



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

خشکسالی و راه کارهای کنترل آن



نگارندگان :

محمد علی صلی

ابراهیم هزار جریبی

محمد رضا پارسا مهر

محققین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

تابستان ۱۳۹۱



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

عنوان نشریه: خشکسالی و راه کارهای کنترل آن

نام و نام خانوادگی نگارندگان: محمد علی صلیبی، ابراهیم هزار جریبی و محمد رضا پارسامهر

ویراستار: احمد علی فیوضی یوسفی-عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

ناشر: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

شمارگان (تیراژ):

تاریخ انتشار: تابستان ۱۳۹۱

بررسی و تصویب: این نشریه در گروه انتشارات فنی و انتقال یافته های تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان

گلستان تحت شماره ۹۱/۹۳۳ مورخ ۱۳۹۱/۳/۳۱ ثبت ، مورد بررسی و تصویب قرار گرفته است.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سپاسگزاری

ستایش خدای را بر آنچه ارزانی داشت.

سپاس او را بر اندیشه نیکو که در دل نگاشت .

سپاس بر نعمت‌های فراگیر که از چشمه لطفش جوشید و عطا‌های فراوان که بخشید و نثار احسان که پیاپی پاشید.

حضرت زهرا (س)

با سپاس فراوان از زحمات بی دریغ همکاران سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، دوستان آب منطقه ای گلستان و مرکز تحقیقات علوم کشاورزی و منابع طبیعی گلستان که با علاقمندی فراوان و راهنمایی‌های سازنده ره گشای نگارندگان در تدوین این مطالب بودند.

صفحه	عناوین
۶	چکیده
۶	مقدمه
۸	۱-۱- مدیریت خشکسالی
۸	۱-۲- روشهای مطالعه خشکسالی
۹	۱-۳- روش مطالعه بیلان آبی
۹	الف- شاخص ترنتوایت
۹	ب- شاخص پالمر
۹	۱-۲-۱- روشهای تحلیل جریان
۹	۱-۲-۲- روش تحلیل داده های بارندگی
۱۰	۱-۲-۳- روش های تحلیل سینوپتیکی
۱۰	۱-۲-۴- روش استفاده از اطلاعات ژئومورفولوژیک و تاریخی
۱۰	۱-۲-۱- آغاز و خاتمه خشکسالی
۱۰	شرایط و وقوع خشکسالی
۱۰	۲-۲- شدت خشکسالی
۱۱	۲-۳- فراوانی خشکسالی
۱۱	۲-۴- وسعت منطقه ای خشکسالی
۱۲	۳- نقش منابع آبی
۱۲	۴- اثر خشکسالی
۱۳	۴-۱- اثرات خشکی بر گیاهان مختلف
۱۴	۵- راهکارهای عملی
۱۴	۵-۱- مدیریت ریسک
۱۵	۵-۲- بهبود سیستم آبیاری سطحی
۱۶	۵-۳- آبیاری تحت فشار
۱۸	۵-۴- کم آبیاری
۱۹	۵-۵- اصلاح وضعیت خاک
۱۹	۵-۶- به نژادی و به زراعی
۲۰	۵-۷- کشت ارقام مقاوم به خشکی
۲۱	۵-۸- کشت بهاره
۲۱	۵-۹- بارورسازی ابرها
۲۱	۵-۱۰- استفاده از مخازن آبی
۲۳	۵-۱۱- اجرای طرح های آبخیزداری
۲۳	۵-۱۲- مدیریت آب مجازی

۲۴		۱۳-۵-استفاده مجدد از منابع آب
۲۵		۱۴-۵-آموزش
۲۶		۱۵-۵-احياء و مرمت قنوات و جلوگیری از چاه های غیر مجاز
۲۸		فهرست منابع
۳۲		چکیده انگلیسی

چکیده

خشکسالی کلمه‌ای نام آشنا می باشد و پدیده ای است که وقوع آن ناگهانی نبوده و بتدریج اتفاق می افتد و به همین دلیل باید در برنامه‌ریزی‌های درازمدت به آن توجه نماییم خشکی و خشکسالی مهمترین عوامل تنش زای محیطی هستند که تولیدمحصولات کشاورزی را با مشکل مواجه می سازند آثار این عوامل زمانی مشخص می شود که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در فیزیولوژی رشد گیاه شده و در نتیجه باعث کاهش تولید می شود نگرش بر فرصت های قابل استفاده برای بهبود مدیریت بحران کم آبی فعلی، خشکسالی های آینده و مقابله و همراهی با آن امری لازم و ضروری است هر نوع توسعه کشاورزی و صنعتی که آسیب کمتری به منابع محدود آب و خاک وارد سازد و از تخریب جنگل ها و مراتع جلوگیری کند باید معمول گردد. کشت گیاهان مقاوم به شوری و خشکی و اهمیت به تحقیقات و پژوهش های همه جانبه در مورد آب و خاک باید در اولویت قرار گیرد. با کاربردی نمودن مباحث تئوری باید اثرات تخریبی خشکسالی را کاهش داد و با اختصاص اعتبارات لازم، امکان اجرای طرح های اساسی زیربنایی آب و خاک را فراهم ساخت آموزش همگانی استفاده از منابع آب باید سرلوحه کارها قرار گیرد امکان بهینه سازی مصرف آب توسعه سدهای ذخیره آب استفاده از زه آب ها استفاده از آب بندان ها احیاء و مرمت قنوات و اجرای برخی از پروژه های آبی در مسیر رودخانه ها و نهرهای آب نیز برخی از راه کارها است

مقدمه

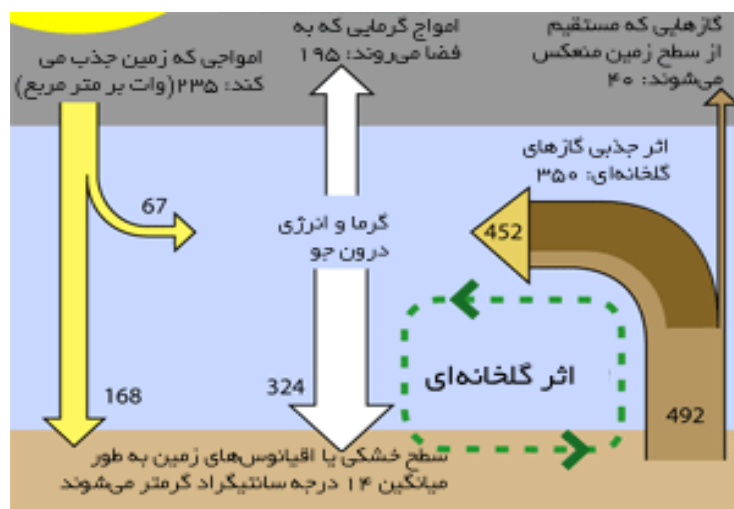
در حالی که متوسط بارندگی خشکیهای کره زمین ۸۳۱ میلیمتر و متوسط بارندگی قاره آسیا ۷۳۲ میلیمتر است، متوسط بارندگی سالانه کشور ایران ۲۵۱ و در استان گلستان ۴۵۰ میلیمتر می باشد. از طرف دیگر متوسط تبخیر سالانه ایران حدود ۷۲ درصد بارندگی سالانه کشور، گزارش شده است. بنابراین کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می گردد.

خشکسالی پدیده ای جهانی است که تقریباً می تواند در هر ناحیه ای به وقوع بپیوندد و منجر به زیانها و هزینه های عمده اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شود که در سالهای اخیر این گونه خسارات و هزینه ها افزایش قابل ملاحظه ای داشته است. و بسته بودن کشاورزی به منابع آب زیرزمینی، محدود بودن نزولات جوی و پراکنش نامناسب آن و بهره برداری غیر اصولی از منابع آب، سبب تشدید این بحران شده است. (قره شیخلو و همکاران ۱۳۸۷)

خشکسالی یک پدیده ذاتی اقلیم کشورمان است، که لازم است برای آن برنامه داشت و براین اساس به اقدامات مناسب و آگاهانه متوسل شد. به همین دلیل باید بهره برداری بر دو اصل افزایش راندمان آب و تولید محصولات با ارزش تر استوار باشد. انجام عملیات به زراعی، اصلاح روش های آبیاری، استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب های خانگی در کشاورزی، جلوگیری از افزایش اراضی کم بازده، پوشش آنها و افزودن مواد آلی مورد نیاز گیاه، از جمله اقدامات افزایش دهنده بازدهی آب به شمار می آیند. مدیریت خشکسالی باید بر مبنای مدیریت ریسک باشد. برخلاف مدیریت بحران که مجموعه ای از اقدامات واکنشی است، در مدیریت بحران پس از آن که حادثه ای اتفاق افتاد و سیستم به هم ریخته شد و ایجاد خسارت متعدد نمود. اقدام به جبران خسارت می نمایند ولی در مدیریت ریسک قبل از حادثه آمادگی لازم برای مقابله با آن پیدا شده است. در این صورت زمان کافی برای رویارویی با حوادث وجود دارد و میزان خسارت به نحو چشمگیری کاهش می یابد.

یکی از معضلات اساسی دنیای امروز افزایش گازهای گلخانه ای و نقش مهم آن در گرمایش جهان است افزایش گازهای گلخانه ای باعث ایجاد اختلال در چرخه هیدرولوژیکی در مناطق مختلف شده و خشکسالی های طولانی و زیان بار و سیلاب های غیرمنتظره و خطرناک را به وجود می آورد. روند رو به رشد گازهای گلخانه ای و افزایش دما اثرات زیان باری را در ایران داشته است. شکل شماره (۱) تاثیرات گلخانه ای را نشان می دهد. بطوریکه در طی ۴۰ سال تعداد سیلاب های مهم در دهه آخر ۲/۴ برابر اولین دهه آن می باشد که بطور همزمان با روند رو به افزایش خشکسالی ها مواجه هستیم. (بوداقپور، خلیل

زاده ۱۳۸۶)



شکل شماره (۱)- تاثیرات گلخانه ای را نشان می دهد(عکس از همشهری)

وقوع خشکسالی در یک منطقه وجود شرایطی است که در آن میزان بارش سالانه در یک یا چند سال بطور متناوب یا متوالی از بارش متوسط سال های آماری منطقه مذکور پایین تر باشد که بسته به مقدار و میزان این افت شدت های متفاوتی برای خشکسالی متصور است. این یک تعریف کلی از خشکسالی و آن هم خشکسالی هواشناسی است (خلیلی و همکاران ۱۳۸۶). علاوه بر خشکسالی هواشناسی اقسام دیگر خشکسالی نیز وجود دارند که عبارتند از خشکسالی هیدرولوژیک، خشکسالی (دوره خشکی) هیدرولوژیکی زمانی به وقوع می پیوندد که دبی جریان در رودخانه جوابگوی نیازهای موجود (شرب، صنعت و کشاورزی) نباشد خشکسالی هیدرولوژیکی با تاثیرات دوره آبی از نقصان ریزش های جوی شامل برف بر جریان رودخانه ها، مخازن ، دریاچه ها و آب زیرزمینی همراه است. فراوانی و شدت خشکسالی های هیدرولوژیکی غالباً در مقیاس یک حوزه آبریز رودخانه بیان می شود، خشکسالی کشاورزی اثرات ویژگی های مختلف هواشناسی یا هیدرولوژیکی خشکسالی را به این پدیده کشاورزی به ویژه کمبود بارش، اختلاف بین تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل، کمبود رطوبت خاک، افت سطح آب زیرزمینی یا مخزن و ... مرتبط می سازد. نیاز آبی گیاه بستگی به شرایط جوی غالب، خصوصیات زیستی گیاه خاص، مرحله رشد آن و خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک دارد.

خشکسالی اقتصادی ، اجتماعی تلفیقی است از عرضه و تقاضای برخی کالاهای اقتصادی با اجزاء خشکسالی هواشناسی. هیدرولوژیکی و کشاورزی این نوع خشکسالی با سایر انواع خشکسالی، از آن جهت تفاوت دارد که وقوع آن بستگی به فرایندهای زمانی و مکانی عرضه و تقاضا برای تعریف یا تشخیص خشکسالی ها دارد.

پیامد اثرات توام خشکسالی های هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژیکی تفاوت های آنها را بیشتر آشکار می کند. زمانی که خشکسالی آغاز می شود، بخش کشاورزی بدلیل وابستگی بیش از حد به ذخیره رطوبتی خاک ، معمولاً نخستین بخشی است که تحت تاثیر قرار می گیرد. در طی دوره های ممتد خشکی، چنانچه کمبود بارش ادامه یابد، رطوبت خاک به سرعت تخلیه می شود در این صورت اتکاء مردم به سایر منابع آبی بایستی تاثیرات این کمبود را مرتفع سازد مثلاً آنهایی که متکی به منابع آبهای سطحی (نظیر مخازن و دریاچه ها) و آب های زیرزمینی هستند معمولاً دیرتر از سایرین تحت تاثیر قرار می گیرند. یک خشکسالی کوتاه مدت که ۳ تا ۶ ماه به طول می انجامد بسته به خصوصیات هیدرولوژیکی سیستم و نیازهای مصرف آب احتمالاً تاثیرات اندکی برای بخش ها به همراه دارد. زمانی که بارش به حالت نرمال برمی گردد و شرایط خشکسالی هوا شناسی پایان می پذیرد، تا زمان احیاء مجدد منابع آب های سطحی و زیر سطحی پیامدهای سوء این پدیده ادامه می یابد، ذخایر رطوبت خاک و به دنبال آن جریان های سطحی، مخازن و دریاچه ها و آب های زیرزمینی جایگزین می شود. ممکن است اثرات خشکسالی در بخش

کشاورزی به دلیل وابستگی آن به رطوبت خاک سریعاً از بین برود لیکن در سایر بخش ها که متکی به ذخایر سطحی و یا زیرسطحی آب هستند تا ماه ها یا حتی سالها طول بکشد. استفاده کنندگان از آب های زیرزمینی که معمولاً آخرین افرادی هستند که به هنگام بروز خشکسالی تحت تاثیر آن قرار می گیرند دیرتر از سایرین بازگشت به وضعیت عادی سطح آب زیرزمینی را تجربه می کنند. طول دوره تجدید ذخیره منبع تابعی از شدت و تداوم خشکسالی و مقدار بارش دریافتی است.

