

ارائه‌ی راه‌کارهای فنی و مدیریتی در شرایط خشکسالی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی (مطالعه موردی شبکه‌ی آبیاری و زهکشی سد سفیدرود)

سید احمد حسینی

استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، sahosseini@yahoo.com

چکیده

خشکسالی در اثر کاهش بارندگی حادث می‌شود و تأثیرات مختلفی بر کمیت و کیفیت آب و همچنین اثرات اقتصادی و اجتماعی طولانی‌مدت به‌جا می‌گذارد. معیار تشخیص میزان خشکسالی و ترسالی، مقایسه میزان متوسط بارندگی در سال‌های گذشته به نسبت سال جاری است. در درجه‌بندی میزان خشکسالی و ترسالی، درصد بارندگی در یک سال آبی به نسبت میزان بارش نرمال محاسبه می‌شود. خشکسالی در تمام نقاط دنیا و حتی مناطق مرطوب رخ می‌دهد. در حال حاضر بیش از ۴۵ درصد از مساحت کشور با وضعیت خشکسالی خفیف روبه‌رو می‌باشد. برای کاهش اثرات خشکسالی بایستی برنامه مدیریت خشکسالی تهیه و اجرا شود.

بخشی از برنامه‌های مدیریت خشکسالی، در شبکه‌های آبیاری و زهکشی قابل اجرا می‌باشد. از زمان شکل‌گیری شبکه‌ی آبیاری و زهکشی سد سفیدرود تاکنون محدودیت‌ها و نارسایی‌های زیادی از نظر ساختار فیزیکی و مدیریتی به وجود آمده که ضرورت مطالعات بهسازی شبکه مذکور را ایجاب می‌نماید. از مهم‌ترین محدودیت‌ها می‌توان به تغییر کاربری اراضی و افزایش مساحت اراضی شالیزاری و نوآباد در محدوده‌ی زیرپوشش شبکه آبیاری، عدم کشش ظرفیت کانال‌ها و همچنین کاهش میزان دبی تنظیم‌شده سد سفیدرود به لحاظ وقوع رسوب‌گذاری در مخزن سد، اشاره نمود. بطوریکه این مسائل سبب شده‌اند در فصل تابستان در اغلب واحدهای عمرانی با کمبود آب مواجه باشیم. در این مقاله ضمن اشاره به انواع روش‌های مرسوم در زمینه‌ی مدیریت خشکسالی، به‌صورت خاص روش‌های قابل‌استفاده در شبکه‌ی آبیاری و زهکشی سد سفیدرود ارائه‌شده است.

این روش‌ها مشتمل بر لایروبی کانال‌های آبیاری، کنترل و جلوگیری از افزایش سطح زیر کشت برنج، ترمیم و بازسازی دریچه‌های آبیاری، نظارت و کالیبراسیون دریچه‌های آبیاری کانال‌ها، اعمال مدیریت نشت و تقویت پایش در کانال‌های درجه ۱ و ۲ آبیاری، مدیریت نشت در سازه‌های اندازه‌گیری جریان آب، احداث بادشکن در اطراف کانال‌های درجه ۱ و ۲ به‌منظور ایجاد میکروکلیمای مناسب، آموزش کشاورزان، مدیریت عرضه و تقاضای تحویل آب، کنترل و نظارت دقیق بر حجم آب تحویلی به مزرعه و مباحث اقتصادی، اجتماعی و حقوقی بهره‌برداران می‌باشد. نتایج نشان داد بیشترین میزان افزایش عملکرد شبکه آبیاری سفیدرود از جنبه‌های مختلف، با بهبود شاخص‌های نسبت تقاضای مزرعه، موثر بودن سازه‌ها، کنترل آلودگی، نسبت میزان محصول و جمع‌آوری آب‌بها، اتفاق خواهد افتاد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، خشکسالی، زهکشی، سفیدرود، کانال، مدیریت.

