر در خشکسالی، کنفرانس خشکسالی کرمان.

25) Hrezo, M. S., Bridgeman, P. G., & Walker, W. R. (1986). Managing droughts through triggering mechanisms. *Journal- American Water Works Association*, 78(6), 46-51.

26) Palmer, W. C. (1965). Meteorological Drought Research paper, No. 45, U. S. weather Bureau. Washington, D. C. Feb., 58p.

27) Vicente-Serrano, S. M. (2006). Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula. *Water resources management*, 20(1), 37-60.

28) Thompson, S.A., 1999, Hydrology for water Management, Balkema, Rotterdam Netherlands

29) Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3), 111-120

30) Wilhite, D.A. (1997). Responding to Drought: Common Thread From the Past. *Visions for the Future. J. Am. Water Resour. Assoc.* 33(5):951-959.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