به نظر می رسد، وجه مشترك تمام خشکسالیها از جمله خشکسالی کشاورزی، خشکسالی زمین شناسی، خشکسالی اقتصادی، اجتماعی و مانند آن، لافل دريك مورد چنین باشد، تأمین نشدن نیازهای آبی در بخش های کشاورزی، صنعت و شرب و کاهش سهم دریافتی نسبت به متوسط شرایط سالانه در بخش های مذکور به هرنحو، و به هر دلیل علت کم آبی در فصول خشک علی رغم بارش مناسب سالانه مربوط از حیث تشکیل سفره های آب زیرزمینی و عدم ذخیره آب برای فصول کم آب سال در آنها است.

۱-۱- مدیریت خشکسالی

خشکی و خشکسالی مهمترین عوامل تنش زای محیطی هستند که تولید محصولات کشاورزی را با مشکل مواجه می سازند آثار این عوامل زمانی بروز پیدا می کند، که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث ایجاد تنش در فیزیولوژی رشد گیاه شده و در نتیجه باعث کاهش تولید شود. خشکسالی به دوره ای از زمان اطلاق می شود که عرضه رطوبت در آن زمان در سطح مشخصی کمتر از حد مورد انتظار شرایط معمول آب و هوایی باشد که در آن آب قابل دسترس کمتر از حد مورد انتظار جهت فعالیت های اقتصادی و اجتماعی می باشد. اگرچه برنامه ریزی دولت ها برای مواجه شدن با پدیده خشکسالی می تواند تا حد زیادی موثر باشد، اما قبل از هرگونه برنامه ریزی باید مشکلات اساسی که مانع اجرای فعالیت مورد نظر می گردد را شناسایی نمود. (پور سلطانی، ۱۳۸۸).

خشکسالی يك پدیده رو به گسترش است و اثرات زیان بار آن نسبت به سایر بلاهای طبیعی گسترده تر می باشد خسارات ناشی از خشکسالی در کشورهای در حال توسعه بسیار وسیع است و حتی سرنوشت بین مرگ و زندگی را تعیین می کند. اعمال مدیریت های ناکارآمد فنی و استفاده از استراتژی های نامناسب، زمینه را برای بروز خشکسالی های بعدی به طرز فزاینده ای فراهم می نماید. (یزدانی، حق شنو ۱۳۸۸) مدیریت جامع منابع آب در مهار این بحران جهت دستیابی به توسعه پایدار امری اجتناب ناپذیر می باشد. راه حل بلندمدت و کلان مقابله با خشکسالی، مدیریت جامع منابع آب در حوزه های آبریز با مشارکت تمام مصرف کنندگان اعم از، زارع، بخش توریست، صنعت و شهرنشینی است. توسعه روش آبیاری قطره ای، تغییر الگوی کشت به سمت گیاهان مقاوم به خشکی و تدوین يك برنامه مدت دار برای مقابله خشکسالی باید در دستور مدیران کشاورزی کشور قرار گیرد. (جهان تاب و همکاران ۱۳۸۸).

با وجود منابع آب سطحی قابل توجه به دلیل عدم وجود تاسیسات تنظیم و ذخیره سازی مناسب منابع آب و یا عدم بهره برداری صحیح از آنها، از آسیب پذیری قابل توجهی در شرایط خشکسالی و ترسالی برخوردار بوده است. جهت مقابله با پدیده خشکسالی برای بهبود پاسخگویی، واکنش در برابر خشکسالی و کاهش خسارات ناشی از آن، اقداماتی اساسی نظیر توسعه زیرساخت ها و سرمایه گذاری های مربوطه، توسعه مخازن آبی، به همراه اصلاح ساختار تصمیم گیری، تمرکززدایی و نیز تقویت نهادهای غیر- دولتی (NGO) لازم است. (فروش نیا و همکاران ۱۳۸۶).

۲-۱- روشهای مطالعه خشکسالی

با توجه به زمینه فعالیت های محققان رشته های مختلف، تعاریف ویژه ای از خشکسالی ارائه شده که در نهایت موجب طبقه بندی و تفکیک این پدیده شده است. این موضوع سبب ارائه روش های مطالعاتی خاصی با توجه به شاخص های مورد توجه همچون بارندگی، رطوبت خاک، جریان های سطحی، مخازن زیرزمینی، خسارت های اقتصادی گردید.

۱-۳- روش مطالعه بیلان آبی

در مطالعه آن عمدتاً تغییرات رطوبت خاک در طی دوره های خاصی که گیاه نیازمند آن رطوبت می باشد، مد نظر قرار می گیرد. عمده شاخص هایی که برای بیان این حالت خشکسالی بکارگرفته می شوند، سعی دارند بیلان آبی خاک را شناسایی و تبیین نمایند. به طور کلی برای محاسبه بیلان آبی، روشهای مختلفی وجود دارد که بیشتر آنها، از محاسبه تبخیر و تعرق بالقوه استفاده می کنند. دو نوع شاخص مهم در این زمینه مورد استفاده محققان است.

الف- شاخص ترنتوایت

در مدل ترنتوایت، میزان تبخیر و تعرق از بارندگی با توجه به میزان آب قابل دسترس باقی مانده در خاک، محاسبه می گردد. هنگامی که بارش کمتر از تبخیر و تعرق بالقوه باشد، تبخیر و تعرق واقعی با بارش به اضافه هر مقدار، رطوبت خاک که تبخیر یا تعرق پیدا کند، برابر می شود. در شاخص ترنتوایت، تبخیر و تعرق بالقوه با استفاده از میانگین دما محاسبه می شود. این مدل می تواند برای ارزیابی شرایط انعطاف پذیری آبیاری، مورد استفاده قرار گیرد و اطلاعاتی در رابطه با حجم آب مورد نیاز در هر زمان ارائه کند و شاخص مشخصی از خشکسالی را ارائه دهد.

ب- شاخص پالمر

این شاخص یکی از مهمترین روش های مطالعه خشکسالی از طریق محاسبه بیلان آبی است که به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. شاخص مذکور نیازمند تحلیل های آب و هوایی درازمدت به منظور محاسبه پنج ثبات یا ضریبی می باشد که ویژگی های رطوبتی ویژه ای از آب و هوای منطقه را تعریف می کند. در اولین مرحله، محاسبه این شاخص نیازمند مطالعه بیلان آبی ماه به ماه برای درازمدت (مثلاً، ۳۰ سال یا بیشتر) می باشد.

۱-۲-۱- روشهای تحلیل جریان

این گونه تحلیل ها که به طور کلی بر روی جریان های سطحی، مخازن آب، دریاچه ها و سفره های آب زیرزمینی صورت می گیرد، تحت عنوان خشکسالی هیدرولوژی قلمداد شده و مورد مطالعه قرار می گیرد به همین جهت داده های مربوط به کمیت جریان رودخانه ها در این مطالعات از اهمیت اساسی برخوردار است. داده های مورد نیاز، سطح و جریان رودخانه و تداوم دوره های بدون جریان را شامل می شود در کل مطالعات خشکسالی هیدرولوژی بر روی رواناب سالیانه، حداکثر جریان سالانه یا دوره جریان حداقل متمرکز می شود. مهمترین تحلیل ها در این رابطه، تحلیل طول دوره ای است که جریان زیر یک آستانه مشخص باقی مانده و جمع کسری رواناب زیر آستانه را ایجاد کرده است.

۱-۲-۲- روش تحلیل داده های بارندگی

شاخص های مختلفی برای مطالعه خشکسالی از این دیدگاه، ابداع و ارائه شده است. ساده ترین این شاخص ها، میانگین بارندگی درازمدت به عنوان یک عدد آستانه است که مقادیر بارندگی در زمان های مورد مطالعه نسبت به آن سنجیده و ارزیابی می شود. از دیدگاهی دیگر محاسبه درصد بارش نسبت به میانگین درازمدت بارندگی می تواند شاخص دیگری باشد که ارقام آستانه آن می تواند ارزشهای مختلفی به خود گیرد که بر اساس آن شدت های مختلف خشکسالی و فراوانی آن ها محاسبه شود. استفاده از انحراف معیار، شدت خشکسالی طبقه بندی شده و محاسبات لازم بر روی آنها صورت می گیرد.

۱-۲-۳- روش های تحلیل سینوپتیکی

مطالعه درمورد آب و هوا شناسی دینامیکی رخداد خشکسالی توجه زیادی را به خود جلب نکرده است. در این زمینه تا نهمین توزیع بارندگی بر روی ایالات متحده آمریکا را به وسیله مرجع قرار دادن سیستم های پرفشار اقیانوس اطلس مطالعه نموده است و دریافت که گردش های آنتی سیکلونی در مناطق معتدل نیمکره شمالی و جنوبی به طور مستقیم در جریان هوا و وقوع خشکسالی اثر می گذارد. بوند و سابرمانیام، (۱۹۶۷) و براور و کاس (۱۹۹۱) به بررسی شرایط سینوپتیکی و فیزیکی خشکسالی در یک منطقه مفروض پرداخته اند. نتایج بررسی های آنها نیز نشان می دهد که رخداد این پدیده در رابطه مستقیم با گردش عمومی جو و نحوه استقرار مراکز فشار می باشد.

۱-۲-۴- روش استفاده از اطلاعات ژئومورفولوژیک و تاریخی

اطلاعات تاریخی که از خاطرات، رسوم خانوادگی ساکنین و از نشانه های ژئومورفولوژیک از قبیل واروهای گلی (مربوط به سیستم فرسایش یخچالی و سایر پدیده های ژئومورفولوژیک محیط های قدیمی به دست می آید)، رخداد های پدیده های طبیعی گذشته از جمله خشکسالی را بیان می نماید. معمولاً خاطراتی همچون کاهش شدید میزان محصولات یا میزان بارندگی در سالهای گذشته به دلیل اثری که در جوامع می گذارد، در ذهن ها باقی می ماند.

شرایط و وقوع خشکسالی

۱-۲-۱- آغاز و خاتمه خشکسالی

بطور کلی تشخیص زمان آغاز و خاتمه خشکسالی بسیار مشکل است. اصولاً زمان آغاز خشکسالی عمدتاً به تعریف مورد استفاده وابسته است. بدیهی است که این زمان باتوقف آخرین بارش مفید آغاز نمی شود بلکه ممکن است تا زمان اتمام ذخیره رطوبت خاک به طول انجامد. این حالت نیز بارش های هر چند اندک در زمان آغاز خشکسالی، پیچیدگی خاصی پیدا می کند، بنابراین در حالت کلی می توان گفت زمان آغاز خشکسالی، زمانی است که ذخیره رطوبتی چه در محیط خاک (خشکسالی کشاورزی) و چه در مخازن آبی (خشکسالی هیدرولوژیک) خاتمه یافته باشد. انتهای خشکسالی نیز مساله قابل توجهی محسوب می شود. پایان خشکسالی نسبت به زمان آغاز محسوس تر است. در کشاورزی، پایان خشکسالی، زمانی است که نزول باران، رطوبت مورد نیاز خاک را تامین نماید. در هیدرولوژی، زمانی که جریان رودخانه مجدداً، برقرار شده و مخازن زیرزمینی تغذیه مجدد شوند زمان پایان خشکسالی در نظر گرفته می شود. زمان آغاز تا پایان خشکسالی که به عنوان دوره تداوم خشکسالی مفروض خوانده می شود یکی از ویژگی های اساسی خشکسالی محسوب می گردد. مقیاس زمانی دوره تداوم یک خشکسالی می تواند از روز و ماه تا سال تفاوت نماید. هر قدر دوره تداوم خشکسالی طولانی تر شود، میزان ذخایر آب منطقه تحت خطر جدی قرار گرفته و به همین جهت می تواند، شدت خشکسالی رخ داده را افزایش دهد.

۲-۲- شدت خشکسالی

هر قدر میزان کمبود بارندگی نسبت به شرایط میانگین کمتر باشد به همان اندازه میزان تاثیر خشکسالی بیشتر نمود عینی پیدا می کند. علاوه بر این، میزان استمرار حالت خشکسالی در یک منطقه نیز گویای شدت خشکسالی در همان منطقه است، یعنی در شرایطی که خشکسالی تنها برای یک ماه استمرار داشته باشد احتمال دارد، بارش ماه بعد میزان کمبود ماه مزبور را جبران نماید، ولی اگر ماه بعدی نیز خود نسبت به شرایط طبیعی کمبود داشته باشد، به مراتب در شدت بخشیدن به حالت خشکسالی موثر خواهد بود. میزان کاستی در متغیر مورد مطالعه و همچنین، زمان استمرار آن، بیانگر شدت خشکسالی است. به همین

منظور برای مشخص ساختن این عامل در مطالعه خشکسالی، محققان با استفاده از شاخص های مختلف سعی می کنند درجه ناهنجاری منفی متغیر مورد مطالعه رانیز مد نظر قرار دهند.

۲-۳- فراوانی خشکسالی

فراوانی خشکسالی نیز از مهم ترین ویژگی های مورد مطالعه در بررسی يك منطقه بشمار می آید که می تواند در مقایسه ای مختلف زمانی (برای مثال سالانه، ماهانه و فصلی) محاسبه شود. با توجه به وجود شدت های مختلف خشکسالی، بررسی فراوانی ها می تواند برای هر يك از آنها با تفكیک صورت گیرد. محاسبه توزیع فراوانی در شدت های مختلف می تواند در ارزیابی قابلیت منطقه مورد مطالعه نسبت به شدت های مختلف خشکسالی کاربرد داشته باشد این محاسبه می تواند از طریق توابع توزیع احتمال فراوانی برای بررسی احتمال و با دوره های برگشت خشکسالی برای پیش بینی های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۴- وسعت منطقه ای خشکسالی

رخداده خشکسالی می تواند در منطقه ای با وسعت چند صد کیلومتر اتفاق افتد ولی امکان دارد شدت و دوره تداوم آن در سراسر منطقه یکسان نباشد. خشکسالی قاره ای که خصوصاً در مناطق خشك اتفاق می افتد در ناحیه وسیعی که صدها، بلکه هزاران کیلومتر مربع را می پوشاند گسترش پیدا می کند.