مقدمه

خشکسالی عارضه‌ای است که از کاهش غیرمنتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست، به وجود می‌آید. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی یک منطقه نیست. به همین علت است که خطر ناشی از خشکسالی به مراتب بیشتر از خشکی است. مهم این است که بتوان خشکسالی را قبل از وقوع پیش‌بینی و مدیریت کرد. خشکسالی سالانه خسارات جبران‌ناپذیری را در بخش‌های اقتصادی و اجتماعی موجب می‌شود. خشکسالی جزو بلایای طبیعی بوده و راهی برای جلوگیری از آن وجود ندارد. اما می‌توان با اقداماتی از خسارات آن کاست.

تاکنون تعاریف بسیار زیادی از خشکسالی شده است اما هرکدام از این تعاریف دیدگاه خاصی را مدنظر داشته‌اند به‌رحال عدم وجود یک تعریف جامع و دقیق از خشکسالی و متفاوت بودن معنی آن از دیدگاه‌های مختلف مانع از درک مفهوم خشکسالی شده است. حال از آنجائی که خشکسالی بر کلیه جنبه‌های زندگی و بخش‌های مختلف جامعه خصوصاً تغییر محیط طبیعی، تأثیر مستقیم و غیرمستقیمی دارد عدم درک مفهوم آن موجب تردید و رکود در بخش‌های مختلف اقتصادی، مدیریتی و سیاست‌گذاری می‌شود. از بین تعاریف خشکسالی تعریفی که مقبول‌تر و منطقی‌تر می‌باشد عبارت است از اینکه خشکسالی را می‌توان معلول یک دوره شرایط خشک غیرعادی دانست که به‌اندازه کافی دوام داشته باشد تا عدم تعادل در وضعیت هیدرولوژی یک ناحیه ایجاد نماید. در دهه‌های اخیر در بین حوادث طبیعی که جمعیت‌های انسانی را تحت تأثیر قرار داده‌اند تعداد فراوانی پدیده خشکسالی از نظر درجه شدت، طول مدت، مجموع فضای تحت پوشش، تلفات جانی، خسارات اقتصادی و اثرات اجتماعی درازمدت در جامعه، بیشتر از سایر بلایای طبیعی بوده است. همچنین تمایز این پدیده با سایر بلایای طبیعی در این است که برخلاف سایر بلایا این پدیده به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر شود بنابراین چون تعیین دقیق زمان شروع آن کار مشکلی است تا حدودی آن را یک پدیده و بلیه خزننده می‌دانند از سویی چون خشکسالی برخلاف سایر بلایای طبیعی کمتر منجر به خسارات ساختاری می‌شود، کم‌کسانی در هنگام وقوع این پدیده در مقایسه با سایر پدیده‌ها مثل سیل پیچیده‌تر و مشکل‌تر می‌باشد. به‌طور کلی اگرچه تاکنون اثرات خشکسالی در کشور مورد بررسی قرار گرفته اما در زمینه مدیریت آن اقدام جدی صورت نگرفته است. لزوم اجرای یک برنامه تداوم دار و پیوسته و هماهنگ برای مدیریت خشکسالی مخصوصاً خشکسالی کشاورزی و منابع طبیعی انجام شود. این در حالی است که در بسیاری از کشورها در این رابطه اقدام جدی به عمل آورده‌اند. تاکنون اطلاعات منسجم و جامع از خسارات خشکسالی در ابعاد مختلف در کشور جمع‌آوری و ثبت نشده است. در این زمینه در جهان تحقیقات وسیعی انجام شده است ولی در کشور ما هنوز این موضوع مورد توجه زیادی قرار نگرفته است.

(شاه‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۰) خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها را در ایستگاه‌های بوشهر، مشهد، تهران، اصفهان و جاسک با استفاده از آمار درازمدت بررسی نموده‌اند. آن‌ها بر اساس حداقل و حداکثر بارندگی محدوده خیلی خشک، خشک، متوسط، مرطوب و خیلی مرطوب را تعیین کردند. (باغبان زاده، ۱۳۸۳) با استفاده از فن‌آوری‌های سنجش‌ازدور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود را بررسی نمود. (صفدری و همکاران، ۱۳۸۲) خشکسالی حوضه کارون را با استفاده از SPI بررسی نمودند. این بررسی نشان داد که بخش‌های شمالی و جنوبی شرقی حوضه دارای فراوانی خشکسالی بیشتر نسبت به بقیه نقاط است. (رضیئی و همکاران، ۱۳۸۲) خشکسالی را با استفاده از شاخص SPI در حوزه مرکزی ایران بررسی نمودند. در این بررسی مشخص شد که SPI با مقیاس زمانی کوتاه‌مدت برای مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب نیست و SPI طولانی‌مدت (۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه) برای این مناطق برای پایش خشکسالی مناسب‌تر است.

