

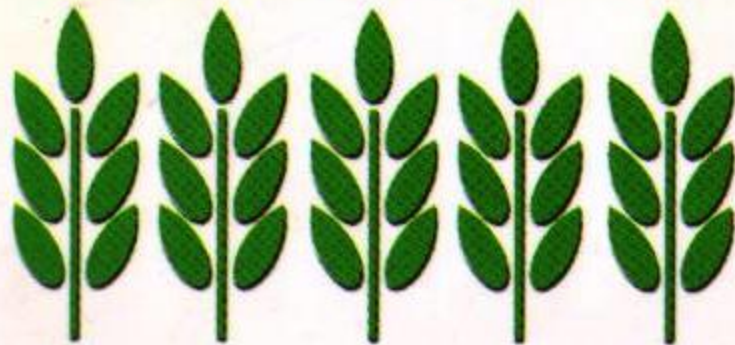


راهنمای مقابله با خشکسالی

ترجمه و تدوین:

بخش کارشناسان جوان

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران



شماره انتشار: ۴۹

۱۳۸۰

۶۲۶/۸۱
س ۶۲۳
۲۵

راهنمای مقابله با خشکسالی

ترجمه و تدوین:

مهندس علی رضا سلامت

مهندس محمدرضا آل یاسین

بازخوانی و ویرایش:

دکتر حسن رحیمی

۹۴۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسمه تعالی

وزارت نیرو
کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
بخش کارشناسان جوان

نام کتاب: (اهنمای مقابله با خشکسالی
مترجمین: علی رضا سلامت، ممد رضا آل یاسین
ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
حروف چینی و صفحه آرایی: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
چاپ اول: پائیز ۱۳۸۰
تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
شابک: ۹۶۴ - ۶۶۶۸ - ۲۲ - ۴

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
۱	پیشگفتار
۳	۱- مقدمه
۴	۲- پدیده خشکسالی در اروپا
۱۱	۳- تجزیه و تحلیل پدیده خشکسالی
۱۱	۱-۳- شرایط اقلیمی و عوامل هیدرولوژیکی
۱۴	۲-۳- اثرات انسان ساخت
۱۵	۳-۳- وضعیت خاک
۱۵	۴- اثرات مخرب و زیانبار خشکسالی
۱۵	۱-۴- مصرف کنندگان تحت تأثیر پدیده خشکسالی
۲۰	۲-۴- اثرات غیر مستقیم
۲۱	۳-۴- اثرات سودمند
۲۲	۵- اقدامات انجام گرفته جهت مقابله با خسارات ناشی از پدیده خشکسالی
۲۳	۶- وسایل و روشهای مقابله با خسارات خشکسالی
۲۴	۱-۶- پیشگیری
۲۴	۱-۱-۶- ارزیابی و پیش بینی وقوع خشکسالی
۲۶	۲-۱-۶- روشهای پیشگیری
۲۷	۲-۶- کاهش
۲۷	۱-۲-۶- ابزار و وسایل کاهش خسارات خشکسالی
۲۸	۳-۶- اغماض
۲۹	۱-۳-۶- سازماندهی و هماهنگی
۳۰	۲-۳-۶- همکاریهای بین المللی
۳۱	۳-۳-۶- آموزش، تحقیق و توسعه
۳۲	۷- نحوه استفاده از این دستورالعمل

صفحه	موضوع	صفحه	موضوع
۵۶	مشارکت و دخالت رسانه‌ها	۳۴	ضمیمه ۱ - واژه‌نامه
۵۶	حل و فصل اختلافات	۳۸	ضمیمه ۲ - فهرست شاخصها
۵۷	برنامه‌های احتمال وقوع خشکسالی	۳۹	شاخص شدت خشکسالی پالمر
۵۷	کمک‌های فنی - تخصصی	۴۰	شاخص رطوبت گیاه
۵۸	واکنش اضطراری	۴۱	شاخص تأمین آب سطحی
۵۹	منابع	۴۳	شاخص بارندگی استاندارد
		۴۴	شاخص خشکسالی
		۴۵	شاخص خشکی پالفی
		۴۶	پارامتر تصحیح درجه حرارت
		۴۶	فاکتور تصحیح بارندگی
		۴۶	فاکتور آب زیرزمینی
		۴۷	پتانسیل آبی - زراعی
		۴۹	ضمیمه ۳ - عملیات کاهش خطرات بالقوه
		۵۰	قانون‌گذاری و خط‌مشی عمومی
		۵۱	حفاظت آب و کاهش تقاضا
		۵۱	اقدامات صرفه‌جویی آب در مناطق شهری
		۵۲	اصلاح سیستم لوله‌کشی
		۵۲	کاهش تلفات سیستم آب
		۵۳	اقدامات صرفه‌جویی آب در سطح مزرعه
		۵۳	افزایش منابع تأمین آب
		۵۴	توسعه اقتصادی
		۵۵	تعلیم و تربیت عمومی و مشارکت
		۵۵	سلامتی و تغذیه

پیشگفتار

خشکسالی یک پدیده طبیعی است که همه ساله گریبانگیر مناطق وسیعی در سراسر دنیا می‌شود. قحطی و مرگ و میر جانوران در مناطقی که با این پدیده روبرو بوده از پی آمدهای آن است. خشکسالی، مسائل و مشکلات عدیده‌ای را در زمینه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ببار آورده که مهمترین آنها در بخش کشاورزی، کاهش میزان عملکرد محصولات زراعی می‌باشد. جوامع روستایی و کشاورزی در ردیف اولین جوامعی هستند که شدیدترین ضربه را از خشکسالی متحمل می‌شوند. طبق آمار منتشره ۳۶ کشور جهان که جمعیتی بالغ بر ۲۳۰ میلیون نفر دارند با مسئله کم‌آبی روبرو می‌باشند. خشکسالی در چنین کشورهایی هر چند سال یکبار و آن هم به علت محدودیت منابع آب و کاهش میزان نزولات جوی به وقوع می‌پیوندد.

در حال حاضر حدود ۸۰ کشور خشک و نیمه خشک در سراسر دنیا وجود دارد که از آن جمله می‌توان به کشورهای چین، خاورمیانه، مکزیک، غرب ایالات متحده آمریکا و شوروی سابق اشاره کرد. جمعیت ساکن در این بخش‌ها حدود ۴۰ درصد کل جمعیت دنیا را تشکیل می‌دهد.

کشور ما نیز همچون بسیاری از کشورهای دیگر با متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۵۰ میلیمتر جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌گردد. این میزان بارندگی کمتر از یک سوم میانگین بارندگی سالانه جهان می‌باشد. افزایش روزافزون جمعیت و در پی آن افزایش تقاضا برای آب از یک سو و محدودیت منابع آب از سوی دیگر سبب ایجاد بحران شده است. این امر با گذشت زمان محسوس‌تر شده، لذا یافتن یک راهکار عملی و مناسب جهت پیشگیری و یا مقابله با اثرات سوء حاصل از این پدیده، دارای اهمیت ویژه‌ای است.