۳- نقش منابع آبی

پدیده خشکسالی به عنوان یکی از رخدادهای طبیعی جهان به طور متناوب در طول زمان اتفاق می افتد که اثرات آن در کشورهای فقیر و در حال توسعه بسیار گسترده، عمیق و زیان بار بوده و خسارت های جبران ناپذیری را برجا می دهد، حیوانی، گیاهی و محیط زیست وارد می کند. افزایش راندمان آبیاری و ارتقا بهر موری آب مصرفی در بخش کشاورزی به عنوان راه کار اساسی و مهم مدنظر قرار گیرد. لذا با توجه به محدودیت منابع آب در ایران، مهم ترین مسئله در مدیریت منابع آبی کشور برقراری تعادل میان عرضه و تقاضای آب می باشد. برای غلبه با مشکل کم آبی، در چند دهه گذشته، تاکید بر افزایش عرضه آب از طریق سرمایه گذاری در توسعه منابع آب بوده است. با توجه به این که اثر این سرمایه گذاری ها بر افزایش تولیدات کشاورزی کمتر از انتظار بوده، موضوع مدیریت تقاضا در جهت تحقق هدف بهر برداری پایدار آب و موضوع بهره برداری مطلوب از شبکه های آبیاری و زهکشی به طور اعم، و موضوع بهر برداری مطلوب از شبکه های آبیاری و زهکشی به طور اخص، در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. بررسی ها نشان می دهد که روش های ناقص مدیریت بهر برداری از آب شامل عدم کنترل الگوی کشت، عدم اندازه گیری آب تحویلی به کشاورز، مشخص نکردن میزان آب مورد نیاز واقعی محصولات، نامشخص بودن ارزش آب و یا حداقل هزینه های تامین و انتقال آن موجب تلفات بیش از حد و بازدهی اندک شده است. (برقی، قنبری ۱۳۸۷)

با توجه به این که آبیاری به منظور افزایش رطوبت خاک انجام می گردد، ممکن است سیستم آبیاری از کارایی مناسبی برخوردار نباشد که البته موارد مختلفی در عدم کارایی آن دخیل است از جمله نوع کشت میزان و شرایط منابع آب، اقلیم، عدم تطبیق شرایط مزرعه و طراحی سیستم بوده و مواردی از این دست است. برداشت بی رویه آب از منابع زیرزمینی، تلفات شدید آب از منبع آب تا مزرعه موجب افت سطح آب های زیرزمینی و حرکت آب های شور به سمت آب های شیرین و در نتیجه موجب کیفیت پایین آب های زیرزمینی شده است در ارتباط با آب اختصاص یافته به بخش کشاورزی برای تولید محصولات مختلف و تأمین مواد غذایی، دو نظریه جهانی متفاوت وجود دارد. بر اساس نظریه اول، آب اختصاص یافته به بخش کشاورزی برای تأمین مواد غذایی جمعیت رو به رشد کره زمین کافی نمی باشد و امکان برداشت آب بیشتر از منابع سطحی و زیرزمینی حداکثر با ۱۱ - ۱۲ درصد رشد عملی است. نظریه دوم تأکید بر بهره برداری بهینه از منابع آب دارد. که بر طبق آن ضروری است تا با

بهره وري مصرف آب كيلوگرم محصول توليد شده به ازاي متر مكعب آب آبياري مصرف شده در بخش كشاورزي افزايش يابد. (حيدري و همكاران ۱۳۸۶)

۴- اثر خشكسالي

متغيرهاي جوي از جمله متغيرهايي هستند كه خارج از كنترل مديريت واحد كشاورزي بوده و جزء متغيرهاي ريسكي قلمداد مي شوند. از آنجا كه توليد در بخش كشاورزي برخلاف ساير بخش هاي اقتصادي به طور عمده در محيط باز و متاثر از متغيرهاي جوي و خارج از كنترل بهره بردارانجام مي شود. لذا توليد محصولات كشاورزي اعم از باغي وزراعي علي-الخصوص محصولات ديم، بسيار غير قابل پيش بيني مي باشد. از اين رو درك روابط همبستگي توليد با شاخص ها و عوامل اقليمي امري ضروري به نظرمي رسد. هرچند اين روابط به دليل تاثير عوامل متعدد همچون افزايش سطح مكانيزاسيون عوامل انساني، و ... داراي تغييرات زيادي خواهند بود (گمرکچي و همكاران ۱۳۸۸). خشكسالي يكي از مهمترين حوادث طبيعي مي باشد كه بر روي اقتصاد، كشاورزي، توزيع جمعيت، مسائل اجتماعي و سياسي اثر مي گذارد. كمبود باران اولين مشكل در خشكسالي است كه به دنبال آن ذخيره رطوبتي خاك كم شده و به دليل وابستگي كشاورزي به آب اولين بخشي كه تحت تاثير قرار مي گيرد كشاورزي است. تحت الشعاع قرار گرفتن كشاورزي اثر مستقيم بر اقتصاد عمومي مي گذارد. تاثيرات اين پديده در مناطقي كه اقتصاد مردم برپايه فعاليت هاي كشاورزي استوار است مي تواند تا چندين برابر افزايش يابد. (بهجتی و همكاران) پوشش گياهي و بخصوص مواد موثره اسانس گياهان دارويي در خشكسالي به مراتب كمتر از تر سالي است (سردشتي ۱۳۸۸).

خشكي و خشكسالي هر دو نتيجه اثرات متقابل بين محيط زيست طبيعي و اجتماع مي باشد. پديده خشكسالي بيانگر اثرات مختلف محيط زيست بر روي موجودات زنده، موجودات، ميكروارگانيزم ها، حيوانات و انسانها بوده حال آن كه خشكي داراي مفهوم كلي بوده و براي عنا صر محيط زيست به كار نمي رود. (افشاري آزاد ۱۳۸۸) نظام اكولوژيكي نظامي فراگير و بهم پيوسته مي باشد كه فعاليت هاي انسان را نيز به عنوان يك بخش تاثير گذار در كنار خود دارد آنچه مسلم اين است كه هراقدام و تصميم انسان بر محيط زيست اثر مي گذارد يكي از مهمترين اثرات خشكسالي نابودي توانمدي هاي اكولوژيك در منطقه اي است كه در خشكسالي واقع مي شود تخریب توانمدي هاي اكولوژيك منطقه در زمان خشكسالي آثار جانبي بسياري را به وجود مي آورد كه هر کدام از اين آثار سوء شرايط را بسيار سخت تر مي كند (رستم پور و همكاران ۱۳۸۸). خشكسالي باعث کاهش غناي گونه اي و تغيير گونه اي شده و گونه هايي كه سازگارترند، باقي مي مانند از طرف ديگر باعث افزايش شاخص يكنواختي يعني افزايش شباهت گونه ها مي گردد. به طور كلي گونه هايي كه توانايي مهاجرت و ياسازگاري با خشكي را ندارند و اكوسيستم هايي كه به طور طبيعي تنوع اندكي دارند، آسيب پذيرند. بروز خشكسالي و کاهش تغذيه سفره هاي آب دار زيرزميني مي تواند تغييرات كمّي و كيفي آب هاي زيرزميني را سبب شده و در صورت مهار نكردن آن باعث خسارات جبران ناپذير به سفره هاي آب دار گردد. (سلطاني تودشكي ۱۳۸۸) نتايج بدست آمده از تحليل هاي زماني و مكاني، مؤيد تاثير خشكسالي برروي نزول سطح آب زيرزميني و پايين آمدن كيفيت آبخوان مي باشد. (چيت سازان و همكاران ۱۳۸۸) با افزايش خشكي اقليمي، طول فصل بارش با آستانه هاي مختلف کاهش يافته و در مناطق مرتفع در همه آستانه هاي بارش، فصل خشك کوتاه تر از دشت ها است. از اثرات بارز خشكسالي مي توان به کاهش منابع آب سطحي و زير سطحي اشاره نمود در نتيجه کاهش منابع آب كشاورزي، کاهش توليدات زراعي، مهاجرت و ايجاد شغل هاي كاذب اشاره كرد كه توسعه پايدار منطقه را مورد تهديد قرار مي دهد. ساير عوامل نظير تغييرات كاربري اراضي (مانند جنگل زدائي)، تخریب اراضي و ساخت سدها همگي در بروز خشكسالي هيدرولوژيكي حوزه اثر مي گذارند عرضه بسياري از كالاهاي اقتصادي مانند آب، علوفه، غلات، پرورش ماهي و نيروي برق آبي بستگي به وضعيت جودارد.



عکس شماره (۱)- تاثیر خشکسالی بر روی کشاورزی (عکس از سایت ایما نیوز)

تنش خشکی باعث کاهش معنی داری عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه می گردد. تاثیر نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه به غیر از تعداد ردیف در بلال معنی دار بود. افزایش کاربرد میزان نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب و تنش ملایم خشکی عملکرد دانه و بیولوژیک را به طور معنی دار افزایش داد. با اعمال تیمار تنش های رطوبتی کارآیی مصرف آب کاهش معنی دار یافت. بالاترین کارآیی مصرف آب متعلق به تیمار آبیاری مطلوب و کاربرد نیتروژن در هکتار بود. نتایج نشان می دهد که اعمال تنش کم آبی بر کلیه مراحل فتولوژیکی شامل تعداد روزسپری شده از زمان کاشت تا رسیدن به هریک از مراحل ستاره ای شدن، غنچه دهی، گلدهی کامل و رسیدگی فیزیولوژیکی معنی دار است. ارتفاع بوته نیز به طور محسوس تحت تاثیر تنش کم آبی قرار می گیرد. در میان اجزای عملکرد نیز متوسط قطر طبق و وزن هزار دانه متاثر از تنش خشکی واقع می شوند. عملکرد دانه نیز به طور فاحشی تحت تاثیر کم آبی واقع شده، با افزایش شدت تنش عملکرد دانه به طور محسوس کاهش می یابد. (بهرام مجد نصیری ۱۳۸۸). خشکسالی در زمینه های مختلف بر کمیت و کیفیت محصولات باغی اثرات زیان بخش وارد می آورد. کمبود بارندگی، کمبود آب آبیاری، افزایش آفات گیاهی، زیاد شدن نسبی علف های هرز و عدم امکان استفاده از کود شیمیایی کافی در اثر خشکسالی در نهایت منجر به افت کمی و کیفی محصول خواهد شد. خشکسالی اثرات متعددی بر کارکرد و طرز عمل درختان مرکبات دارد. (نخعی مقدم و همکاران ۱۳۸۸)

۴-۱- اثرات خشکی بر گیاهان مختلف

اثر خشکسالی در گیاهان مختلف متفاوت است البته همه گیاهان به طور عموم از خشکسالی خسارت می بینند و آسیب پذیر می باشند اما مقاومت گیاهان و آسیب پذیر بودن قسمت های مختلف گیاهان متفاوت است. در گندم تنش خشکی باعث کم شدن تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژی، وزن هزار دانه، شاخص برداشت تعداد سنبله در سنبله، در تعداد دانه، خواهد شد. در جو، تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک برگ ها و ساقه، کاهش سرعت پر شدن دانه می شود. اثر منفی تنش خشکی بر روی عملکرد دانه به زمان و شدت خشکی بستگی دارد. به علت رسیدگی زودتر دانه در جو، سازگاری به تنش رطوبتی جو نسبت به گندم بهتر است در سویا، بیشترین آسیب ناشی از تنش آبی مربوط به صفت عملکرد بذر می باشد. تنش خشکی در ریحان باعث کاهش طول ساقه چه، وزن تر ریشه چه و ساقه چه و دانه شده و همچنین باعث افزایش طول ریشه چه، وزن خشک ریشه چه و ساقه چه، نسبت طول و وزن ریشه چه به ساقه چه شده است. در زیره سبز برای افزایش کمیت و کیفیت اسانس باید نسبت مناسبی از رطوبت خاک در اختیار گیاه قرار گیرد، البته زیره سبز در شرایط تنش رطوبتی

خود را سازگار با کمبود رطوبت می کند هرچند در شرایط مطلوب رطوبتی عملکرد بهتری دارد. خشکی باعث افزایش درجه حرارت در آویشن باغی و کلپوره، وزن ویژه برگ در آویشن باغی و کاکوتی شده است بیشترین آسیب تنش خشکی در گیاه ماش مربوط به ارتفاع گیاه و کمترین آسیب مربوط به وزن صد دانه و طول غلاف می باشد. تنش خشکی در انگور سبب افزایش انتوسیانین و PH و فنول و کاهش اسید کل و حجم و وزن انگور می گردد. در مریم گلی، بومادران، اسفرزه، همیشه بهار، با بونه تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ و اجزا عملکرد در تمامی گونه ها می شود. تنش خشکی با عث کوتاه شدن دوره رشد در گلرنگ می شود. آبیاری کامل باعث افزایش عملکرد سرشاخه گلدار، هیپریسین و عملکرد هیپریسین و تنش خشکی ملایم و شدید باعث کاهش عملکرد کیفی و کمی گل راعی می شود هرچند دوره رشد خود را کامل می کند شنبلیله تنش خشکی بر صفات طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه نسبت به طول و وزن ریشه و ساقه تاثیر داشته است. در بین گونه های گل محمدی زنده مانده در شرایط تنش با صفات شادابی تعداد برگچه مساحت برگ و طول بلندترین شاخه قبل از تنش رابطه متقابلی وجود دارد.