(کارآموز و همکاران، ۱۳۸۰)، در بررسی مدیریت منطقه‌ای خشکسالی در حوزه آبریز زاینده‌رود مدل‌هایی به‌منظور نمایش و پیش‌بینی تداوم خشکسالی و احتمال وقوع دوره‌های خشک ارائه نمودند. (ابریشم‌چی و همکاران، ۱۳۸۵) با استفاده از مدل تلفیقی غیرخطی مبتنی بر شبکه عصبی، خشکسالی را در حوضه زاینده‌رود پیش‌بینی کردند.

مواد و روش‌ها

- موقعیت محل بررسی

گیلان پرباران‌ترین منطقه ایران است. متوسط بارش سالانه شهر رشت که به شهر باران معروف است حدود ۱۳۶۲ میلی‌متر است. کمترین میزان بارندگی ثبت‌شده در شهر رشت به میزان ۸۲۰ میلی‌متر بوده است. بر اساس آمارهای منتشرشده از سوی سازمان هواشناسی، متوسط روزهای بارندگی در سال، ۱۳۵ روز اعلام‌شده که کمترین میزان بارندگی سالیانه ۸۲۰ میلی‌متر بوده است. بخشی از آب سفیدرود در منطقه رستم‌آباد توسط سد تاریک به‌طرف منطقه فومنات برای مصارف کشاورزی منحرف می‌گردد و بخش دیگری به همراه سایر انهار واریزی در منطقه سنگر رشت مجدداً توسط سد انحرافی دیگری به‌سوی مزارع هدایت می‌گردد. وسعت نواحی تحت پوشش شبکه آبیاری سفیدرود گیلان، که در قالب ۱۷ واحد عمرانی و در سه ناحیه آبیاری شرقی، مرکزی و فومنات با قدمت حدود ۳۵ سال شکل‌گرفته، در حدود ۲۸۴۱۸۰ هکتار برآورد گردیده است. از این مساحت حدود ۱۶۲۰۰۰ هکتار ناخالص، برای کشت برنج پیش‌بینی گردیده است که مساحت خالص تحت کشت آن معادل ۱۴۲۰۰۰ هکتار می‌باشد (شکل شماره ۱). واحدهای عمرانی شبکه آبیاری سفیدرود، در ساحل راست رودخانه‌ی سفیدرود، واحدهای D1 تا D5، در ساحل چپ واحدهای G1 تا G7 و در ناحیه فومنات واحدهای F1 تا F5 نام‌گذاری شده است.



شکل شماره ۱ - تصویر ماهواره ای شبکه آبیاری و زهکشی گیلان (منتج از تصاویر PAN از ماهواره SPOT و TM از ماهواره Landsat سال ۱۳۸۰)

- روش بررسی

بهره‌برداری از شبکه سفیدرود پس از ساخت سد مخزنی به‌عنوان منبع اصلی تأمین آب محدوده شبکه از سال ۱۳۴۳ آغاز شده است. از زمان شکل‌گیری شبکه مذکور تاکنون محدودیت‌ها و نارسایی‌های زیادی از نظر ساختار فیزیکی و مدیریتی به وجود آمده که ضرورت مطالعات بهسازی شبکه مذکور را ایجاب می‌نمود. از مهم‌ترین محدودیت‌ها می‌توان به تغییر کاربری اراضی و افزایش مساحت اراضی شالیزاری و نوآباد در محدوده زیرپوشش شبکه آبیاری و عدم کشش ظرفیت کانال‌ها و... اشاره نمود.