مجموعه حاضر که حاصل تلاش اعضاء تیم کاری خشکسالی (زیر نظر گروه کار مناطق اروپائی) بوده و توسط کارشناسان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ترجمه و تدوین گردیده شامل مباحثی از جمله: تعریف کامل پدیده خشکسالی، تجزیه و تحلیل این پدیده، تشریح اثرات مخرب و زیانبار، اقدامات انجام گرفته جهت مقابله با خسارات ناشی از این واقعه، معرفی وسائل، ابزار و روش‌های موجود جهت مقابله و کاهش خسارات ناشی از این پدیده طبیعی و نهایتاً ارائه دستورالعملی جهت پیشگیری و مقابله با آن می‌باشد.

امید است کتاب حاضر به عنوان یک دستورالعمل مقابله با خشکسالی، برای کلیه کارشناسان ذیربط مفید واقع گردد و با بکار بردن توصیه‌های ارائه شده در بخش‌های مختلف این نشریه، امکان پیشگیری و یا مقابله با خشکسالی وجود داشته باشد.

در پایان از سرکار خانم ناهید آقاییک که زحمت تایپ این مجموعه را برعهده داشته، تشکر و قدردانی می‌شود.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۱- مقدمه

خشکی و خشکسالی نتیجه اثرات متقابل ویژه بین محیط زیست طبیعی و اجتماعی است. انسان و اجتماع دارای دو نقش فعال و انفعالی در توسعه کلی یک منطقه می‌باشند. چنانکه به روشنی مشخص است در آخرین دوره زمانی، آهنگ تغییرات در محیط زیست طبیعی و اجتماعی تسریع گردیده به طوری که تاثیر این گونه تغییرات هر روز پیچیده‌تر، چشمگیر و دایمی می‌گردد. این فرآیندها در مقایسه با گذشته روی زندگی روزمره بشر تاثیر بسیار زیادی می‌گذارند.

بدیهی است اثرات پدیده خشکسالی نه تنها روی تولید محصولات کشاورزی موثر بوده بلکه بطور همزمان بر روی تمام موجودات زنده، شامل گونه‌های گیاهی و جانوری (اهلی و وحشی) و همچنین انسانها تاثیرگذار می‌باشد. به این معنا که خرابی‌ها نه تنها در مزارع تحت کشت رخ داده، بلکه در اراضی کشت نشده، مناطق طبیعی حفاظت شده و اجتماعات انسانی نیز پدید می‌آید. نتیجه این که یافتن وسائل و شاخص‌های اندازه گیری مقابله با اثرات مخرب خشکسالی و ایجاد متغیرهای مکانی و زمانی به منظور توسعه پایدار یک اجتماع و آمادگی کل جامعه در رابطه با سیاست‌ها، اقتصاد، اکولوژی (بوم شناسی)، عدالت اجتماعی و آداب و رسوم، همچنین رفتارهای خصوصی و عمومی ضروری به نظر می‌رسد.

به هر حال، از آنجایی که مفهوم خشکسالی، مفهوم پیچیده‌ای است، به منظور جلوگیری از سوءتفاهم و ارایه تعابیر متفاوت، تعریف روشن و مشخص آن اهمیت زیادی دارد. در ابتدا تمایز بین واژه‌های خشکی و خشکسالی ضروری است. علی‌رغم این که هر واژه شرایط کمبود شدید آب در یک منطقه را تداعی و بیان می‌نماید، اما واژه‌های مترادفی نیستند، به طوری که خشکی دارای مفهوم کلی بوده و برای عناصر مختلف محیط‌زیست بکار نمی‌رود، حال آنکه خشکسالی نه تنها بیانگر اثرات مختلف بر روی موجودات زنده به ویژه گیاهان و گونه‌های آنهاست، بلکه اثرات آن بر روی موجودات کوچک (میکرو ارگانیسم‌ها)، حیوانات و انسانها نیز در این پدیده مورد مطالعه قرار می‌گیرد. هم‌چنانکه توسط پترسوویتس^۱ (۱۹۹۵) مشخص گردید، خشکی یک

واژه بوم‌شناختی - اجتماعی - زمین‌شناسی است، در حالی که خشکسالی یک واژه بوم‌شناختی - زراعی و اجتماعی است و بیان و توصیف کمی هر یک از این دو پدیده نیز متفاوت می‌باشد. در ابتدا، براساس معانی کاربردی، مشخص نمودن تعاریف این دو واژه پذیرش یک مفهوم واحد را برای همگان آسان می‌سازد. ضمیمه شماره یک این مجموعه شامل فهرست استخراج شده‌ای از گزارش ناتسون^۱ و همکاران، (۱۹۹۸) می‌باشد.

یکی از ابزار قابل اتکاء در دست مسئولین اجتماع، راهبرد ملی یا بین‌المللی مقابله با خشکسالی است، که باید تمام مفاهیم، روش‌ها، گام‌ها و منابع مقابله با خشکسالی در آن گنجانده شود. این دستورالعمل سعی دارد تا به منظور جلوگیری از وقوع خشکسالی تمام اطلاعات مورد نیاز و راهکارهای مقابله با خشکسالی و عواملی را که به طریقی در کاهش خرابی‌ها و یا افزایش مقاومت در برابر ضایعات موثرند به صورت خلاصه تشریح نماید.

دستورالعمل خشکسالی، بر اساس تجربیات موجود و پیشنهادات ارایه شده توسط متخصصین اجلاس ICID و با استفاده از مقالات ارایه شده از طرف تیم کاری منطقه اروپایی تدوین شده است. تیم کاری مناطق آسیایی به عنوان یک نیروی مسئول، جمع‌آوری و تدوین دستورالعمل را جزو یکی از اصلی‌ترین وظایف خود قرار داده تا برای موسسات و کشورهای که از وقوع خشکسالی بیشترین ضایعات را متحمل شده‌اند مفید واقع شده و یا در به حداقل رساندن اثرات منفی این پدیده همکاری نمایند.

۲ - پدیده خشکسالی در اروپا

خشکسالی به طور دوره ای در بیشتر کشورهای اروپایی بالاخص در ایالات جنوبی، مرکزی و غربی اروپا اتفاق می‌افتد. پدیده خشکسالی شدید در طول تاریخ و

۱- Knutson

برای هر قرن به خصوص در حوضه کارپتین^۱ گزارش شده به طوری که، طی دهه‌های گذشته شرایط وخیم تر شده است، زیرا تناوب، مدت زمان و شدت پدیده خشکسالی افزایش یافته و وقوع خشکسالی‌های اخیر سبب ایجاد خسارات زیادی از جمله در کشورهای شمالی و غربی، جاهائیکه قبلا با اثرات مخرب خشکسالی یا اصلا روبرو نبوده یا با حداقل ضایعات روبرو بوده‌اند، گردیده است.