۵- راهکارهای عملی

۵-۱- مدیریت ریسک

خشکسالی یکی از مزمن ترین و زیان بارترین بلاهای طبیعی است. به منظور ارزیابی دقیق از رخداد، گسترش و شدت يك خشکسالی باید تصور صحیحی از توزیع مکانی و زمانی پارامترهای هواشناسی، هیدرولوژیکی و متغیرهای سطحی داشته باشیم. (عبدی و همکاران ۱۳۸۷) خشکسالی عارضه‌ای است که از کاهش غیرمنتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوما خشک نیست به وجود می‌آید. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی يك منطقه نیست و به همین علت خطر خشکسالی از خطرناکی از خشکی به مراتب بیشتر است. مدیریت بحران به معنی اعمال نحوه و شیوه مدیریت در مواقع رخداد بحران بوده در حالی که مدیریت ریسک بمعنی پیش‌بینی مناطق ریسک‌پذیر در رابطه با خشکسالی و اعمال راهکار و به نوعی مدیریت جهت جلوگیری از وقوع شدید پدیده خشکسالی و به عبارتی به حداقل رساندن اثرات و پیامدهای پدیده مذکور می‌باشد. (اسمعیلی و همکاران ۱۳۸۳) احداث منابع آبی یکی از راه کارهای مبارزه با خشکسالی است عکس شماره (۲) آب بندان شادی مهر در حومه شهر آق قلا در استان گلستان نشان میدهد. آب بندان ها، به علت پراکندگی و حجم زیاد آب گیری کمک بسیار زیادی در کنترل خشکسالی می نمایند.



عکس شماره (۲) - آب بندان شادی مهر در حومه شهر آق قلا (آرشیو شخصی)

خشکسالی را نمی‌توان یک بلای طبیعی نا‌ید چرا که یک شرایط اقلیمی است و در حقیقت آن را باید به عنوان یک خطر ارزیابی نمود. یک خطر همیشه منجر به یک بلای طبیعی نمی‌شود و می‌تواند بدون مشکل به پایان برسد البته اگر آمادگی کامل در مواجهه با آن از قبل برنامه ریزی و تدارک دیده شده باشد. برعکس چنانچه جامعه توانایی، آمادگی، باز دارندگی و مقاومت کافی با خطری همچون خشکسالی را نداشته باشد این خطر تبدیل به یک بلای طبیعی و خسارت بار شده و موجب بروز مشکلات جدی در جامعه می‌گردد در مدیریت خشکسالی استراتژی‌ها باید در جهت مقاوم سازی جامعه نسبت به این خطر تنظیم گردد و نه صرفاً کم‌رسانی و جبران خسارات در حین و بعد از وقوع آن. (دستورانی و همکاران ۱۳۸۸) ساختار آرام و خزشی پدیده‌ی خشکسالی، باعث شده به سادگی زمان شروع و اتمام خشکسالی تعیین نگردد. غیرسازهای بودن بیشتر اثرات خشکسالی، مانعی بر سر راه تخمین صحیح و قابل اعتماد شدت و در نهایت مانعی در برابر توسعه طرح‌های آمادگی در مقابل خشکسالی شده است. وقوع خشکسالی ابعاد زندگی کشاورزان و برنامه ریزی‌های اقتصادی اجتماعی را تحت شعاع خود قرار داده و کشاورزان را در شرایط بحرانی و اضطراری قرار می‌دهد. بنابراین در زمان وقوع بحران خشکسالی، عدم وجود فرصت و منابع کافی موجب مدیریت ضعیف آن می‌گردند، مدیریت بحران در برگیرنده مجموعه‌ای از اقدامات واکنشی می‌باشد، درحالی که مدیریت ریسک به کنش در مقابل خطر خشکسالی می‌پردازد. فرآیندهای این دو نگرش مدیریتی دارای مزایای منحصر به فردی می‌باشد با ادغام این دو نگرش البته با تأکید بر مدیریت ریسک می‌توان به یک سیستم مدیریت اثربخش و جامع خشکسالی دست یافت.

۵-۲- بهبود سیستم آبیاری سطحی

هنوز درصد عمده‌ای از اراضی آبیاری با روش آبیاری سطحی آبیاری می‌شوند به همین دلایل کاربرد صحیح این روش‌ها با اهمیت است. از سوی دیگر، در زمین‌های زیرکشت این روش آبیاری و همچنین زمین‌هایی که در پیرامون و پایین دست آن‌ها تحت تأثیر مستقیم این روش آبیاری قرار دارند، کاربرد درست روش‌های آبیاری سطحی افزایش راندمان طرح را تضمین می‌نماید. در مرحله بهره‌برداری نیز می‌توان با انجام بررسی‌های لازم نتایج سودمندی جهت بهره‌برداری بهینه از منابع بدست آورد. در روش‌های سنتی فعلی نیز باید راه‌کارهایی جهت طراحی و مدیریتی اتخاذ شود، ضمناً باید از وسائل مدرن تجهیز روش‌های سنتی مانند سیفون، لوله‌های انتقال آب و مانند آن استفاده بیشتری گردد به طور مثال استفاده از لوله‌های درجه دار در عکس شماره (۳) نشان داده شده است، و در نهایت مشکلات اجتماعی زارعین در ارتباط با حقابه‌ها و آبیاری اشتراکی، توزیع صحیح و عادلانه آب و آموزش در ارتباط با نیاز آبی گیاهان، کنترل رطوبت آب خاک و بررسی عواقب مدیریت نامطلوب آبیاری و عدم انطباق آن با شرایط گیاهان، کمبود آب در شرایط بحرانی از عواملی هستند که عامل بازدارنده مصرف بهینه آب می‌باشد. البته نکته مثبت اصلاح روش‌های مدیریتی آبیاری سنتی این است که اصلاح آن‌ها برخلاف سیستم‌های آبیاری تحت فشار نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه چندانی نمی‌باشند.



عکس شماره (۳) - استفاده از لوله های در بچه دار در مزرعه (گروه مهندسی آب دانشگاه زنجان)

۳-۵- آبیاری تحت فشار

سیستم های آبیاری تحت فشار می تواند به افزایش راندمان و بهبود مصرف آب در کشاورزی کمک نماید. استفاده از سیستم های مدرن آبیاری قابلیت های فراوانی دارند از جمله بالابردن راندمان آب و افزایش تولیدات با منابع آبی کم، صرفه جویی در مصرف آب، امکان آبیاری اراضی دارای شیب، به حداقل رساندن فرسایش خاک، کاهش نیروی کارگری و قابلیت اندازه گیری میزان سیستم های آبیاری تحت فشار از مزایای آن می باشد. موفقیت سیستم های آبیاری تحت فشار در یک منطقه تابع عواملی از قبیل شرایط اقلیمی، کیفیت آب، وضعیت توپوگرافی، مشخصات خاک و نوع محصول می باشد. عکس شماره (۴) سیستم آبیاری سنتر پیووت را نشان می دهد، این سیستم مکانیزه بوده و راندمان را تا حد بسیار زیادی افزایش می دهد و موجب کاهش مصرف آب می گردد. برحسب میزان تأثیر و یا نوع محدودیتی که هر یک از این پارامترها در اجرای سیستم های آبیاری تحت فشار ایجاد می کند، منجر به توصیه و یا عدم توصیه اجرای سیستم مذکور در مزرعه می گردد. زیرا به دلیل تأخیر بسیار بالا و نیز وزش با دهای شدید در برخی ایام سال عملاً تلفات آب در سیستم آبیاری تحت فشار به میزان زیادی افزایش خواهد یافت به عبارت دیگر میزان هدر رفتن آب نسبت به آبیاری سطحی بیشتر می شود. بنابراین بایستی از طرح ها و ابتکارات نوین و بومی سازی سیستم های آبیاری و استفاده از تجربه صاحب نظران جهت ارائه طرح هایی مطابق با شرایط آب و هوایی ایران در راستای افزایش کارایی مصرف آب استفاده کرد.



عکس شماره (۴) - سیستم آبیاری سنتر پیووت (سایت مجله جامع کشاورزی و فضای سبز)

آب به دلیل استفاده از شیوه های سنتی و نادرست آبیاری سطحی به هدر می رود که پیا مد آن خشکسالی و فجایع زیست محیطی است. بنا براین به کارگیری شیوه های نوین آبیاری در جهت مصرف بهینه آب و کاهش اثرات خشکسالی حائز اهمیت می باشد. (قاسمی زاده و سالمی ۱۳۸۸). به منظور بررسی امکان تغییر روش آبیاری سنتی (سطحی) باغ های قدیمی به روش های آبیاری پیشرفته بدون اینکه مشکل خاصی در میزان تولید محصول و یا رشد رویشی درختان مسن این گونه باغ ها به وجود آید، اثرات ۴ روش مختلف آبیاری تحت فشار (قطره ای، دوریفه، اسپاگتی، بابلر، میکروجت) همراه با روش آبیاری سطحی به عنوان شاهد به مدت ۳ سال در یکی از باغات قدیمی منطقه سمیرم مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از پیاده کردن سیستم های مختلف آبیاری مقدار آب مورد نیاز درختان سیب (محاسبه شده) از طریق هریک از این روش های آبیاری درختان قرار داده شد. برای بررسی اثرات روش های مختلف آبیاری روی میزان تولید محصول و رشد رویشی درختان در طول فصل رویشی میزان رشد رویشی این درختان، وضعیت سبز، مقدار تولید محصول و کیفیت میوه های تولیدی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بررسی های انجام شده نشان داد که نه تنها در اثر تغییر سیستم آبیاری به درختان مسن استرسی وارد نمی شود بلکه با کاربرد روش های آبیاری تحت فشار مقدار آب مورد نیاز درختان در زمان مناسب و با کمترین مقدار تلفات در اختیار آن ها قرار داده می شود و این امر موجب افزایش عملکرد و بهبود رشد رویشی درختان نسبت به روش آبیاری سطحی می شود. در بین روش های آبیاری تحت فشار، روش آبیاری قطره ای دو ردیفه بیشترین تاثیر را روی میزان تولید محصول و افزایش رشد رویشی درختان داشته است. بنا براین با توجه به کمی بارش های سا لیانه، محدودیت منابع آب و خشکسالی های متوالی می توان سیستم آبیاری باغ های قدیمی را بدون هیچ گونه نگرانی و ایجاد استرس برای درختان مسن به روش های آبیاری تحت فشار تغییر داد.

۵-۴- کم آبیاری

یکی از اهداف آبیاری، بدانگونه که در تعریف علمی و مهندسی آن آمده است «استفاده حداکثر از واحد حجم آب» در شرایط محدودیت منابع آب می باشد. در این حالت مقدار آب کاهش داده می شود، و به جای «آبیاری کامل»، کم آبیاری صورت می پذیرد. آثار تبعی و طبیعی کم آبیاری کاهش عملکرد است. تحقیقات محلی، و استفاده از مدل ها و توابع تجربی ریاضی «مصرف آب- عملکرد» میزان کاهش را به ازای سطوح مختلف کم آبیاری نشان می دهد در روش «کم آبیاری»، با آب صرفه جوئی شده، می توان سطح کشت را گسترش داد و عملکرد کل را افزایش داد. این که «کم آبیاری» تا کجا باید پیش برود و در چه سطحی باید متوقف شود؟ موضوع بهینه سازی آن است تا این که حداکثر عملکرد و سود دهی را تضمین نماید.

در شرایط ایران به علت محدودیت منابع آب «کم آبیاری تنظیم شده» و بهینه سازی آن که همان استفاده حداکثر از واحد حجم آب است امری ضروری است، و لازم است در طراحی همه پروژه ها مورد توجه قرار بگیرد. برای این کار، براساس تحقیقات محلی و مدل های کلاسیک توابع، «مصرف آب - عملکرد» تنظیم و تحلیل می شود و کم آبیاری متناسب با شرایط پروژه، چه از نظر عملکرد و چه از نظر سود خالص بهینه سازی می شود (جمشید خیرابی و همکاران ۱۳۸۵). با اعمال کم آبیاری می توان با مصرف آب کمتر عملکرد محصول را بیشتر نمود و در نتیجه درآمد کشاورز افزایش می یابد یعنی هم هزینه های آبی کاهش یافته و هم درآمد بیشتری بدست می آید کم آبیاری برنامه خاصی است که در آن گیاهان به مقدار کمتری از حداکثر آب مصرفی استفاده می کند و در نتیجه محصول کاهش خواهد یافت ولی در مصرف آب صرفه جوئی شده و حداکثر سود خالص بدست می آید.

با این روش در آب آبیاری صرفه جوئی شده و اراضی بیشتری زیر سطح کشت قرار می گیرند. بهینه سازی کم آبیاری آن است که، در شرایط محدودیت منابع آب استفاده حداکثر از واحد حجم آب انجام گیرد و در مجموع عملکرد نهایی را در مزرعه افزایش داد، کم آبیاری متناسب با شرایط پروژه بررسی می شود و براساس تحقیقات محلی و مدل های اجرا شده آن در مناطق دیگر مصرف آب و عملکرد آن تنظیم و همچنین با توجه به سود خالص تحلیل می شود به طور مثال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرکرد بر روی گیاه گندم با ۵ تیمار آبیاری به ترتیب، بدون تنش آبی، ۱۵، ۳۰، ۵۵ و ۱۰۰ درصد تنش آبی در شش دوره رشد گیاهی جوانه زنی، پنجه دهی، ساقه دهی، گل دهی، شیرینی و خمیری و رسیدن پژوهش انجام شده است. و نتایج نشان می دهد که:

۱- عملکرد آب مصرفی در ابتدا روند صعودی داشته و سپس روند آن نزولی می شود.

۲- درآمد کل در واحد سطح با افزایش میزان آب آبیاری تا زمان آبیاری کامل افزایش می یابد و در اعماق بیشتر از آن کاهش می یابد در هر شش مرحله رشد گیاه حداکثر درآمد در عمق آبیاری کامل است.

۳- حداکثر سود خالص تولید در طول دوره رشد گیاه در عمق آبیاری در شرایط محدودیت منابع آب به دست آمده است.