طبق بررسی های میدانی مهندسی مشاور پندام مجموع طول کانال ها و زهکش ها در نواحی شرق، مرکزی و فومنات، شبکه احداثی برای بهره برداری از آب سد سفیدرود دارای ۴۲۸ کیلومتر (۶۳ رشته) کانال اصلی و درجه یک، حدود ۷۶۲ کیلومتر (۳۱۲ رشته) کانال های پیش ساخته درجه دو SP و S و ۱۰۸۰ کیلومتر زهکش های اصلی و فرعی (۵۴۴ رشته) و حدود ۱۵۰۰۰ ابنیه وابسته، به شرح جدول ذیل می باشد.

جدول ۱- خلاصه اطلاعات مربوط به طول و تعداد کانال ها و زهکش های نواحی آبیاری در شبکه آبیاری سفیدرود

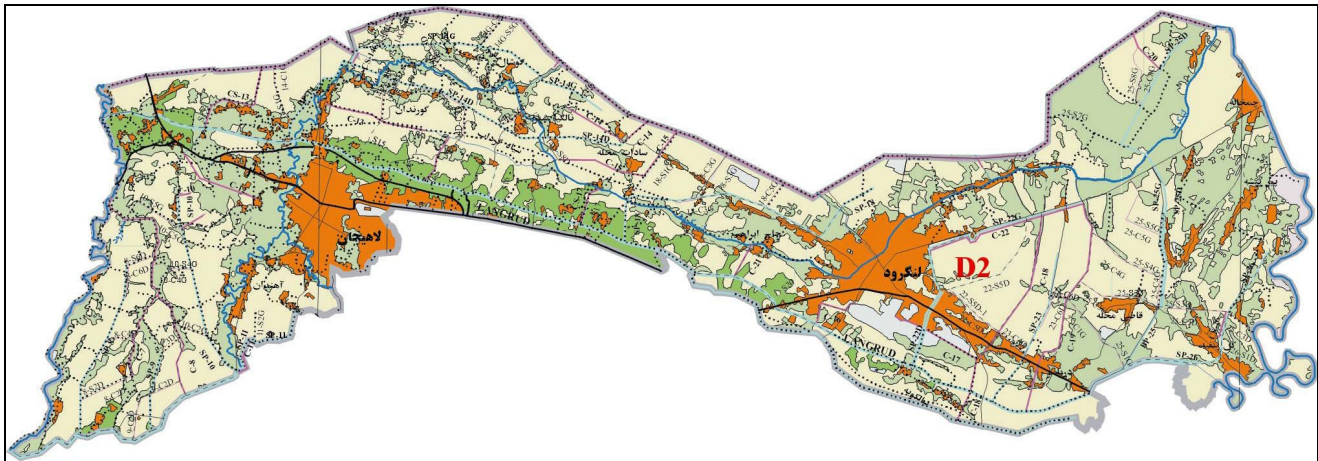
تعداد ابنیه	زهکش های اصلی و فرعی		کانال های پیش ساخته درجه دوم		کانال های اصلی و درجه یک		ناحیه آبیاری
	تعداد	طول (کیلومتر)	تعداد	طول (کیلومتر)	تعداد	طول (کیلومتر)	
۴۶۰۵	۱۲۸	۲۸۹/۵	۱۲۷	۲۷۲/۲	۱۲	۱۰۳/۲	شرق
۲۵۰۲	۲۴۶	۳۴۹/۰	۲۵	۴۳/۲	۴۰	۱۸۱/۶	مرکزی
۸۲۶۰	۱۷۰	۴۳۹/۹	۱۶۰	۴۴۷/۱	۱۱	۱۴۳/۷	فومنات
۱۵۳۶۷	۵۴۴	۱۰۷۸/۴	۳۱۲	۷۶۲/۵	۶۳	۴۲۸/۵	مجموع شبکه آبیاری سفیدرود