بر اساس تجربیات اخیر، خشکسالی‌های شدید یک یا دو ساله می‌تواند در یک دوره ده ساله به وقوع بپیوندد. بررسی‌های به عمل آمده نشانگر شرایط ناخوشایند در بیشتر کشورهای اروپای مرکزی و غربی میباشد. پالفی^۲ در سال ۱۹۹۲ تاثیر خشکسالی را بر شرایط اقلیمی حوضه آبریز کارپتین، با استفاده از شاخص خشکی پالفی^۳ (PAI) مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و چنین نتیجه گرفت که در سال ۱۹۹۰ یکی از سخت‌ترین خشکسالی‌ها که در منطقه اتفاق افتاد، خشکسالی حاکم بر کل دشت و مناطق تپه ای حوضه آبریز کارپتین بوده است.

بالاترین میزان شاخص خشکی پالفی (بیشتر از ۱۲) به معنی خشکسالی بسیار جدی است که در سه منطقه بزرگ در طول رودخانه تیسزا^۴ در دشت بزرگ مجارستان و در وسعتی کمتر در منطقه مزوسگ^۵ رومانی به وقوع پیوست. خشکسالی با شدت مشابه در طول مرز مجارستان اسلواک (بخشی از رودخانه دانوب) در یک دشت کوچک نیز اتفاق افتاد. ضرروزیان ناشی از خشکسالی سال ۱۹۹۰ در کشور مجارستان به تنهایی حدود ۵۰ میلیارد فرینت (برابر با ۶۴۰ میلیون دلار آمریکا) بوده است.

متوسط مقادیر شاخص خشکی پالفی (PAI) برای چند سال از مجموعه اطلاعات سالهای ۱۹۳۱ تا ۱۹۹۰ در مجارستان استخراج گردید. خشک‌ترین منطقه حوضه کارپتین در بخش مرکزی دشت بزرگ مجارستان (عمدتا در دره رودخانه تیسزا) و در

۱- حوضه آبریز کوههای اروپای مرکزی و شرقی که از براتیسلاوا و چکسلواکی تا رومانی امتداد دارد و رودخانه دانوب از آن ناشی می‌شود. (کارپتین)

2 - Palfai

3 - Palfai Aridity Index

4 - Tisza

5 - Mezoseg

بعضی از قسمتهای مربوط به کشورهای همسایه واقع است. بر اساس این اطلاعات چهار سال بسیار خشک در طول سالهای ۱۸۹۱ الی ۱۹۹۰ و به عبارتی در سالهای ۱۹۰۴ و ۱۹۳۵ و ۱۹۵۲ و ۱۹۹۰ به وقوع پیوسته است. در دره تیسزا در مدت یکصد سال، ۳۰ سال آن به طور مطلق خشک و نتیجه آن خشکسالی بسیار شدید بوده است. توزیع زمانی سالهای خشکی در این مدت نامنظم بوده و اغلب دارای یک توالی سه ساله می باشد (به طور مثال ۱۹۲۱-۲۳ و ۱۹۴۵-۴۷). بعضی اوقات خشکسالی در فواصل زمانی بیشتری (۱۹۹۰-۱۹۵۲) اتفاق می افتد. به هر حال، بررسیهای انجام شده با استفاده از یک سری داده های یکصد ساله، تغییرات تدریجی یک جانبه وقوع خشکسالی را نشان نمی دهد.

در مجارستان با توجه به نگرشهای آتی، تجزیه و تحلیل داده های اقلیمی بر اساس مشاهدات طولانی نشانگر این مطلب است که مقدار بارندگی و میزان رطوبت متوسط خاک به طور قابل توجهی در حال کاهش میباشد. در عوض تناوب خشکسالی در دو دهه اخیر افزایش یافته است. در بین دانشمندان، نمیز^۱ (۱۹۹۰ و ۱۹۹۴) ده سال گذشته را جزو خشک ترین دوره کشور مجارستان از سال ۱۸۸۱ توصیف کرده است. در سالهای اخیر بارندگی های بهار و زمستان بشدت کاهش یافته که نتیجه آن کاهش میزان رطوبت عمقی خاک و افت سفره آبهای زیرزمینی بوده است. بر اساس سری داده های اقلیمی، نسبت بارندگی سالانه به تبخیر تعرق پتانسیل (P/PE) با توجه به تعریف خشکسالی در کشور مجارستان (ارایه شده بوسیله عهدنامه سازمان ملل متحد، UN جهت مقابله با بیابان زایی و خشکسالی) به طور چشمگیری کاهش یافته است.

طبق نظرات دراگوویک^۲ (۱۹۹۷) در اراضی یوگسلاوی نیز خشکسالی همواره و به طور مستمر به وقوع پیوسته است. ماریانو^۳ بر اساس تجزیه و تحلیل مدارک و اسناد قدیمی موجود از دوران مهاجرت بزرگ تا اواسط قرن بیستم، دریافت که در طول

- 1 - Nemes
- 2 - Dragovic
- 3 - Marjanov

سالهای ۸۹۸ تا ۱۸۶۵، حدود ۸۳ سال آن خشکسالی به شدت اتفاق افتاده و تنها ۹ سال دارای شرایط مطلوب بوده است.

طبق نظرات استجسیک^۱ (۱۹۹۴) در طول هزار سال، دوره های خشکی زیادی به وقوع پیوسته است اما تعداد کمی از آنها بطور کامل ثبت گردیده اند. او خاطر نشان ساخت، مدارک قدیمی تنها خشکسالی های موردی را مطرح نموده اند که اطلاعات قابل اعتمادی را در رابطه با وقوع خشکسالی شامل نمی شود. او مثالهایی را از سال ۱۱۴۷، زمانی که کشیشها با هدف کاهش اثرات قحطی غذا را بین مردم توزیع نمودند، و سال ۱۲۷۱ را که بسیاری از مردم در اثر گرسنگی و قحطی جان خود را از دست داده اند، ارایه می نماید. دوره ۱۷۷۴ - ۱۷۷۳ نیز به دلیل خشکسالی بسیار شدیدش به گونه ای که سطح آب رودخانه ها به حدی تنزل یافت که گذشتن از عرض رودخانه دانوب به صورت پیاده امکان پذیر بوده نیز بیان گردیده است. تجزیه و تحلیل مقادیر بارندگی و توزیع آن در سالهای هیدرولوژی ثبت شده در منطقه ویودینا^۲ در دوره ۱۹۹۵/۹۶ - ۱۹۲۳/۲۴ (۷۳ سال) نشانگر این مطلب است که سال هیدرولوژیکی ۱۹۴۲/۴۳ خشک ترین سال و سالهای ۱۹۸۹/۹۰ و ۱۹۵۱/۵۲ نیز همچون ۱۹۹۱/۹۲ و ۱۹۷۰/۷۱ جزو سالهای بسیار خشک بوده اند. این سالها به عنوان سالهایی که منتهی به سالهای خشک گردیده اند ثبت شده است. به عبارت دیگر، ابتدا یا انتهای این سالها با خشکسالی مواجه بوده است. برای مثال سال ۱۹۸۹/۹۰ به عنوان آخرین سال یک دوره ده ساله (دهه) می باشد که بارندگی آن بین ۴۶۱ و ۶۳۹ میلیمتر متغیر بود. سال ۱۹۵۱/۵۲ بعنوان پایان یک دوره ۶ ساله (با نزولات جوی ۶۵۷ - ۴۴۴ میلیمتری) که سه سال آن دارای مقدار بارندگی کمتر از ۵۰۰ میلیمتر بوده، ثبت شده است.