۴- در اثر کم آبیاری اعمال شده، مقداری آب صرفه جویی می شود و کاهش عملکرد محصول هم وجود دارد و اگر چنانچه زمین عامل محدود کننده نباشد و تنها آب عامل محدود کننده تولید باشد. با آب صرفه جویی شده می توان سطح جدیدی بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر زیر کشت برد.

۵- در محاسبه اقتصادی ابتدا هزینه های تولید و سود ناشی از افزایش عملکرد، را در هر دور رشد گیاه در نظر گرفت که در این رابطه اقتصادی ترین سطح آبیاری در دوره جوانه زنی و پنجه دهی ۲۰ درصد، در دوره های ساقه دهی و شیرینی ۳۰ درصد، در دوره گل دهی ۱۵ درصد و در دوره خمیری ۴۵ درصد کاهش آب آبیاری می باشد. (ابراهیمی پاک ۱۳۸۷).

۵-۵-اصلاح وضعیت خاک

نوع خاک، بالاخص ظرفیت آب خاک، ساختمان فیزیکی آن، میزان رطوبت حقیقی در منطقه توسعه ریشه ها و موازنه آب خاک از نقطه نظر تا ثرات برخشکسالی مورد بررسی است. خاک های ماسه ای با ا عمق نسبتا زیاد در مقایسه با خاک های رسی با ظرفیت نگهداری آب نسبتا با لاتر، نسبت به پدیده خشکسالی حساس تر هستند. بدین ترتیب داشتن اطلاعات درباره نوع بافت خاک مزرعه مورد نظر، حائز اهمیت است. این اثرات در زمانی که رشد گیاه در مرحله بحرانی است و به عبارت دیگر زمانی که میزان تقاضا برای آب توسط گیاه به حدا کثر رسیده، اهمیت و یژه ای می یابد. البته کل فصل رویش تحت عنوان دوره بحرانی تلقی می شود. زیرا گیاهان در هر مرحله از محدوده رشد به آب قابل دسترس نیاز دارد تا به عملکرد بهینه و بالایی دست یابند. محدودیت منابع آبی و احتمال وقوع خشکسالی، تولید محصولات کشاورزی را با مشکلات جدی مواجه می سازد. از این رو، حفاظت از منابع اصلی تولید یعنی خاک و آب اهمیت دو چندان می یابد. یکی از مباحث بنیادی و مهم در چرخه تولید محصول، موضوع خاکورزی است. آسیب پذیری زیاد خاک در حین عملیات خاکورزی و تحت تا ثیر گرفتن شرایط رطوبتی بعد از آن موجب شده که روش های مدیریتی مناسب تری برای حفاظت از خاک و آب و افزایش عملکرد محصول اتخاذ گردد. در این راستا استفاده از روش های مختلف خاکورزی حفاظتی از جمله خاکورزی مالچی، جوی پشته ای، کمپنه ورزی و بی خاکورزی که در همه آن ها بخشی از بقایای گیاهی بر روی سطح زمین باقی گذارده می شود، به عنوان جایگزین مناسبی برای خاکورزی متداول ویژه در شرایط خشکسالی بسیار کارآمد خواهد بود. استفاده از این روش ها علاوه بر حفاظت از خاک در مقابل خطرات فرسایشی آبی و بادی، اثرات کوتاه مدت و بلندمدت مثبتی بر ساختمان خاک، منابع آبی و محیط زیست خواهد گذاشت (طباطبائی کلور ۱۳۸۷).

۵-۶-به نژادی و به زراعی

تنش خشکی از عواملی است که محصول زراعی را در مناطق خشک دنیا و از جمله ایران به شدت مورد تهدید قرار می دهد. اطلاع از ویژگی های ژنتیکی صفات، نحوه توارث و عکس العمل آن ها در شرایط تنش حائز اهمیت بسیار است. تنش خشکی به عنوان مهم ترین تنش غیرزیستی نقش مهمی در کاهش تنوع ژنتیکی و عملکرد گیاهان زراعی دارد. گیاهانی که خود را برای زنده ماندن در شرایط خشک سازگار نموده اند یا این که توانایی بیشتری برای زنده ماندن در خشکسالی در یک دوره کوتاه مدت را دارند، مکانیسم هایی از فیزیولوژی و مورفولوژی و بعضی از خصوصیات دیگر خود را برای مقاومت به خشکی تغییر می دهند. بیشتر این مکانیسم ها باعث ایجاد محدودیت برای تولید بیشتر می شوند. گیاهان در محیط خشک، صفات مربوط به مقاومت به خشکی را تقویت می کنند تا شرایط زنده ماندن بهتری را برای خود فراهم کنند. لذا بسیاری از این تغییرات صفات و مکانیسم ها در گیاهان در شرایط خشکی برای رسیدن به تولید بیشتر مطلوب نیستند. در مسئله مقاومت به خشکی در ارقام جدیدتر این گیاهان، هدف اصلی توانایی تحمل بهتر خشکی است بدون این که آسیب های جدی به گیاه برسد. هدف به نژادی برای خشکی باید تهیه ارقام با حداکثر توانایی سازگاری نسبت به شرایط محیط خشک با دامنه وسیع تر باشد تا عملکرد اقتصادی بیشتری حاصل شود. هرچند که بهبود صفات مرتبط با مقاومت به خشکی مانند وضعیت تعرق و روزنه ها، شکل و وضعیت برگ ها می تواند نقش مهمی در ایجاد مقاومت در گیاه ایجاد نماید ولی صفاتی مانند مراحل رشد و نمو گیاه برای فرار از خشکی، افزایش شاخص برداشت برای افزایش عملکرد اقتصادی، بهبود اجزای عملکردی مانند تعداد و وزن دانه در گیاه، افزایش ظرفیت پنجه زنی و شاخه دهی و ایجاد ارقام با سیستم ریشه ای گسترده نیز برای رسیدن به حداکثر عملکرد در شرایط خشک در نظر گرفته شود.

با توجه به نقش کشت و ریزی در مقابله با بخشی از مشکلات کم آبی باید تلاش های پژوهشی فراوانی در جنبه های مختلف به زراعی، برای حدا کثر استفاده در حداقل شرایط آبی و با حداقل زیان به محیط زیست طبیعی اقدام نمود که به نژادی یکی از این

را ه کاره‌است. در این سیستم در اختیار داشتن ارقام زراعی کم توقع و موفق در شرایط کم آبی از طریق روش های مختلف کلاسیک و نوین بسیار پر اهمیت است که با پیشرفت های علوم و فنون اصلاح نباتات در هر دو قسمت به ویژه مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی مولکولی در کشاورزی راه بیش از گذشته برای رسیدن به این امر گشوده شده است. در به نژادی سنتی تنها به گزینش بهترین ارقام مقاوم به کم آبی باروش های طرح آزمایشات می پردازد، در حالی که در روش های به نژادی نوین به ایجاد ارقام جدید از طریق دورگ گیری پرداخته و مواد ژنتیکی جدید خود را با روش های نوین و کمکی اصلاح مانند مهندسی کروموزوم، مهندسی ژن و بیوتکنولوژی مولکولی ارزیابی نموده و لاین ها یا ارقام مقاوم به تنش خشکی را گزینش می کنند.

در چنین شرایط بحرانی باید با رعایت تمامی اصول و موازین علمی کاشت داشت و برداشت صورت گیرد و در جهت حفظ و حراست منابع طبیعی، مراتع، جنگل ها و عرصه های آب خوان که بستر و تامین کننده اصلی منابع آب های سطحی و زیرزمینی هر کشور است تلاش فراوان صورت گیرد. اگرچه اثرات خشکسالی و کم آبی در درختان میوه نسبت به محصولات زراعی ظاهراً دیرتر نمایان می شود ولی خسارت های ناشی از خشکسالی و کم آبی در باغ های میوه بیشتر از محصولات زراعی است. بنا بر این ضروری است که در سال های کم آبی و خشکسالی انجام عملیات ویژه و حمایت هایی از قبیل تغییر در سیستم آبیاری استفاده از کودهای آلی پوسیده، استفاده از مالچ های مختلف در سطح باغ، تغییر در دور آبیاری برای عادت به کم آبی، استفاده از مواد جاذب لرطوبه در سطح آبگیر درختان مانند پرلیت، استفاده از مواد سوپر جاذب، وجین علفهای هرز، استفاده از کود شیمیایی پتاسه در جهت افزایش مقاومت گیاه به خشکی پتاسیم در حفظ پتانسیل آبی گیاه و جلوگیری از هدر رفتن آب نقشی اساسی دارد، بنا بر این در شرایط تنش که گیاه با کمبود آب مواجه است وجود پتاسیم کافی سبب حفظ فعالیت فتوسنتزی و جلوگیری از کاهش شدید فتوسنتز می گردد. پتاسیم تعداد غلاف دانه را در گیاه افزایش می دهد، اگرچه تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه کمتر تحت تاثیر قرار می گیرد اما در هر صورت با افزایش شدت تنش نقش پتاسیم در جلوگیری از کاهش بیشتر عملکرد واضح تر می باشد. (قاسمی زاده، اکبری ۱۳۸۸)

۵-۷- کشت ارقام مقاوم به خشکی

میزان آب در دسترس یکی از مهم ترین فاکتورهای محدودکننده رشد و پراکنش گیاهان می باشد و بیش از هر عامل دیگر محیطی در بازده گیاهان نقش دارد. جوانه زنی و استقرار گیاهچه بحرانی ترین مرحله در فرایند رشد می باشد. از آنجا که بخش وسیعی از مناطق زراعی ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و کمبود آب عامل محدودکننده رشد گیاهان زراعی محسوب می شود، شناسایی ارقامی که بتوانند از آب قابل دسترسشان به صورت کارآمد استفاده کنند ضروری است با انتخاب گیاهان مناسب و روش های مدیریت صحیح می توان مناطق وسیعی از زمین های کم آب را کشت و کار کرد. گیاهانی که در برابر خشکی مقاوم هستند و از آب نیز به نحو خوبی استفاده می کنند نقش اساسی در پیشرفت زراعت و کشاورزی ایفا می کنند.

کشت گیاهان مقاوم به خشکی باید در اولویت قرار گیرد. به طور مثال بسیاری از گیاهان دارویی از جمله، اسطوخودوس، گل محمدی، زیره، آویشن و.... در برابر خشکی مقاوم هستند با مقایسه درآمد خالص ناشی از یک هکتار گیاهان دارویی با بسیاری از محصولات زراعی همچون گندم می توان اقتصادی تر بودن این گیاهان را در شرایط کم آبی مشاهده نمود. البته لازم به ذکر است عدم آب کافی در مراحل رشدی گیاه باعث کاهش عملکرد گیاه می شود. البته فقط گیاهان دارویی نیستند که به شرایط خشکی مقاوم هستند، بعضی گیاهان علوفه ای نیز همین شرایط را دارا می باشند. تنش خشکی مهم ترین عاملی است که در بیشتر مراحل رشد گیاهان زراعی بروز یافته و با ایجاد محدودیت در رشد، دستیابی به عملکرد بالا را دشوار می سازد. برای مبارزه با این بلای طبیعی راهی جز برنامه ریزی، بهبود مدیریت شیوه های مصرف آب، بهره وری بهتر از آب و کشت ارقام مقاوم به خشکی وجود ندارد. در این رابطه آزمایشی در قالب طرح اسپلیت پلات با سه تکرار بر روی ارقام گندم در کرمان

به عنوان یکی از مناطق متأثر از خشکسالی به منظور شناسایی ارقام مقاوم به خشکی به اجرا درآمد. ترکیبات تیماری شامل ۳۳ رقم و تنش آب و آبیاری بود. نتایج نشان داد اثرات خشکی و واریته بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه) عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود و تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک شد. (مقصودی و همکاران ۱۳۸۷). تأثیر شرایط خشکسالی در عملکرد محصول گندم در شهرستان فردوس در طول دو سال متوالی انجام گرفت. میزان کاهش عملکرد در ارقام مقاوم و حساس محاسبه شد و پس از آن مشخص گردید که ارقام مقاوم کاهش عملکرد کمتری نسبت به ارقام حساس داشته‌اند. (شفیعی، مهمیز ۱۳۸۷).

۵-۸- کشت بهاره

برای حفاظت بیشتر از منابع آب و خاک در ارایه الگوی کاشت محصولات بهتر است از کشت گیاهان تابستانه پرهیز و کاشت عمده محصولات از مهر تا اردی بهشت ماه انجام گیرد. کاشت محصولات در تابستان آب بیشتری را مصرف می‌نماید و عملاً شوری خاک در پایان سال را نیز زیاد می‌کند. در صورتی که با کاشت محصولات بهار و پاییز ضمن این که آب کمتری به محصولات داده شده، کیفیت خاک نیز پایدار می‌ماند.

۵-۹- بارورسازی ابرها

منظور از بارورسازی ابرها استحصال آب و کنترل بارش است و به طور عام تر یعنی تعدیل آب و هوا با استفاده از بارور سازی ابرها صورت می‌گیرد. قبل از بارورسازی باید امکان سنجی صورت گیرد. زمان و مکان و شرایط بارور سازی باید به درستی بررسی شود. ضمناً با توجه به هزینه بسیار زیاد آن باید تحلیل درستی از میزان سود دهی آن انجام و با توجه به نوع محصولات و اثر گذاری سیستم اقدام به اجرای آن نمود. اولین بار به صورت تصادفی به تأثیر گرانول های یخ خشک در کریستاله نمودن قطره های ابر سرد آب پی بردند. این موضوع نقطه عطفی در پژوهش های دانشمندان در زمینه افزایش باروری ابرها شده و توانستند بارها سازی گرانول های خشک در داخل ابرها دانش جدید با روری ابرها پدید آورند. این ابتدای کار بود و تا کنون پروژه های بسیاری در زمینه های افزایش در نقاط مختلف دنیا آزمایش شده است.