در شرایط فعلی به سبب افزایش سطح کشت برنج و همچنین کاهش میزان دبی تنظیم شده سد سفیدرود به لحاظ وقوع رسوب گذاری در مخزن سد، در فصل تابستان در اغلب واحدهای عمرانی با کمبود آب مواجه هستیم. بنابراین از آنجائی که بیش از نیمی از وسعت دشت جلگه ای استان، شالیزار و بیش از نیمی از خانوارهای استان گیلان با کشت محصول استراتژیک برنج امرارمعاش می نمایند، می توان به ابعاد گسترده و پیامد ناشی از بحران کم آبی و خشکسالی و اثر مستقیم آن بر اقتصاد این استان پی برد. زیرا که به دلیل توزیع زمانی ناهماهنگ نزولات جوی و حجم جریانات سطحی در طول سال و نقش مهم آب در کشاورزی منطقه، کاهش حجم ذخیره سازی سد مخزنی سفیدرود به دلیل انباشت رسوبات و کاهش آب ورودی به مخزن سد در سال های اخیر، ضرورت بررسی و مطالعه مجدد بر روی منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی و ریزش های جوی را ایجاب می نماید تا بر اساس پتانسیل های منابع آب در دسترس نسبت به مقابله با خشکسالی برای استفاده بهینه از آب موجود در شرایط بحران برنامه آبیاری تنظیم نمود. این برنامه ریزی شامل تعیین منابع آبی داخل و خارج از حوضه آبیاری سفیدرود، تنظیم و تخصیص آب برای کلیه مصارف در مناطق مختلف و ارزیابی روند اجرای برنامه تنظیم شده است.

- شناسایی عوامل تأثیرگذار در کمبود آب شبکه

با توجه به کلیه موارد پیش گفته مهم ترین دلایل تأثیرگذار در کمبود آب شبکه سفیدرود، در شرایط خشکسالی را می توان به صورت خلاصه در موارد ذیل عنوان کرد که مستقیماً با مسائل مدیریتی ارتباط دارد.

- ۱- مشکلات مربوط به کاهش حجم مخزن سد سفیدرود و کاهش شدید ورودی آن و عمر سد. بخشی از این کاهش مربوط به کاهش بارندگی حوزه آبریز است اما قسمت بسیار آن مربوط به استفاده از آب سرشاخه های آن یعنی رودخانه های قزل اوزن و شاهرود است.
- ۲- عدم توجه کافی به شبکه ای احداث شده برای بهره برداری از شبکه سد سفیدرود که تقریباً در اکثر مسیرها رها شده و کشاورزان خود عملاً هر جور که دلشان بخواهد از آن استفاده می کنند. ضمن اینکه قدمت بالا و پر شدن اکثر مسیرها از رسوبات مشکل را دوچندان ساخته است. همچنین است مشکلات مربوط به لایروبی رودخانه ها و نهرها از جمله دریچه گذاری و به طور کلی عدم قابلیت بهره برداری از سیستم آبرسانی موجود و عدم اتمام اجرای طرح های عمرانی چون طرح های D5 و مانند آن در رابطه با کانال های زمینی و آبرسانی (شکل ۲).



شکل شماره ۲- کاربری اراضی شبکه آبیاری و زهکشی واحد عمرانی D2 از محدوده شبکه سفیدرود گیلان - منتج از تصاویر ماهواره ای سال ۱۳۸۰

- ۳- عدم توجه به منابع مختلف تأمین آب و اصرار بر استفاده از منابع آب‌های سطحی آن‌هم تقریباً در اکثر نقاط استان.
- ۴- عدم اجرای طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی جهت کاهش بخش قابل توجهی از هزینه‌ها در رابطه با موضوعات غرقابی، کشت توأمان، کشت دوم و به‌کارگیری انواع روش‌های علمی و مکانیزه در مصرف آب و نهاده و دیگر امور.
- ۵- حذف نقش سل‌ها (آب‌بندان‌ها) و عدم احیای مجدد آن‌ها یکی دیگر از عوامل خشکسالی در گیلان است. همچنین مشکلات تعمیق و لایروبی آب‌بندان‌ها و تالاب‌های طبیعی موجود جهت تزریق آن در مواقع خشکسالی.
- ۶- عدم توجه به کنترل آلودگی منابع آب‌های سطحی و رودخانه‌های توسط فاضلاب‌ها، پسماندهای جامد، کود و سموم شیمیایی و فلزات سنگین، باعث شده است تا اکثر آب‌های سطحی غیرقابل استفاده و اکثر منابع آب‌های زیرزمینی گیلان آلوده و غیرقابل استفاده گردند.
- ۷- عدم توجه به رعایت و نهادینه کردن فرهنگ اصلاح الگوی مصرف آب و عدم توجه به موارد مرتبط با هدر رفت آب، موضوعی است که نه در گیلان بلکه در کل ایران مورد توجه نبوده است.