زمستانهای خشک به صورت متفاوت بر وقوع و تراکم پدیده خشکسالی تاثیر می گذارند. تاثیر منفی آنها در یک دوره زمانی خشک، که بارندگی در طول زمستان وجود نداشته و سبب کاهش هر چه بیشتر میزان رطوبت موجود در خاک شده، مشخص میگردد. در شرایط کشور یوگسلاوی و مناطق اطراف آن حداقل بارندگی زمستانه برابر ۱۰۵ میلیمتر (سال ۱۹۷۱/۷۲) و حداکثر آن ۴۳۸ میلیمتر (۱۹۵۵/۵۶) و متوسط آن برابر ۲۶۴ میلیمتر بوده است. بر اساس بررسی های انجام

- 1 - Stojic
- 2 - Vojvodine

شده، حداکثر مقدار بارندگی زمستانه در ده سال اخیر ۱۸۴ میلیمتر و متوسط آن ۱۴۴ میلیمتر بوده که پایین تر از مقدار میانگین می باشد.

دلیل رایج تر رخداد پدیده خشکسالی، وقوع بارندگی ناکافی در طول فصل رشد می باشد. میزان بارندگی در فصل تابستان سالهای ۱۹۲۸، ۱۹۶۲ و ۱۹۷۱ نا کافی بوده و عملکرد محصولات کشاورزی کاهش یافته است. در سال ۱۹۵۰ خشکسالی شدیدی در طول فصل رشد (بارندگی ۲۰۸ میلیمتر) به وقوع پیوست که با یک دوره پنج ساله هیدرولوژی با سطوح بارندگی کمتر از میزان متوسط همراه بود. علاوه بر این در سال ۱۹۹۷ جوانویچ^۱ و پوپویچ^۲ نتیجه گیری نمودند که خشکسالی با طول دوره بین ۲۵/۹ تا ۴۶/۴ روز هر ساله در کشور یوگسلاوی به وقوع می پیوندد.

در طول دوره رشد توزیع بارندگی از عوامل مهم دیگر در تعیین وقوع خشکسالی است. در تابستان بارندگی معمولاً به شکل رگبار است که درصد پایینی از باران موثر مورد استفاده گیاهان را فراهم میسازد. در سالهای اخیر بارندگی محدود بوده و خشکسالی شدیدی در طول سالهای ۱۹۸۸، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۲ در یوگسلاوی به وقوع پیوست. به هرحال زمانی که خشکسالی از نقطه نظر بارندگی مورد بررسی قرار میگیرد، بیشتر سالهای ما بین ۱۹۹۳ - ۱۹۸۳ به عنوان سالهای خشک محسوب می گردد زیرا شکل غالب بارندگی در ماههای می، ژوئن و جولای به صورت رگبار بوده است. اسپاسوا^۳ و همکارانش (۱۹۹۷) نتیجه گیری نمودند که بعد از سال ۱۹۸۵ از میان ۱۶ سال آخر، ۱۲ سال آن به عنوان سالهای خشک گزارش شده اند.

مقادیر متوسط بارندگی ۱۰ سری آماری از بین سه سال هیدرولوژی یا حداقل بارندگی برای دوره ۱۹۹۶ - ۱۹۲۴ نشانگر این مطلب است که حداکثر بارندگی در سالهای ۱۹۹۱/۹۲ - ۱۹۸۹/۹۰ برابر ۵۲۰ میلیمتر، حداقل بارندگی برای سالهای ۱۹۸۹/۹۰ - ۱۹۸۷/۸۸ برابر ۴۶۵ میلیمتر و متوسط آن ۵۰۰ میلیمتر بوده است. نسبت حداکثر به حداقل بارندگی در این دوره برابر ۱/۶ می باشد.

- 1 - Jovanovic
- 2 - Popovic
- 3 - Spasova

تجزیه و تحلیل مقادیر بارندگی برای سالها، فصلها و ماههای هیدرولوژی دوره ۱۹۹۵/۹۶ - ۱۹۶۷/۶۸ در شرق یوگسلاوی (ایستگاه هواشناسی زاجکار^۱) نشانگر این مطلب است که متوسط کل بارندگی در دوره رویش گیاه ۵۹۲ میلیمتر و برای دوره زمستان ۲۶۶ میلیمتر بوده است. ارزیابی داده های یک دوره ده ساله هیدرولوژی با حداقل مقدار بارندگی نشانگر این مطلب است که هشت سال از آن به عنوان سالهای با کمترین میزان بارندگی و هفت سال نیز با کمترین مقدار بارندگی در دوره زمستان گزارش گردیده است. در این دوره ده ساله متوسط کل بارندگی در زمان رویش برابر ۲۴۳ میلیمتر با حداقل ۱۷۰ میلیمتر و حداکثر ۲۸۱ میلیمتر بوده است. ارقام آرایه شده برای دوره های زمستانه این ده سال بترتیب برابر ۱۹۹، ۱۴۹ و ۲۳۴ میلیمتر می باشد.

زمانی که خشکسالی به مدت سه سال یا بیشتر پشت سر هم اتفاق بیافتد برای کشاورزی و زراعت بسیار مضر و خسارت آور می باشد. همچنانکه دوره های خشکسالی سه ساله از تناوب بیشتری برخوردار است، اطلاعات حاصل از سالهای ۱۹۹۶ - ۱۹۲۴ نیز ثابت نموده که در این دوره تعداد ۱۰ خشکسالی با دوره های سه ساله در قسمت شرقی یوگسلاوی به وقوع پیوسته است (ایستگاه هواشناسی زاجکار).

بر اساس نظرات استجستیک^۲ و اسکوریک^۳ (۱۹۹۷)، خشکسالی بعضی اوقات در یک یا چند سال پشت سر هم به وقوع پیوسته و نتیجه آن خرابی و ضایعات بسیار شدید محصولات کشاورزی می باشد. در بعضی از سالها (همچون ۱۹۲۸، ۱۹۵۱، ۱۹۹۰، ۱۹۹۲ و غیره) خشکسالی نه تنها آسیب زیادی به بعضی از محصولات وارد آورده بلکه کل یا قسمتهای اصلی و عمده دشت پانانیون^۴ را نیز به یک منطقه خشک و بی آب و علف تبدیل نموده است. علاوه بر مقدار و توزیع بارندگی سالانه، درجه حرارت بالای هوا یا به عبارتی تعداد روزهای گرم با حداکثر دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد، شدت

- 1 - Zajecar
- 2 - Stojstic
- 3 - Skoric
- 4 - Pannonion

و تأثیر وقوع خشکسالی را نشان می‌دهد. در طول سال‌های ۱۹۹۶-۱۹۶۷، در شرق یوگسلاوی جایی که خشکسالی به طور متناوب و با شدت زیاد به وقوع می‌پیوندد، به طور متوسط ۳۱ روز در سال به عنوان روزهای گرم (استوایی) محسوب می‌گردد. درجه حرارتهای بالا زمانی که برای چندین روز متوالی به وقوع پیوندد، بسیار خطرناک و مضر می‌باشد. در سال ۱۹۹۴، ۷۴ روز گرم (با درجه حرارت خیلی زیاد) وجود داشته است. "در اوت سال ۱۹۹۴ تنها ۲۳ روز با درجه حرارت زیاد (روزهای گرمسیری) وجود داشته و ۱۵ روز نیز درجه حرارت هوا از ۳۳ درجه سانتیگراد افزایش یافته است." در روزهای گرم در عمق ۵ سانتیمتری، حرارت خاک ۴ تا ۵ درجه از دمای هوا بالاتر می‌باشد، و این در حالی است که رطوبت نسبی هوا به زیر ۳۰ درصد تنزل یافته است.