تجهیزات با روری ابرها شامل دو قسمت عمده سنسورهای سنجش پارامتر های جوی و تجهیزات تزریق ماده باروری هستند. سنسورهای اندازه گیری پارامترهای جوی مختلفی از قبیل دما، رطوبت، آب سرد داخل ابر، سرعت و جهت وزش باد، ارتفاع از سطح زمین و سایر پارامترهای مورد نیاز برای تشخیص شرایط مناسب اجرای عملیات را اندازه گیری می‌کنند. این اطلاعات توسط سیستم جمع آوری اطلاعات در اختیار کامپیوتر داخل هواپیما و نرم افزارهای ویژه ای قرار می‌گیرد که محاسبات لازم را بر روی آنها انجام می‌دهد، سپس با تزریق ماده باروری که مرکب از سیستم پرتاب پیرو پاترون های دیدن قره و سیستم تزریق از منابع است مواد با روری در شرایط مناسبی به داخل ابر تزریق می‌شود.

۵-۱۰- استفاده از مخازن آبی

برای تدوین یک برنامه جامع بهترین زمان قبل از بروز خشکسالی های گسترده است، مدیریت ریسک، یعنی ظرفیت سازی لازم برای مقابله با بحران در مدیریت ریسک کلیه شرایط در حوادث بررسی شده و بهترین راه کارهای میان مدت و بلند مدت پیش بینی و روشهای مقابله با حالت های مختلف بررسی و انجام می‌گیرد. البته مدیریت بحران نیز پس از آن باید انجام گیرد. وجود منابع آبی در زمان خشکسالی که آب بسیار مورد نیاز است و سایه شوم خشکسالی بر روی فعالیت های کشاورزی سایه افکنده موجب نجات بخش قابل ملاحظه ای از فعالیت های کشاورزی می‌شود.

امروزه با توجه به رشد روز افزون جمعیت و توسعه بخش های کشاورزی و صنعتی استفاده بهینه از منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است. برای مدیریت منابع آب در مناطق خشک که اتکای بیشتری به سدها و آب بند آنها در کنترل خشکسالی دارد، این

منابع آبی به علت حجم زیاد نگهداری آب و پراکندگی نسبی کمک بسیار زیادی در ذخیره سازی آب های سطحی دارند، سدها از نظر نوع مصالح ساخت به انواع مختلفی تقسیم می شوند از جمله خاکی؛ بتنی؛ زیرزمینی و لاستیکی شکل شماره (۶) سد لاستیکی را نشان میدهد.



شکل شماره (۶) سد لاستیکی (عکس از خبرگزاری ایرنا)

در نواحی نسبتاً کم آب که سفره آبی همیشه در دسترس نیست، تلاش زیادی برای دستیابی به آب وجود دارد برای حل شدن این مشکل، سدهای زیرزمینی یک راه حل اساسی است. اگر ضخامت یک سد از ۳ تا ۴ متر بیشتر شود، سد را باید به صورت چند مرحله اجرا نمود. این سدها راهکار عملی برای ذخیره سازی آب در دوره های مرطوب و بهره برداری از آن در دوره های خشک است. لازم به ذکر می باشد که میزان افت آب در اثر تبخیر در هنگامی که آب در زیر زمین ذخیره سازی می شود، ناچیز می باشد. میزان هزینه ای که برای ساخت یک سد زیرزمینی صرف می شود نسبت به بهره برداری نیز کم است. (پروانه خواه طهران و همکاران ۱۳۸۸). یکی از جدیدترین ماده هایی که در سال های اخیر در کشورهای مختلف دنیا برای ساخت سد یا سرریز مورد توجه قرار گرفته است ماده مصنوعی لاستیک است. به دلیل عدم سازگاری سازه های صلب با شرایط دوران خشکسالی و سیلابی و همچنین شرایط وقوع زلزله بهره برداری از چنین سدهایی در برخی موارد با مشکل روبرو می گردد. با وجود این سابقه کوتاه در ساخت سدهای لاستیکی، کشورهای نظیر استرالیا، ایتالیا، ژاپن به ساخت این قبیل سدها سریعاً اقدام کردند. (مصطفی میرمهدی، عیسی جهانگیر ۱۳۸۸)

آب بندانها به علت حجم زیاد نگهداری آب و پراکندگی نسبی کمک بسیار زیادی در کنترل خشکسالی دارند. یک استخر خاکی بزرگ ذخیره آب، آب بندان نامیده می شود. که با استفاده از خاکبرداری زمین و دیواره سازی اطراف آن به وجود می آید. در برخی موارد نیز محل آب بندان به طور طبیعی به وجود آمده که با قدری گود کردن و محصور کردن ساخته می شود. این منابع آبی با هدف ذخیره سازی آب برای فعالیت های کشاورزی، تامین آب شرب برای دام و همچنین پرورش ماهی، تغذیه چشمه ها و آب های زیرزمینی و به عنوان زیستگاه پرندگان و حیات وحش، و ایجاد منظره های زیبا و فواید بسیار دیگر احداث می شود آب بندان ها کاملاً با محیط زیست سازگاری دارند. ساخت و نگهداری و بهره برداری از آن ها نیازمند تکنولوژی خاص و پیچیده و سطح بالا نیست هزینه های نگهداری و بهره برداری از این سازه ها در مقایسه با حفر و تجهیز چاه های عمیق و نیمه عمیق بسیار کمتر است.

۵-۱۱- اجرای طرح های آبخیزداری

برخورد باران به سطح خاک باعث جابجایی خاکدانه ها و فرسایش خاک می شود. فرسایش خاک حاصلخیز فقر پوشش و نابودی آن را در پی دارد. عدم وجود پوشش گیاهی نیز نابودی خاک را در پی دارد. عوامل نابودی پوشش گیاهی در سطح حوضه های آبخیز عبارتند از: استفاده چوب درختان جنگل برای سوخت و یا تولید محصولات چوبی و بوته کنی برای سوخت، فشار دام بر مرتع که با عدم تعادل دام در مرتع انجام می شود و یا عدم وجود فرهنگ تأثیرات پوشش گیاهی بر منابع طبیعی و به تولید و به زندگی ساکنین حوضه آبخیز و عدم توجه به آن، همچنین ورود تکنولوژی بخصوص تراکتور در سطح حوضه ها که تشدید تخریب منابع پوشش گیاهی و خاک می نماید و عدم فرهنگ نوع استفاده از تراکتور و یا شخم زدن در جهت شیب و یا تبدیل اراضی کم بازده به کشت دیم و یا ثبوت مالکیت اراضی برای خود و عدم مدیریت واحد در حوضه های آبخیز همه دست به دست هم داده و تخریب در حوضه های آبخیز را تشدید نموده است که نتایج آن فشار حوادث سیل و خشکسالی و کم آبی بر انسان شده است. بدنبال بهره برداری بیش از حد این منابع، تشدید خطر فرسایش، حرکت شن های روان، بیابانی شدن، سریعاً به صورت مشکلات منطقه ای خود نمایی می کنند. با معرفی علم آبخیزداری و تبعیت از الگوهای کاربردی آن در شرایط کنونی و مشاهده عملکردها و اثرات مثبت آن در زمینه حفظ منابع آب و خاک، مهار سیلاب ها و استفاده بهینه و مناسب در بهره گیری از منابع آبی جمع آوری شده، می توان نگرشی امیدوارکننده به بحث کم آبی و خشکسالی داشت. (شفقتی، شجاعی ۱۳۸۸). شرایط اقلیمی، کمبود آب و در نتیجه پدیده خشکسالی در کشور، کاهش سطح کشت و در ثانی کاهش راندمان محصول را به همراه داشته است. از جمله پروژه های کاربردی که می تواند در کاهش اثرات خشکسالی موثر باشد، اجرای عملیات گسترش سیلاب با هدف بهروری از آن در جبران صدمات کم آبی و افزایش آب زیرزمینی می باشد. در راستای اجرای طرح ملی پخش سیلاب برآخوان شهرستان سبزوار روی سفره آب زیرزمینی منطقه ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که این طرح توانسته است با بهبود روند و به افزایش افت سفره ای آب زیرزمینی در منطقه، مستقیماً اثر مثبت خود را در کاهش اثرات خشکسالی منطقه به جا بگذارد. (دادرسی سبزوار ۱۳۸۸).

۵-۱۲- مدیریت آب مجازی

وابستگی انسان به آب نشان می دهد که نیاز آبی برای تولید غذا به مراتب بیشتر از نیازهای شرب است، ۲ تا ۴ لیتر آب در روز برای نیازهای بیولوژیک در زنده ماندن انسان کافی است در حالی که ۱۰۰۰ مرتبه بیشتر برای تولید غذا آب لازم است. (رعیتی ۱۳۸۷) سؤال اصلی این است که هر کشوری را با توجه به جمعیت و شرایط آب و هوایی آن با چقدر آب می توان اداره کرد و انتخاب الگوی مناسب با در نظر گرفتن آب مصرفی محصولات مختلف چه نقشی در رفع مشکلات بحران آب دارد. به عنوان مثال کشورهایی که کمبود آب دارند چنانکه به امور دامداری بپردازند دچار مشکل می شوند. زیرا که برای تولید یک کیلو گرم گوشت حداقل ۱۵ متر مکعب و گندم حدود ۱/۳ متر مکعب آب لازم دارد. بنابراین اینگونه کشورها نباید به تولید گوشت بپردازند و آن را باید از کشورهای پرآب تحت عنوان آب مجازی وارد نمایند و بهتر است آب موجودشان را برای تولید گندم و سایر محصولات با ارزش افزوده بالا مصرف نمایند. برخی از کشورها با وجود واردات آب مجازی بالا بلافاصله محصولات مربوط به همان آب را به سایر کشورها صادر می کنند؛ بعنوان مثال کشور هلند قهوه را که آب مجازی یک فنجان آن ۱۴۰ لیتر است از کشورهای دیگر وارد و بعد از تبدیل به نسکافه آن را صادر می نماید. مثال دیگر خرید زعفران از ایران و صدور آن به دیگر کشورها پس از بسته بندی است. هلند با وجود دارا بودن آب فراوان در حدود ۶ درصد از غلات مورد نیاز خود را تولید و بقیه را از کشورهای دیگر تأمین می کند. در داخل کشور نیز می توان با یک مدیریت صحیح دولتی آب مجازی مشکلات کم آبی را تا حدی برطرف نمود. مسئله دیگری که در رابطه با آب مجازی مطرح می شود هزینه تولید محصولات کشاورزی آنها در صورت مدیریت درست به حداقل ممکن کاهش می یابد (داود نیک نژاد ۱۳۸۸). ما در جوامع

امروز با مفهومی تحت عنوان (بحران آب) روبرو هستیم. محدودیت منابع آب موجود، رشد فزاینده جمعیت، مصرف روزافزون آب در بخش های مختلف، گسترش آلودگی ها و بروز پدیده های اقلیمی نظیر خشکسالی های متناوب و شدید در مجموع باعث ایجاد بحران آب در جوامع شده است که در سالهای اخیر از مهم ترین نگرانی های مسئولین کشور بوده است امروزه مقدار آبی را که برای تولید یک محصول و حتی ارائه خدمات خاص مورد استفاده قرار می گیرد و یا به عبارتی به میزان آبی که از بیرون به منابع آبی یک منطقه افزوده می شود را تحت مفهومی به نام آب مجازی بیان می کنند. از کل منابع آبی که هر ساله در کشور استحصال می شود حدود ۹۴٪ تنها در بخش کشاورزی مصرف می گردد. از سویی دیگر راندمان آبیاری در ایران در حدود ۳۵٪ می باشد. (وصالی و همکاران ۱۳۸۷).

ایران در سال های گذشته همواره جزء وارد کنندگان بزرگ آب مجازی بوده است و پیش بینی می شود که این روند ادامه خواهد داشت، اما هنوز واردات آب مواد غذایی با هدف تجارت آب مجازی در ایران صورت نمی گیرد. (رحمانی ۱۳۸۷) با نگاهی به میزان آب مصرفی به ازای هر واحد محصول تولیدی، مشاهده می شود که در کشورهای در حال توسعه، هزینه تولید (با احتساب قیمت آب مصرفی) فرا تر از هزینه واردات همان مقدار محصول است و ارزش آب مصرفی طبق نیاز آبی، با ارزش محصول تولیدی مقایسه و اثبات شده که کشت محصولات منتخب به هیچ وجه با شرایط کنونی مقرون بصرفه نبوده و بر بحران آب دامن می زند. یکی از روش های تأمین آب، واردات آب مجازی در قالب واردات مصنوعات، مواد غذایی و محصولات پرمصرف کشاورزی است که متضمن تأمین آب شیرین در داخل کشور برای ایجاد بستر لازم به منظور مصرف در صنعت و سایر بخش های دارای توجیه اقتصادی خواهد بود (مهدی زاده ملاباشی، پورصادق ۱۳۸۷). واردات آب مجازی بخش های مختلف اقتصادی و اجتماعی یک کشور را تحت تأثیر قرار می دهد و با امنیت غذایی آن ارتباط مستقیم دارد. تمام این کشورها در شرایط بحران و تنش آبی قرار دارند، لذا بررسی سیاست های مقابله با کم آبی در این کشورها از نظر مفهوم آب مجازی و ثبات امنیت غذایی می تواند برای دیگر کشورها الهام بخش باشد. نتایج نشان می دهد که کشورهای کم آبی، که در سیاست های کلی خود از مفهوم آب مجازی استفاده نموده اند، توانسته اند ضمن حفظ حرکت توسعه ای خود از امنیت غذایی مناسب تری نسبت به کشورهای منطقه خود، برخوردار باشند. (مغربی، محسن، مغربی، محمد هادی ۱۳۸۷)

امنیت غذایی، حفاظت محیط زیست و بالا بردن کیفیت اجتماع، استفاده از آب مجازی را تشویق می کند در واقع کشورهای کم آب با وارد کردن محصولات پرمصرف آب، آب را ذخیره کرده، سپس می توانند آنرا در فعالیتهای اقتصادی به کار ببرند که سود بیشتری نصیب آن ها خواهد کرد. چنین سیاستی فشار را از منابع آب این کشورها برداشته و آب می تواند به جایی این که در تولید منابع غذایی به کار رود، برای استفاده در خشکسالی ها ذخیره شود (خسروانی شیرینی و همکاران ۱۳۸۷).