نتایج و بحث

در این خصوص عملکرد شبکه آبیاری سفیدرود تحت شرایط خشکسالی و شناسایی آثار خشکسالی بر عملکرد شبکه آبیاری و زهکشی از جهات مختلف، با استفاده از شاخص‌های مختلف تحت ابعاد فنی، مدیریتی، زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی ارزیابی شد. با جمع‌آوری نظرات خبرگان، وزن هر یک ابعاد و شاخص‌ها به دست آمد.

بر این اساس مشخص گردید بخش اصلی ساختار شبکه با قدمت حدود ۳۵ سال دستخوش تغییرات زیادی شده و هم‌اکنون دارای مشکلات بسیاری است. اهم مشکلات و محدودیت‌های ایجادشده در این شبکه عبارت‌اند از تغییرات در الگوی زراعی و افزایش سطح زیر کشت برنج، رسوب‌گذاری در کانال‌ها و زهکش‌ها و کاهش ظرفیت انتقال آن‌ها، کمبود منابع آب قابل‌دسترس به دلیل کاهش ظرفیت مفید مخزن سد سفیدرود، تخریب تعداد زیادی از دریاچه‌های آبیاری و تنظیم سطح آب کانال‌ها و بعضاً نامناسب بودن موقعیت بعضی از محل‌های آبیاری از کانال‌ها به لحاظ تغییر در الگوی زراعی که ضرورت بهسازی شبکه مذکور را الزامی می‌نماید. استفاده غیرمجاز بعضی از کشاورزان از آب کانال‌ها و انهار و همچنین دست‌کاری و تخریب دریاچه‌های آب و تجاوز به بستر و حریم رودخانه و کانال‌های انتقال آب از جمله مشکلات دیگر شبکه‌های آبیاری و زهکشی سد سفیدرود می‌باشند که بر اثر عدم مدیریت صحیح بهره‌برداری به وجود آمده است. بطوریکه عدم توجه کافی به بهره‌برداری و خدمات‌رسانی مناسب به کشاورزان شبکه، تبعاتی نظیر عدم پرداخت آب‌بها توسط کشاورزان منطقه گیلان را نیز با خود به همراه داشته است. در مجموع اولویت و راه‌کارهای مدیریت خشکسالی، در شبکه‌های آبیاری و زهکشی سد سفیدرود به ترتیب ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- لایروبی کانال‌های آبیاری.
- کنترل و جلوگیری از افزایش سطح زیر کشت برنج در شرایط خشکسالی.
- ترمیم و بازسازی دریاچه‌های آبیاری.
- نظارت و کالیبراسیون دریاچه‌های آبیاری شبکه (آیا واقعاً آب مدنظر به میزان لازم به مزرعه تخصیص داده می‌شود یا بیشتر از آن تحویل می‌گردد؟).