در سال ۱۹۹۷ در کشور رومانی، وهری^۱ و همکارانش برای یک دوره ۷ ساله ۱۹۹۷-۱۹۹۰ در مجارستان و رومانی محاسباتی را با کمک شاخصهای گوناگون خشکی و خشکسالی (PAI, Ihc, Ic) مورد استفاده قرار دادند.

بر اساس بررسی این دوره ۷ ساله، چهار سال به عنوان سالهای خشک در نظر گرفته شد که معنی آن متغیر بودن شرایط اقلیمی در منطقه‌ای که قبلاً به عنوان یک ناحیه مرطوب به شمار آمده، می‌باشد. اقلیم منطقه نیز به سمت اقلیم خشک گرایش یافته به طوری که آبیاری قطعاً باید صورت می‌گرفت.

در سال ۱۹۹۷ در کرواسی^۲، سستاریک^۳ و همکارانش نتیجه گرفتند که بعد از سال ۱۹۸۱، خشکسالی به طور متناوب با میانگین بارندگی سالانه ۶۴۳ میلیمتر به وقوع پیوسته و مقدار متوسط بارندگی در طول دوره رویش از ۳۷۷ میلیمتر (در دوره سال‌های ۱۹۹۲-۱۹۷۳) به ۳۵۸ میلیمتر (در دوره سال‌های ۱۹۹۲-۱۹۸۱) تنزل یافته

1 - Wehery

2 - Croatia

3 - Sostaric

است.

در ضمیمه ۲ این نشریه فهرست شاخص‌های نشان‌دهنده شرایط و حالات مختلف خشکی و یا خشکسالی آورده شده است.

۳- تجزیه و تحلیل پدیده خشکسالی

در این فصل دلایل و شرایط محیطی که سبب ایجاد بلیه خشکسالی شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. در این قسمت شرایط اقلیمی، هیدرولوژیکی، خاک و زراعت با توجه به اهمیت آن در منطقه یا محل مورد نظر، مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱-۳- شرایط اقلیمی و عوامل هیدرولوژیکی

به منظور برآورد احتمال یا شدت وقوع خشکسالی شرایط اقلیمی باید به طور دقیق شناخته شود. در بین داده‌های هواشناسی ثبت شده، آنهایی دارای اهمیت بیشتری هستند که تعیین کننده میزان بارندگی، درجه حرارت، رطوبت هوا و شرایط رطوبتی یک منطقه خاص باشند. در مطالعات هواشناسی برای تعیین شرایط خشکی و خشکسالی شاخص‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها با توجه به ساختار منطقی خود به گروه‌های زیر دسته بندی می‌گردند (دانکل^۱ و همکاران، ۱۹۹۲).

- شاخص‌های غیر متعارف نزولات جوی

- شاخص‌های تعیین کمبود فشار بخار آب (در حالتی که کمبود فشار بخار بالا باشد، واژه خاصی در مطالعات هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد که بنام خشکسالی جوی خوانده می‌شود، اما معنی واقعی شرایط خشکسالی را نمی‌دهد).

- شاخص‌های تعادلی که مقادیر پارامترهای ورودی (نزولات جوی) را با خروجی (تبخیرتعرق) به صورت نسبت‌های رایج نشان می‌دهد.

- شاخص‌های اندازه گیری رطوبت خاک

- شاخص دوره بازگشت

در سال ۱۹۹۰ زمانی که یکی از شدیدترین خشکسالی‌ها در کشور مجارستان ارزیابی می‌گردید، داده‌ها و اطلاعات به دست آمده شروع پدیده خشکسالی با تجمع غیر متعارف رطوبت را از اول پاییز سال قبل (۱۹۸۹) نشان می‌داد. در مقایسه با سال‌های پیش فاصله زمانی اکتبر تا مارس سال ۱۹۸۹/۹۰ (سال هیدرولوژیکی) بسیار خشک بوده و بر اساس داده‌های هواشناسی ثبت شده در دراز مدت، تنها در سال ۲۵ - ۱۹۲۴ یک دوره شش ماهه زمستانه با هوای خشک‌تر اتفاق افتاده است. علاوه بر کمبود شدید بارندگی، طول مدت ثبت شده تابش آفتاب، گرمای غیر متعارف زمستانه و روزهای متناوب وزش باد سبب افزایش بسیار زیاد تبخیر تعرق بالقوه و کاهش زیاد میزان رطوبت خاک شده است. مجدداً ماه اوت در سال ۱۹۹۰ یک ماه بسیار خشک بوده و کمبود متوسط میزان بارندگی در دراز مدت به ۲۵ تا ۵۰ درصد رسید به طوری که در آن سال کل کشور از پدیده خشکسالی صدمه دید. تعداد روزهای بسیار گرم (از نوع گرمسیری یا استوایی) ۱/۵ تا ۲ برابر بیشتر از روزهای با درجه حرارت معمولی بود. در سال ۱۸۸۱ فاصله زمانی اکتبر تا اوت به عنوان خشک‌ترین دوره بیان شده است. کمبود نزولات جوی در این دوره برای مناطق مختلف برابر ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر ذکر گردید (نمیز^۱ ۱۹۹۰).

طبق گزارش دراگوک (۱۹۹۷) براساس اطلاعات حاصل از نزولات جوی در طول سال‌های ۱۹۹۶ - ۱۹۲۳ در نویساد^۲، تجزیه و تحلیل پدیده خشکسالی به عنوان حاصل عملکرد عوامل اقلیمی جمع آوری شده است. تجزیه و تحلیل‌ها از نقطه نظر تولید محصولات کشاورزی و دیگر فعالیت‌هایی که به رژیم آب و جریان وابسته‌اند، در سال هیدرولوژیکی (از ماه اوت تا سپتامبر) و در دو دوره زمستان و تابستان (فصل رویش) انجام گردیده است. سال هیدرولوژیکی به عنوان یک شاخص برتر متغیر بارندگی قابل دسترس محصولات کشاورزی در نظر گرفته می‌شود زیرا با دوره رشد انطباق دارد.