۵-۱۳- استفاده مجدد از منابع آب

بالا آمدن سطح زیرپوسته ای و با تلاقی شدن آرا ضی برخی از نقاط که در اثر سنگینی بافت خاک، استفاده بی رویه آب و همچنین ضعیف بودن زهکشی طبیعی منطقه به وجود آمده است از یک سو و ضرورت جلوگیری از با تلاقی شدن آرا ضی، لزوم توجه و استفاده بهینه از منابع محدود آب موجود در کشور و نیز آرا ه راه کارهای مناسب جهت استفاده مجدد از آب های زیر پوسته ای به عنوان یک منبع تأمین آب جدید بوده است. (مقدم، ناصری ۱۳۸۷)

وقتی که پایا ب جزء تلفات به حساب نیاید. در راندمان کاربرد سیستم های آبیاری شیاربی بهبود عمده ای حاصل می شود اما برای استفاده مجدد از این آب، باید ارزیابی دقیقی از کمیت و کیفیت آن صورت گیرد. حدود تغییرات دبی ها از جریان های فرساینده تا غیر فرساینده تفاوت می کرد. در تحقیقی که اسدی در مورد آب برگشتی انجام داد، (کلیه عملیات زراعی کاشت، داشت و برداشت پنبه مطابق عملیات زراعی مرسوم در منطقه کشت گردید و آبیاری براساس نیاز، توسط لوله های دریاچه دار صورت گرفت)، نتایج حاکی است که در آرا ضی مورد آزمایش، استفاده از رواناب برای آبیاری مجدد از نظر کیفیت بسیار

مناسب می باشد. اما چون برای انتقال و استفاده از آب روان پایین است در مزارع بالا دست از لوله و پمپ استفاده می گردد. ضمناً باید برای جلوگیری از ته نشین شدن رسوبات معلق در خطوط لوله برگشتی که غالباً ذرات سیلت و رس می باشند. حوضچه ترسیب احداث گردد محدود بودن منابع آبی و خشکسالی های اخیر از یک طرف و از طرف دیگر رشد روز افزون جمعیت و افزایش تقاضا برای آب نظر برنامه ریزان را به استفاده از پساب فاضلاب ها معطوف کرده است. استفاده از فاضلاب در کشاورزی مزایای زیر را دارد :

۱- نیاز به کود های شیمیایی و حیوانی را به حداقل می رساند

۲- می تواند در صورت عدم آب های با کیفیت خوب جایگزین مناسبی باشد

۳- به عنوان یک منبع ارزان قیمت و مطمئن می تواند از آن استفاده نمود البته نکته قابل ملاحظه اینجاست که به دلیل وجود برخی آلاینده ها استفاده از این پساب ها در کشاورزی به سادگی آب های معمولی امکان پذیر نیست و باید با مدیریت خاصی انجام گیرد

یکی از راه کارهای مورد استفاده این است که از بخش کوچکی از مزرعه که مجهز به سیستم زهکشی زیرزمینی می باشد، به عنوان فیلتر جهت جذب فلزات سنگین کشت شده استفاده می شود زه آب پالایش شده توسط این سیستم جهت آبیاری بقیه اراضی مصرف خواهد شد. طبق تحقیقی که در ورامین انجام شده ابتدا فاضلاب خام، جهت آبیاری یک گیاه صنعتی (سویا) استفاده می شد. سپس زه آب حاصل از سویا (زه آب اولیه) جمع آوری و جهت آبیاری یک گیاه علوفه ای (ذرت علوفه ای) مورد استفاده واقع می گردید. در نهایت زه آب حاصل از ذرت علوفه ای (زه آب ثانویه) نیز جمع آوری و جهت آبیاری سبزیجات (جعفری) استفاده می شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بسیاری از آلودگی های فاضلاب پس از عبور از پروفیل خاک به میزان قابل توجهی کاهش می یابند. در نهایت نتایج این طرح بسیار امیدوار کننده بود و نشان داد که با استفاده از شیوه مدیریتی فوق می توان فاضلاب ها را با هر کیفیتی برای کشت گیاهان مختلف استفاده کرد.

ایجاد سطح ایستابی و حفظ آن در طول دوره رشد، در مناطق مرطوب روش متداولی به منظور استفاده بهینه از آب آبیاری و حفظ رطوبت در منطقه ریشه ها می باشد. اما در مناطق خشک و نیمه خشک بالا آمدن نمک ها به همراه آب در اثر جریان مویینه ای که به دلیل تبخیر و تعرق زیاد صورت می گیرد، عامل بازدارنده ای برای استفاده از این روش ها محسوب می شود. در این روش امکان استفاده از روش های کنترل سطح ایستابی (زهکشی کنترل شده و آبیاری زیر زمینی) با اعمال مدیریت آب شویی در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند ایران) بررسی گردید. به این طریق که آب شویی خاک زمانی که میزان تجمع نمک در منطقه ریشه به حد آستانه شوری می رسد انجام می شد. ^۱ (اسمعیل نیا و همکاران ۱۳۸۳).

۵-۱۴-آموزش

محدودیت منابع آب با لایحه در کشور و ضرورت سازگاری با کم آبی، مدیریت جامع با رویکردهای ویژه ای را رقم می زند که از آن جمله پرداختن به اصل مشارکت بهره برداران در چارچوب مدیریت تقاضا مدار آب در کشاورزی است. مشارکت بهره برداران از طریق نظام های بهره برداری از منابع آب و ایجاد تشکلهای آب بران بوده و ما را در جهت مصرف بهینه، ارتقاء کارایی و بهره وری آب در کشاورزی سوق خواهد داد (علایی؛ خداحمی ۱۳۸۸). آموزش در رابطه با پدیده خشکسالی از جایگاه ویژه ای برخوردار است زیرا خشکسالی پدیده ای نیست که بدون برنامه بتوان با آن مقابله کرد و بهترین راه آن مقابله برنامه ریزی شده می باشد. (مدیریت ریسک) که البته برای آموزش برنامه ریزیهای مختلفی وجود دارد که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود.

مبحث زراعت در مناطق خشک و عنوان خشکسالی به صورت دروس مستقل و با اهمیت باید در برنامه آموزشی دانشکده های کشاورزی وارد شود با کاربردی نمودن مباحث تئوری باید اثرات تخریبی خشکسالی را کاهش داد و با اختصاص

اعتبارات لازم، امکان اجرای طرح های اساسی زیر بنایی آب و خاک را فراهم ساخت. آموزش همگانی استفاده از منابع آب باید سرلوحه کارها قرار گیرد. کودکان و نوجوانان باید به طبیعت و آب عشق بورزند. پرورش نسلی که توانایی دور اندیشی و تفکر درباره آینده آب، منابع طبیعی و محیط زیست را داشته باشد. باید به طور جدی در دستور کار مسئولان آموزش کشور قرار گیرد.

شناخت مخاطبین منطقه مورد نظر، انتخاب شیوه مناسب آموزش و نحوه آموزش مخاطبین، به عبارت دیگر، شناخت گروه هایی که در بروزی تشدید موثرند. یا در معرض خطر کم آبی قرار دارند. نحوه آموزش آنان با ابزارهای پیام رسانی مناسب با توجه به ویژگی های گروه های مخاطب و قابلیت ها و محدودیت های شرایط محیطی. امکان دارد که تمام روش های آموزشی که به صورت کلی مطرح شده در منطقه خاص مورد استفاده قرار نگیرد. زیرا هر حوزه آبریز، کم آبی رودخانه، شرایط زیست محیطی ویژه دارد

علاوه بر آن، فرهنگ و معیشت هر منطقه نیز با مناطق دیگر متفاوت است. همچنین روش آموزش، که در آموزش مجرب و وسایل و ابزار آموزشی مناسب آن منطقه یا کشور نیز با هم مغایرت دارد. اگر اشتباهی در انتخاب هر یک از این عوامل صورت گیرد، ممکن است نه تنها از تلاش و اقدامات انجام شده نتیجه مطلوب حاصل نشود بلکه از نتایج منفی آن یک سری مسائل و مشکلات جدید برای دولت و مردم پیش بیايد.

برای پیشگیری از اینگونه اشتباهات به نظر می رسد که مناسب ترین اقدام ممکن تنظیم و ارائه برنامه های آموزشی هماهنگ و منطبق با خصوصیات فرهنگی جوامع مختلف است. (تقوایی ابریشمی ۱۳۸۶).

۵-۱۵- احیاء و مرمت قنات و جلوگیری از چاه های غیر مجاز

قنات از دیر باز برای مدیریت آب در زمین می ساخته اند. قنات رشته چاهی است که از «چاه مادر» سرچشمه می گیرد و احیاناً هزارها متر به طول می انجامد که سرانجام آب این قنات برای شرب و کشت و کار در جای معینی به روی سطح زمین می آید در نقاطی که هوای گرم و خشک دارند و آب های سطحی آن ها کم است، قنات ها بهترین و سیله برای بدست آوردن آب جهت مشروب ساختن ارائه می بودند. این نظام آب رسانی دارای روش های مهندسی دقیق و حضوری چند جانبه در جامعه است که می توان آن را از شاه کارهای تمدن ایرانی به حساب آورد. بهترین روش بهره برداری، کم هزینه، دائمی، آسان و ارزان از آب های زیرزمینی در ایران، قنات است که قدمت چندین هزار ساله دارد و سیله قنات سطح بسیار وسیعی از زمین ها به زیرکشت رفت و جوامع انسانی در نقاطی که تا آن زمان امکانش نبود تشکیل شد. به یقین ایرانیان و مردم بسیاری از نقاط جهان مدیون این اختراع بزرگ هستند در برخی مناطق ایران متأسفانه به دلایل مختلف این سیستم با وجود کارایی بسیار مناسب خود از کار افتاده و اهمیت خود را از دست داده است استفاده از چاه ها موفقیت بهتری نسبت به قنات داشتند، این چاهها بدون در نظر گرفتن حریم قنات حفر شدند. حال آن که در مقایسه با قنات عمر کمتری داشتند (۲۰ تا ۵۰ سال). حفارین چاه ها در نیم قرن گذشته بیشتر باعث خشک شدن قنات و دیگر چاه های مجاور گردید. این در حالی بود که خشکسالی و بحران آب رو به گسترش بود. شکی نیست که در کشور ما این واقعیت وجود دارد که استفاده از چاه برای تامین آب اجتناب ناپذیر است. اما چاه ها بایستی مکمل قنات در تامین آب باشند. اما متأسفانه این چاه ها در برخی مناطق درست در همان ناحیه ای که قنات قرار دارد حفر شده است. شکل شماره (۵) لایروبی قنات روستای خوجه توپ در حومه شهرستان آق قلا در استان گلستان را نشان می دهد نابودی قنات ها پایان یک جریان نیست بلکه آغازی بر پدیده ای دیگر است. قنات عملاً از یک سطح تقریباً مشخص آب را با یک شیب ملایم به سطح زمین می رسانند و نمی توانند باعث افت سطح آب زیرزمینی شوند بنا بر این سفره آب زیرزمینی- همواره در یک حالت پایدار باقی می ماند اما در مورد چاه ها محدودیتی وجود ندارد با استفاده از قدرت موتور پمپ می توانند از اعماق پایین تر آب را به سطح زمین برسانند و عملاً از حجم ذخیره مخزن می کاهند. وقتی تعداد چاه ها زیاد می شود با برداشت

از ذخیره باعث پایین رفتن سطح آب می شوند، با پایین رفتن سطح ایستایی قنات به تدریج خشک می شوند و چاه های نیمه عمیق نیز عمیق می شوند و این مقدمه مسایل و مشکلات بعدی از جمله کم آب شدن چاه های عمیق ، نامناسب شدن کیفیت آب ، نشست زمین و مسایل متعدد دیگر است. محو قنات ها تنها از بین رفتن و نابود شدن یک شیوه استحصال آب و با یک نوع بهره- برداری از منابع آب نیست، بلکه محو یک فرهنگ است. قنات دارای مزایای بسیاری زیادی است که در اینجا فقط به تعداد محدود از آنها اشاره شده است

الف-در مکانیزم برداشت سفره های آب زیرزمینی آب از قنات تعادل طبیعی بین تغذیه و برداشت برقرار است، آب قنات دائمی است و در مواقع اضطراری کشت و احتیاج زراعت در مواقع حساس به آب، قطع نمی شود. منابع آب زیر زمینی توسط قنات دیر تمام می شود و استفاده طولانی دارد، قنات ها اگر حفاظت و لایروبی شوند به عنوان یک منبع دائمی آب برای سال ها و حتی قرن ها می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

ب- سرپوشیده بودن مسیر انتقال آب از امتیازاتی است که قنات در مقایسه با چاه از آن برخوردار است این مسئله باعث کاهش تبخیر آب در قنات شده همچنین احتمال آلودگی نیز کم می شود

پ-سیستم استخراج در قنات طوری است که آب بدون کمک و صرف هزینه فقط با استفاده از نیروی ثقل و بدون نیاز به نیروی محرکه و بی نیازی به انرژی همچون برق یا سوخت فسیلی و سرمایه گذاری از زمین خارج می گردد.

ت- نداشتن وابستگی ارزی و تجهیزات خارجی، استفاده از وسایل ساده و نیروی کار محلی، طولانی بودن عمر مفید قنات نسبت به موتور پمپ و چاه و پایین بودن هزینه قابل ملاحظه نسبت به سایر گزینه ها بسیار قابل توجه بوده است.

ث- هزینه حفارت ها عموماً به علت قدمت آنها در ایران مستهلک شده و در حال حاضر به عنوان یک منبع سرمایه گذاری نشده تلقی می شود.

ج- قنات از آنجا که به صورت افقی حفر می شود زمین های وسیعی را زهکشی می کند. قنات در بسیاری از نقاط باعث شستشوی زمین های شور و قلیایی و بهبود نسبی خاک می شود و همچنین زهکشی آب مازاد شهری می شود.