- اصلاح برخی از محل‌های آبیگری کانال‌ها به لحاظ تغییرات حادث شده در الگوی زراعی.
- حفظ و تجهیز شبکه کانال‌ها به منظور کاهش تلفات آب (مدیریت نشت در کانال‌ها).
- مدیریت نشت در کلیه‌ی سازه‌های اندازه‌گیری شبکه.
- تقویت پایش، جلوگیری از نشت منابع آب و یا اصلاح قوانین مربوط به مسائل زیربنایی.
- احداث بادشکن در اطراف کانال به منظور ایجاد میکروکلیمای مناسب (باهدف کاهش دمای سطح آب کانال و در نتیجه کاهش تبخیر از سطح آب کانال‌ها).
- بررسی امکان گردشی کردن آب (مدیریت روابط متقابل بین عرضه و تقاضای آب).
- اطلاع‌رسانی، آموزش و مشارکت دادن بهره‌برداران، ارتقاء و تقویت فرهنگ صرفه‌جویی آب، ممنوع کردن برخی از مصارف فاقد اولویت، معافیت موقت از رعایت الزامات زیست‌محیطی (مباحث اقتصادی، اجتماعی و حقوقی).
- مدیریت آبیاری و کنترل آب‌دزدی‌های شبانه.
- تعبیه و احداث مکان‌های آبخشور دام‌ها.
- حفاظت و حمایت از منابع ذخیره‌شده، فعال‌سازی منابع اضافی و پایش شاخص‌های کیفیت آب.
- تشکیل کمیته‌ها و یا نیروی اجرایی در ارتباط با بهره‌برداران متأثر از خشکسالی در خصوص تقویت همکاری با سایر سازمان‌ها و ذینفعان.
- اصلاح تخصیص منابع آب و حمایت از کیفیت منابع آب.
- سیر تکاملی ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی.
- تخصیص اولویت منابع موجود برای استفاده کشاورزی.

منابع

- ابریشم‌چی ا، مهدی خانی، ح، تجربی‌شی، م، ۱۳۸۵، توسعه مدل تلفیقی غیرخطی پیش‌بینی خشکسالی مبتنی بر شبکه عصبی و تبدیلات موجک. مجموعه مقالات کنفرانس منابع آب، اصفهان.
- اطلاعات مربوط به آمار آب گیلان از سایت سازمان آب منطقه‌ای گیلان و منابع آماری این سازمان.
- اطلاعات عمومی آب از سایت‌های تخصصی وزارت نیرو.
- باغبان زاده، بهنام، ۱۳۸۳، به‌کارگیری فن‌آوری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان.
- رضیعی، طیب، و همکاران، ۱۳۸۲، پایش خشکسالی در ایران مرکزی با استفاده از شاخص SPI، اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. دانشگاه اصفهان.
- شاه‌محمدی، زمان، حقیقت‌جو، پرویز، پیمان افراسیاب، ۱۳۸۰، تعیین خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها بر اساس آمار بلندمدت بارندگی‌های سالانه در ایران، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راه‌کارهای مقابله، بحران آب، جلد اول، ۶۳-۷۰.
- صفدری، علی‌اکبر، و همکاران، ۱۳۸۲، پهنه‌بندی فراوانی خشکسالی‌های حوزه کارون به کمک شاخص بارش استاندارد شده SPI در محیط GIS، اولین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، دانشگاه اصفهان.
- کارآموز، محمد، ترابی، صدیقه، عراقی نژاد، شهاب، ۱۳۸۰، مدیریت منطقه‌ای خشکسالی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۶ ص.
- مهندسین مشاور پندام، ۱۳۸۰، گزارش نهایی مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان، مطالعات کاربری اراضی، جلد اول.
- Agrawala. S, Barlow. M, Cullen. H and Bradfield Lyon, 2001. The Drought and humanitarian crisis in central and southwest Asia: A climate perspective, Palisades, New York, U.S.A.
- Dracup, J.A. 1985. "Causes and occurrence of drought", in Drought Management and Its Impact on Public Water Systems, Natl. Acad. Press.
- Lloyd-Hughes, B. and Saunders. M.A. 2002. "A drought climatology for Europe", International Journal of Climatology 22: 1571-1592
- Sivakumar. M.V.K and D.A. Wilhite. 2000. Drought preparedness and drought management. Pros of an Expert Group Meeting. September 5-7, Lisbon, Portugal.
- Wilhite Donald. 1997. Improving drought management in the West, The role of mitigation and preparedness. Report to the Western Water Policy Review Advisory Commission, U.S.A.

- Wilhite, D. A. and M. H. Glantz. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International* 10:111-120.
- Wilhite, D. A, Hayes, M. J, Knutson, C and Kelly Helm Smith. 2000. Planning for drought, moving from crisis to risk management. *JAWRA*, 36, (4): 697-710.