بر اساس اطلاعات به دست آمده، جمع کل بارندگی یک سال هیدرولوژیکی بسیار متغیر بوده و از ۳۲۲ تا ۸۶۷ میلیمتر تغییر می‌کند. به عبارت دیگر مقدار حداکثر تجمعی آن ۲/۷ برابر حداقل تجمعی بارش می‌باشد. تغییرات بارش در دوره رشد نیز حایز اهمیت است و از ۱۷۲ تا ۴۸۷ میلیمتر بوده و یا حداکثر تجمعی بارندگی ۲/۸ برابر حداقل آن در این دوره می‌باشد. تغییرات مذکور در دوره زمستان حتی از این مقدار نیز بیشتر بوده و از ۱۰۵ تا ۴۲۸ میلیمتر متغیر است. به عبارت دیگر تفاوت بین حداکثر و حداقل تجمعی بارندگی ۴/۲ برابر می‌باشد. متوسط تجمعی بارندگی در استان ویودینا^۱ برای یک دوره ۷۴ ساله در سالهای هیدرولوژیکی (۱۹۹۶ - ۱۹۲۳) برابر ۶۰۵ میلیمتر بوده که ۳۴۱ میلیمتر آن در دوره رویش و ۲۶۴ میلیمتر آن در زمستان به وقوع پیوسته است.

در صربستان^۲ شرقی (ایستگاه هواشناسی زاجکر)، تجزیه و تحلیل‌های انجام یافته در برگیرنده نزولات جوی طول دوره ۱۹۹۵ - ۱۹۶۷ می‌باشد. متوسط تجمعی بارندگی برای هر سال هیدرولوژیکی برابر ۵۹۲ میلیمتر بوده که حداقل آن ۴۱۶ و حداکثر آن ۷۹۴ میلیمتر می‌باشد. مقدار متوسط بارندگی در دوره رشد برابر ۳۲۶ میلیمتر با حداقل ۱۷۰ میلیمتر و حداکثر ۴۷۸ میلیمتر می‌باشد. ارقام مشابه برای دوره زمستان به ترتیب برابر ۲۶۶، ۱۲۳ و ۴۱۳ میلیمتر بوده است. نسبت رویش به بارش زمستانه برابر ۵۵ به ۴۵ درصد می‌باشد.

در صربستان شرقی مقدار بارندگی برای یک دوره ۲۹ ساله (۱۹۹۵ - ۱۹۶۷) نشانگر این مطلب است که بارندگی سال به سال و به طور مستمر کاهش می‌یابد. منحنی همبستگی (رگرسیون)، به ویژه برای بارندگیهای سالانه همچون بارش باران در طول دوره رویش روند کاهش شدیدی را نشان می‌دهد.

از نقطه نظر مقدار بارندگی سالانه، میزان کاهش در هر سال برابر ۵/۸ میلیمتر و در کل دوره برابر ۱۶۸ میلیمتر برآورد گردیده است. میزان کاهش در دوره رشد برابر ۴/۹

1 - Vojvodine

2 - Serbia

1 - Nemes

2 - Novisad

میلیمتر و یا در مجموع برابر ۱۴۲ میلیمتر در سال می‌باشد. مقدار کاهش بارندگی در دوره زمستان تنها برابر ۰/۸۸ میلیمتر و در مجموع برابر ۲۵ میلیمتر در سال می‌باشد. در استان ویودینا در شمال یوگسلاوی میزان کاهش بارندگی بسیار کمتر به نظر می‌رسد زیرا تجزیه و تحلیل‌ها با توجه به دوره زمانی طولانی‌تری صورت گرفته است. مقدار کاهش بارندگی سالانه برابر ۰/۶۳ میلیمتر و مقدار کاهش در طول دوره زمستان ۰/۶۹ میلیمتر در سال بوده، حال آنکه افزایش جزئی میزان بارندگی در طول دوره رشد به چشم می‌خورد.

از نقطه نظر هیدرولوژیکی، خشکسالی زمانی به وقوع می‌پیوندد که نه تنها نزولات جوی بلکه جریان رودخانه، رواناب سطحی و آب ذخیره شده نیز با کمبود روبرو گردد. براساس تعریف هیدرولوژیست‌ها، خشکسالی به دوره‌ای گفته می‌شود که جریان رودخانه‌ها به کمتر از مقدار طبیعی رسیده و رواناب یا ذخیره منابع به شدت کاهش یافته و علت همگی موارد، بارندگی کمتر از حد طبیعی، تبخیر بیش از حد و یا کاهش تجمع برف می‌باشد.

۲-۳- اثرات انسان ساخت

در بین اثرات انسان ساخت می‌توان شرایط زراعی را مطرح نمود. استفاده نادرست از اراضی، انتخاب ناصحیح گیاهان، چه از نظر گونه و چه از نظر وارپته، روشهای کشت و زرع، تناوب نامناسب کشت گیاهان، مدیریت ضعیف فن آوری زراعی، تراکم بالای گیاهان، حاصل‌خیزی ناکافی و تامین آب، جملگی از پارامترهای مهم تاثیر گذار بر توسعه پدیده خشکسالی در یک منطقه مشخص می‌باشد. در این خصوص مطالعه دقیق و تعیین نقاط ضعف فن آوریهای زراعی و عملیات کشاورزی مورد استفاده که بر اساس آنها پیشنهادات اصلاحی ارایه می‌گردند ضروری به نظر می‌رسد.

۳-۳- وضعیت خاک

خاک می‌تواند یک عامل مهم در توسعه پدیده خشکسالی محسوب گردد. نوع خاک، بالاخص ساختمان فیزیکی آن، ظرفیت آب خاک، میزان رطوبت حقیقی در منطقه توسعه ریشه‌ها و موازنه آب خاک باید از نقطه نظر خشکسالی مورد بررسی قرار گیرد. خاکهای ماسه‌ای با اعماق نسبتاً زیاد و خاکهای دیگر با عمق کشت کمتر در مقایسه با خاکهای لومی رسی با ظرفیت نگهداری آب نسبتاً بالاتر، نسبت به پدیده خشکسالی حساستر می‌باشند. از این رو داشتن اطلاعات کامل درباره وضعیت خاک منطقه مورد نظر یا حتی مالکیت اراضی، بسیار مهم می‌باشد. دراگوویک، (۱۹۹۷) به این نکته اشاره دارد که با استفاده از تجزیه و تحلیل وضعیت خاک، اقلیم و از همه مهمتر موازنه آب و خاک، امکان تعیین زمان دقیق خشکسالی وجود داشته و با بکارگیری سریع معیارهای مناسب، اثرات منفی پدیده خشکسالی تقلیل می‌یابد.

خشکسالی در صورتی رخ می‌دهد که بدون توجه به بارندگی دوره قبل، آب موجود و قابل دسترس در منطقه فعال ریشه‌ها مصرف شده باشد. این اثرات در زمانی که رشد گیاه در مرحله بحرانی می‌باشد و به عبارت دیگر زمانی که میزان تقاضا برای آب توسط گیاه به حداکثر رسیده اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. به هر حال تاکید بر این است که کل فصل رویش تحت عنوان دوره بحران تلقی گردد زیرا گیاهان در محدوده رشد ریشه نیاز به جریان ثابت و آب قابل دسترس دایمی دارند تا به عملکرد بهینه و بالایی دست یابند.