شکل شماره (۵)- لایروبی قنات روستای خوجه توپ در حومه شهرستان آق قلا

در استان گلستان (عکس آرشیو شخصی)

- ۱- آئینه ، علي رضا، صلبی، محمد علي، راهکارهاي عملي در کاستن از اثرات زیانبار خشکسالي ،مجله خوشه،شماره ۶۳.
- ۲- ابراهيمي پاك، نیاز علي ، تحليل اقتصادي كم آبياري گندم ، دومین همایش ملي مدیریت شبکه هاي آبياري و زهکشي، ۱۳۸۷.
- ۳-اسدی ،محمداسماعيل، راهنمای آبیاری گیاهان زراعی ،مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان گلستان، انتشارات نوروزی.
- ۴- اسمعيلي ، فرزاد ، کریمی ، یارمحمد ،اسمي ، فرشادي، مدیریت ريسك يا مدیریت بحران خشکسالي مطالعه موردی (جامعه عشایري استان ایلام، دومین همایش ملي اثرات خشکسالي و راهکارهاي مدیریت آن، ۱۳۸۸.
- ۵-احمدی علی / مقایسه توان ذخیره سازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و سهم آن در عملکرد در ۴ قم گندم در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی / مجله علوم کشاورزی ایران / ج ۳۵ ش ۴ سال ۱۳۸۳.
- ۶- احمدی علی/ الگوی توزیع مواد فتوسنتزی و پرشدن دانه در ارقام اصلاح شده گندم نان در شرایط تنش وعدم تنش خشکی - مجله علوم کشاورزی ایران / ج ۳۶ ش ۶ سال ۱۳۸۴.
- ۷- ان .کا. فاجریا. ترجمه-هاشمی دزفولی-ابوالحسن -کوچکی-عوض-بنایان اول -محمد -افزایش عملکرد گیاهان زراعی - جهاد دانشگاهی مشهد .
- ۸-بخشنده عبدالمهدی ۷۹/ ارزیابی عملکرد دانه، اجزای آن و برخی صفات زراعی ژنوتیپهای گندم بهاره در شرایط کم آبیاری در اهواز پژوهش وسازندگی ش ۶۱ زمستان ۸۵.
- ۹-بوداقپور،سیامك،خلیل زاده ، محمدرضا،اثرات گازهاي گلخانه اي در وقوع خشکسالي هاوایجادبحران آب وروش هاي مقابله باآن،اولین کنفرانس بین المللي بحران آب۱۳۸۷.
- ۱۰- بهرامی حسین، بحرانی محمدجعفر ۱۳۸۰/ واکنش برخی گندمیان علوفهای به تنش خشکی/ مجموعه مقالات انجمن مرتعداری.
- ۱۱- بهجتي ،توحيد، مرتضوي،سيدابوالقاسم ، پاریاب ، جابر، اثرات اقتصادي خشکسالي بر روي کشاورزي و راهکارهاي اقتصادي مقابله با آن،دومین همایش ملي اثرات خشکسالي و راهکارهاي مدیریت آن ، ۱۳۸۸.
- ۱۲-تقوایی ابریشمي ، علي اصغر ، معرفي طرح جامع آموزش همزیستی با كم آبي براي اقشار مختلف ،اولین همایش سازگاري با كم آبي ، ۱۳۸۶ .
- ۱۳- پروانه خواه طهران،روح الله، یامردی کیانوش،طلوعي، مرتضي،سدهاي زیرزمینی راهکار عملي براي رفع نیازبه آب در مناطق نیمه خشك،اولین همایش سازگاري با كم آبي .
- ۱۴- پورسلطاني ،علي اکبر، شفيعي ،علي ، بررسی کاهش عملکرد گندم در شرایط خشکسالي ، همایش ملي الگوهاي توسعه پایدار در مدیریت آب،۱۳۸۸.
- ۱۵- جهانتاب ،اسفندیار، پادیاب، محسن ،قاسمي اریان ،یاسر ، چرامی، مریم ، مدیریت منابع آب مناطق خشك و نیمه خشك ایران در بحران خشکسالي،همایش ملي الگوهاي توسعه پایدار در مدیریت آب،۱۳۸۸ .

- ۱۶- چیت‌سازان، منوچهر، میرزایی، سید یحیی، محمدی بهزاد، حمیدرضا، شبان، مجتبی، تأثیر خشکسالی بر کمیت و کیفیت منابع آبهای زیرزمینی (مطالعه موردی دشت خویس در شمال خوزستان، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، ۱۳۸۸).
- ۱۷- حسنی عباس اثر تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلاکول بر خصوصیات جوانه زنی گیاه ریحان فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ج ۲۱ ش ۴ سال ۱۳۸۴.
- ۱۸- حیدری، نادر، دهقانی سانچ، حسین، حسین زاده، افشین، نگرشی بر فعالیتهای و اقدامات صرفه جویی آب و سازگاری با کم آبی در کشورهای مختلف جهان، اولین همایش سازگاری با کم آبی، ۱۳۸۶.
- ۱۹- خلیلی، مرتضی، نگاهی به پیشرفت های حاصل شده در زمینه اجرای پروژه های باروری ابر ها در کشور، مجله آب و آبیاری، شماره ۶۳.
- ۲۰- خلیلی، کیوان، فاخری فرد، احمد، حصاری، بهزاد، آنالیز منحنی های شدت-مدت و فراوانی خشکسالی و پیش بینی (بررسی موردی رودخانه شهرچای ارومیه، سومین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۶).
- ۲۱- خیرابی، جمشید، اسدالهی، سیداسدا...، انتصاری، محمدرضا، توکلی، علیرضا، کم آبیاری تنظیم شده، اهمیت و ضرورت آن در شرایط ایران، هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۷۵.
- ۲۲- دادرسی سبزواری، ابوالقاسم، ارزیابی امکان کاهش اثرات خشکسالی با طرح های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، ۱۳۸۸.
- ۲۳- دستورانی، محمدتقی، طالبی، علی، دستورانی، مصطفی، مدیریت چرخه های خشکسالی (مقاوم سازی بجای کمک به جوامع در خطر، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، ۱۳۸۸).
- ۲۴- دانشیان و همکاران تأثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سو یا زارع مهدی ۸۳/ ارزیابی تحمل برخی ژنوتیپ های سویا به تنش خشکی / مجله علوم کشاورزی ایران ج ۳۵ ش ۴ سال ۱۳۸۳.
- ۲۴- ربیعی علی، اثر کم آبیاری در آخر فصل بر کمیت و کیفیت میوه انگور رقم مرلوت / مجله علوم کشاورزی ایران ج ۳۴ ش ۴ سال ۱۳۸۲.
- ۲۵- رستم پو-، مسلم، جعفری- محمد، وصالی- سید علی، نوبخت- فرزانه، بررسی مفاهیم تنوع زیستی و ضرورت حفاظت از آن در بحران خشکسالی، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، ۱۳۸۷.
- ۲۶- زینالی خانقاه حسن ۱۳۸۳/ تعیین شاخص های مناسب مقاومت به خشکی در ارقام سویای وارداتی / مجله علوم کشاورزی ایران ج ۳۵ ش ۴.
- ۲۷- سردشتی، علیرضا، اثرات خشکسالی روی مواد موثره گیاه دارویی پرازمبیل بلوچی منطقه بلوچستان ایران، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، ۱۳۸۸.
- ۲۸- شفیقتی، مهدی، شجاعی، محمدرضا، مدیریت هرز آبهای سطحی و بهره برداری از آن در دوره های خشکسالی از دیدگاه آبخیزداری، همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳۸۸.
- ۲۹- شفیع، علی، مهمیز، علیرضا، بررسی کاهش عملکرد گندم در شرایط خشکسالی، همایش منطقه ای بحران آب و خشکسالی، ۱۳۸۸.

- ۳۰- صلیبی ، محمد علی حفاظت و بهره برداری قنات / مدیریت هماهنگی و ترویج گلستان ش ۶۳ - سلطانی تودشکی، فریدون، تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت باغملک بر اثر خشکسالی و برآورد میزان تغییر حجم سفره آبدار ، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن ، ۱۳۸۸
- ۳۱- طباطبائی عقدائی سیدرضا ، بابائی محمد / مشاهده شاخصهای ژنتیکی گل محمدی از نظر واکنش به خشکی در مرحله اولیه رشد- تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران ۸/موسسه تحقیقات و جنگلها و مراتع .
- ۳۲- طباطبائی کلور، رضا ، مدیریت خاکوزی در شرایط خشکسالی ، همایش منطقه ای بحران آب و خشکسالی، ۱۳۸۸.
- ۳۳- علایی ، مسعود ، خداحمی، رضا، توسعه پایدار کشاورزی با رویکرد مشارکت بهره‌برداران در سازگاری با کم آبی، اولین همایش سازگاری با کم آبی، ۱۳۸۶.
- ۳۴- غلام زاده، مهدی ، مرید، سعید، دلاور، مجید ، استفاده از سیستم هشدار سریع خشکسالی برای بهره برداری مخزن سد زاینده رود، همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب، ۱۳۸۸.
- ۳۵- فرش، علی اصغر، و همکاران، برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور جلد اول ، موسسه تحقیقات خاک و آب .
- ۳۶- فیض زاده عبدالرضا / بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه زنی ۶ گونه اسپرس ۱۳۸۲.
- ۳۷- فرحزاد کاظمی سعید / تاثیر تنش آبی و کود نیتروژنی بر کمیت و کیفیت اسانس زیره سبز- مجموعه مقالات همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی / مرداد ۱۳۸۴.
- ۳۸- قاسمی زاده ، ابوبعلی ، سالمی ، حمیدرضا، تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای درختان مسن میوه الگویی مناسب برای مقابله و با خشکسالی و بحران کم آبی ، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن ، ۱۳۸۸.
- ۳۹- قاسمی زاده، ابوبعلی، اکبری، حسن، راهکارهای مقابله با خشکسالی و کم آبی در باغهای درختان میوه، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن ۱۳۸۸.
- ۴۰- قره شیخو ، امیرحسین ، خسروانی شیري ، زهرا ، عربعلی ساوه بی ، علی ، پایش و پهنه بندی خشکسالی به منظور مدیریت بهینه منابع آب، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ، ۱۳۸۷.
- ۴۱- کاظمی فرحزاد ۱۳۸۱/ اثر تنش کم آبی بر مؤلفه های عملکرد بذر در گیاه دارویی زیره سبز / پژوهش سازندگی / ش ۵۴
- ۴۲- کوچکی علیرضا / تاثیر تنش خشکی و برگزایی بر برخی خصوصیات کمی آویشن شیرازی ، کاکوتی، آویشن باغی و کلیپوره مجله پژوهش های زراعی ایران
- ۴۳- گمرکچی ، افشین یوسف، قربانیان، دیاکو ، جمشیدی، امیر ، غلامی، پوریا، ارزیابی خشکسالی و تاثیر آن بر عملکرد گندم دیم در استان قزوین ، همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳۸۸.
- ۴۴- لباسچی محمدحسین- اثر تنش خشکی بر تغییرات هیپریسین گل راعی- پژوهش و سازندگی -ش. ۵۴
- ۴۵- لباسچی محمد حسین / شاخص های رشد برخی گونه های دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی/ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع / چ ۲۰ ش ۳ سال ۱۳۸۳.

- ۴۶- محلوجی مهرداد / تنش های زنده (خشکی و گرما) و غیر زنده در گیاه جو / فصلنامه علمی - ترویجی خشکی و خشکسالی / ش ۱۷ پاییز ۸۴.
- ۴۷- مقدم، فرید، ناصری، عبدعلی، آب زیر پوسته ای، یک منبع تامین آب در زمان بحران آب (مطالعه موردی: شبکه آبیاری گنوند)، همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب، ۱۳۸۸.
- ۴۸- میرمهدی، مصطفی، جهانگیر، عیسی، معرفی سدهای لاستیکی به عنوان سازه ای سازگار با کم آبی، اولین همایش سازگاری با کم آبی.
- ۴۹- مقصودی، کبری، مقصودی مود، علی اکبر، نقی زاده، مهدی، کاهش پیامد خشکسالی بر تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) از طریق کشت ارقام مقاوم به خشکی، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، ۱۳۸۷.
- ۵۰- مقدم، فرید، ناصری، عبدعلی، آب زیر پوسته ای، یک منبع تامین آب در زمان بحران آب (مطالعه موردی: شبکه آبیاری گنوند)، همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب، ۱۳۸۸.
- ۵۱- نور محمدی قربان / ارزیابی عکس العمل سه لاین گلرنگ به شدت های مختلف تنش خشکی / مجله علوم کشاورزی / سال دهم ش ۴ س زمستان ۱۳۸۳.
- ۵۲- نخعی مقدم، محمدعلی، شریفی نیک، لیمان، عرفانی، علیرضا، تولید مرکبات در شرایط خشکسالی، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، ۱۳۸۸.
- ۵۳- نی نژاد، داود، مدیریت آب مجازی راهکار مقابله با کم آبی کشورهای خشک و نیمه خشک، همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب، ۱۳۸۸.

Abstract

Drought is a word familiar name and the sudden occurrence of a phenomenon that is occurring slowly .Why should we pay attention to it in planning the long term Drought and stress environmental stressors are the most important agricultural crops make it difficult The effects of these factors becomes evident when Combination of physical and environmental factors causing stress The physiology of plant growth and thus reduce the production Brfrst attitude and used to improve the current drought coming dehydration crisis management Fight Against with it is necessary to prevent Any type of agricultural and industrial development, water and soil, making it less vulnerable to limited resources. And prevent the destruction of forests and pastures should be routine. Plants resistant to drought and salinity, and the importance of research and Comprehensive research about water and clinical home should be a priority Theory should be applied to subjects with the deleterious effects of drought reduced And allocating the necessary basic infrastructure projects for water and soil making Use of water resources should be doing public education agenda Possible optimization of water use, water storage dams Use of drainage water from the water and repairing captivate qanats And implementation of water projects of Main rivers and streams of water to some of the work is also.