۴-۴- اثرات مخرب و زیانبار خشکسالی

۱-۴- مصرف کنندگانی که به طور مستقیم تحت تاثیر پدیده خشکسالی قرار می‌گیرند

هیچ شکی وجود ندارد که در میان اثرات اقتصادی، بررسی اثرات مخرب خشکسالی بر کشاورزی در اولویت قرار دارد. شاید یافتن راهکاری برای مقابله با این اثرات راحت ترین بخش این مسئله باشد زیرا در بیشتر کشورها، عمده مطالعات برای ارزیابی و تشریح ضایعات و خرابی‌های حاصل از پدیده خشکسالی و اثرات آن بر تولید

محصولات اعم از سبزی‌ها، میوه‌ها و محصولات جنگلی و دامی بوده است. این شاخه از اقتصاد اولین و اصلی‌ترین عاملی است که در برابر ضایعات حاصل از پدیده خشکسالی قرار گرفته، لذا ارایه راه حل و مبارزه با اثرات مخرب این پدیده به ویژه در کشورهایی که پدیده خشکسالی نسبت به سایر کشورها بیشتر به وقوع می‌پیوندد ارجحیت دارد.

در رابطه با آمادگی یک منطقه در مقابله با خشکسالی و حساسیت گیاهان مختلف کشت شده آن منطقه در برابر پدیده خشکسالی باید سوابق اطلاعات موجود با استفاده از نتیجه کارهای تحقیقاتی انجام یافته در یک منطقه مشخص، مورد آزمون و ارزیابی قرار گیرد. مقایسه تجزیه و تحلیل عملکرد محصول با شرایط هیدرولوژیکی و اقلیمی می‌تواند در رابطه با شدت پدیده خشکسالی در دوره‌های آزمایشی در خصوص ضایعات شدید و زیان‌های اقتصادی در تولید محصول بهترین راه حلها را ارایه نماید. این نوع بررسی و ارزیابی، قادر به یافتن تفاوت‌های موجود بین گونه‌ها و واریته‌های مختلف گیاهان کشت شده، و نیز قابلیت و توانایی مقاومت واریته‌های مختلف در برابر خشکسالی که عامل مهمی در کاهش خسارات ناشی از این پدیده نیز محسوب می‌گردد، می‌باشد.

در رابطه با پدیده خشکسالی، پاره‌ای مسایل بسیار مهم وجود دارد که بستگی به طول دوره رشد گونه‌ها و واریته‌های گیاهی دارند. بررسی اثرات گیاه یا گیاهان قبلی در تناوب کشت و تعیین بهترین گیاهان و برترین وضعیت تناوب کشت در منطقه که سبب به حداقل رسیدن اثرات مخرب خشکسالی شده ضرورت دارد. سؤال مهم این است که در جهت کاهش اثرات زیان‌بار پدیده خشکسالی تاثیر گیاهان کشت شده در یک قطعه زمین زراعی چیست؟ گیاهان بسیار متراکم سبب افزایش حساسیت گیاهان کشت شده نسبت به وقوع خشکسالی می‌شوند. نهایتاً عناصر دیگر مورد استفاده در فن آوری زراعی از جمله شخم، روشهای حفاظت خاک، سیستم تامین مواد غذایی، حفاظت در برابر علفهای هرز، بیماریهای گیاهی و غیره باید مورد بررسی قرارگیرد. موثرترین ابزار برای کاهش ضایعات خشکسالی آبیاری است، لذا امکان توسعه آبیاری در یک منطقه مشخص باید به طور کامل مورد مطالعه قرار گیرد. ارزیابی مشابهی باید برای

گیاهان باغی بالاخص برای باغها و تاکستان‌ها صورت پذیرد. تعیین مکان مناسب برای گیاهان تولید کننده میوه، گونه‌ها و واریته‌های آنها و فن آوریهای زراعی از نقطه نظر مقاومت گیاهان در به حداقل رساندن اثرات خشکسالی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. آبیاری برای گیاهان زینتی و سبزیجات پرورشی در گلخانه‌ها امری ضروری است.

اگر چه اثرات مخرب خشکسالی در تولید محصول برای عموم به خوبی شناخته شده نیست، لیکن این پدیده به عنوان بزرگترین عامل بی جان مؤثر بر تخریب جنگلها محسوب می‌گردد. جنگلها نقش مهمی را در اکولوژی منطقه ایفا می‌نمایند، لذا مرگ جنگلها، درخت‌ها و درختچه‌ها اهمیت به سزائی در زندگی ساکنین یک منطقه مشخص دارد. به همین دلیل، بررسی اثرات مختلف خشکسالی بر جنگل‌های موجود و ارزیابی خرابی‌های ناشی از این پدیده باید در چهار چوب یک استراتژی ملی / منطقه‌ای انجام پذیرد. کمبود آب و تنش طولانی مدت می‌تواند ضایعات شدیدی را بر اکوسیستم‌های جنگلی همچون از بین رفتن برگ گیاهان، زوال تاج گیاهان و درختان وارد نماید و در نتیجه سبب کاهش ضخامت دوره‌های رشد سالیانه درختان و میزان تولید الوار گردد. درختانی که تحت تنش حاصل از پدیده خشکسالی قرار گرفته‌اند اغلب اوقات مورد حمله حشرات و قارچها (به عنوان آفات و بیماریهای ثانویه) قرار می‌گیرند. از این رو مراقبت از جنگلها در برابر حمله آفات، حشرات و ... از نظر اقتصادی و اکولوژی اهمیت به سزایی دارد.

سزدلاک^۱ (۱۹۹۷) بر این نکته اشاره دارد که در بخشهای وسیعی از اروپا برگ گیاهان در حال از بین رفتن است و این امر باید مورد توجه قرار گیرد. در بعضی از مناطق، بالاخص در اروپای جنوبی دوره‌های خشکسالی طولانی مدت بوده و به عنوان یک عامل اصلی در از بین رفتن برگ گیاهان محسوب می‌شود. بین آلودگی هوا و پدیده خشکسالی رابطه‌ای وجود دارد. در مناطقی که آلودگی هوا کمتر است، مقاومت گیاهان در برابر خشکسالی زیادتر می‌باشد، حال آنکه غلظت بالای آلودگی هوا حساسیت گیاه را نسبت به خشکسالی تشدید می‌نماید. بر اساس گزارش سازمان IPCC (برنامه

بین‌المللی تغییر اقلیم) از بین رفتن برگ درختان در مناطق اطراف اقیانوس اطلس و قاره اروپا به ترتیب ۳۸ و ۲۴ درصد بوده است. جنگل‌ها در مناطق نیمه مرطوب / نیمه خشک در برابر تکرار پدیده خشکسالی حساسیت زیادی از خود نشان می‌دهند.

پدیده خشکسالی به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم بر دامپروری و دامداری اثر می‌گذارد. حیوانات از کمبود آب و هوای گرم که به صورت مداوم وجود داشته باشد، رنج می‌برند، لیکن عکس العمل خشکی طولانی مدت بر روی گونه‌ها و واریته‌های مختلف دامداریها مشابه هم نمی‌باشد. عمده اثرات مستقیم خشکسالی زمانی مشخص می‌گردد که کمبود علوفه و تاثیر آن بر سلامت حیوانات مشهود گردد که این امر خود اثر قابل توجهی بر تولید مثل حیوانات و ارزش اقتصادی کل دامداریها دارد. مشکل اساسی دیگر تامین آب برای پرورش ماهی است. این مورد در جایی که کمبود آب می‌تواند سبب ضرر و زیان قابل توجهی در تولید ماهی شود اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

در کشاورزی علاوه بر اثرات خشکسالی، این پدیده اثرات مخربی نیز بر مدیریت آب خواهد داشت. کمبود آب در دراز مدت به طور مستقیم بر منابع آب یک منطقه تاثیر گذاشته، سبب بهم خوردن بیلان آب و ایجاد شرایط سخت برای تامین آب می‌شود.

از این رو برآورد دقیق منابع آب‌های زیر زمینی و سطحی در یک منطقه مشخص، تغییرات احتمالی این منابع و انجام محاسبات بیلان آب برای شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی متفاوت، حائز اهمیت است. در طول پدیده خشکسالی کیفیت آب به ویژه در رابطه با دریاچه‌ها و یا آبهای سطحی اهمیت بیشتری می‌یابد و لذا اثر خشکی طولانی مدت بر کیفیت آب باید مورد مطالعه و ارزیابی دقیق قرار گیرد. سومین رشته از اثرات اقتصادی خشکسالی در رابطه با صنایع است. این گونه اثرات عمدتاً غیر مستقیم هستند. از آنجا که صنعت تولید غذا، مواد خام مورد نیاز خود را بوسیله فعالیت‌های کشاورزی تامین می‌نماید و در طول دوره خشکسالی این مواد از بین می‌روند، لذا این پدیده به طور مستقیم بر روی تولید غذا تاثیر می‌گذارد. این امر وضعیت ناپایداری را در شاخه‌های مختلف تهیه غذا پدید آورده و بر گستره عظیمی از خدمات مربوطه تاثیر منفی دارد. تمامی آثار مذکور باید مد نظر قرار گرفته و در رابطه

با ارایه راهبرد ملی مقابله با خشکسالی در صورت امکان بعد مالی قضیه نیز بیان گردد.

یکی از خطرناکترین و مخرب ترین اثرات خشکسالی ضایعاتی است که بر محیط زیست، منابع طبیعی، زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها ایجاد می‌گردد. این ضایعات در گذشته مورد مطالعه قرار نگرفته و به خوبی کشف نشده‌اند، زیرا موضوع خشکسالی در سالهای اخیر مطرح گردیده و از اهمیت بالائی برخوردار است. این موضوع به دقت زیادی نیاز دارد چرا که جامعه عملاً قادر به انجام هیچ کاری برای جایگزینی و جبران اکوسیستم‌های تخریب شده و مرده، نیست. بنابراین جلوگیری از نابود شدن منابع طبیعی، بالاخص در مناطق حساس زیست محیطی، تنها اقدام موثر در این شرایط است. بیان دقیق تمامی اثرات خشکسالی که به نحوی با عناصر اصلی محیط زیست، همچون اثرات کمی و کیفی پدیده بر آب، خاک، هوا و موجودات زنده (گیاهی و جانوری) ارتباط دارد، ضروری به نظر می‌رسد. در این ارتباط باید فصل جداگانه‌ای برای ارزیابی مناطق طبیعی حفاظت شده و پارک‌های ملی، جائیکه عملیات ویژه‌ای برای حفاظت از گونه‌های تهدید شده، زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها در نظر گرفته شده، اختصاص یابد. در ابتدا باید فهرستی از منابع طبیعی حفاظت شده یک منطقه تهیه شده، سپس عملیاتی که برای حفاظت دراز مدت از آنها در نظر گرفته شده است، تعیین و مشخص گردد.

باید توجه و دقت خاصی در رابطه با اثرات زیست محیطی همچون افزایش آلودگی و حجم پساب‌های مختلف، بالاخص پساب‌های سمی محیط زیست به عمل آید. این گونه اثرات پیچیده و مرکب می‌تواند در طول دوره‌های خشکسالی شدت بیشتری بیابد که نتیجه آن پایین آمدن کارایی و ظرفیت پالایش دریافت کننده‌های این نوع پساب‌ها می‌باشد.

۲-۴- اثرات غیر مستقیم

به طور کلی کاهش تولید مواد خام در اثر پدیده خشکسالی، بر وضعیت داد و ستد محصولات به ویژه صادرات و واردات کالا تاثیر منفی دارد. افت کیفیت کالا در انبار سبب باطل شدن موافقت نامه‌های تبادل کالا بین کشورها گردیده که این امر می‌تواند تعهدات و طرح‌های صادرات کالا را بر هم زند. در این شرایط، به لحاظ اقتصادی لازم است با افزایش واردات کالا، بالاخص مواد غذایی و علوفه، که مفهوم آن تحمیل مخارج اضافی بر مردم (شرکت‌ها) و دولت بوده، خسارات داخلی و مالی جبران شود. ضمناً در جهت توسعه پایدار و توازن اقتصادی یک کشور محاسبه اثرات همه جانبه این موارد بر اقتصاد ملی، ضروری است.

نهایتاً در بین اثرات اقتصادی لازم است آثار عوامل مختلف بر امور سرمایه گذاری و مالی نیز مورد بررسی قرار گیرد. دنیای اقتصاد با افزایش قیمت کالا ضرر و زیان حاصل از افت در تولید محصولات کشاورزی، فرآیند تهیه غذا، مبادله کالا و مصرف انرژی را جبران نموده، که این امر موجب افزایش تورم و ایجاد مسایل ناسالم و مشکلات مالی از قبیل ورشکستگی زارعین و تولید کنندگان، فرار سرمایه‌ها، توقف در روند بهبود شرایط تولید و غیره می‌شود. با توجه به قدرت این اثرات، اقتصاد ملی به طور قابل توجهی از این گونه تاثیرات رنج می‌برد. بدیهی است جلوگیری از تحت تأثیر قرار گرفتن اقتصاد ملی برای هر کشور و دولت حایز اهمیت است.

از آنجا که تاکنون اثرات اجتماعی خشکسالی در دراز مدت به هیچ وجه مد نظر قرار نگرفته است لذا مسایل و شرایط حساسی وجود دارد، که ملحوظ نمودن این اثرات را ضروری می‌سازد. در بین این اثرات، تاثیر پدیده خشکسالی بر بهداشت عمومی، اشتغال/ بیکاری، سیاست‌ها و روابط خارجی قابل ذکر می‌باشند.

جامعه در تمام موضوعات مذکور به طور عمیق درگیر بوده و جلوگیری از آثار سوء این پدیده بر آنها مورد علاقه کل جامعه می‌باشد. در طول دوره خشکسالی بیماریهای قلب و عروق، حساسیت و بیماریهای تنفسی افزایش می‌یابد که مورد آخر اساساً بعلت آلودگی هوای ناشی از گرد و غبار حاصل از فرسایشهای بادی است. پدیده خشکسالی بر ظرفیت بالقوه یک منطقه اثر کاهنده دارد، زیرا بیکاری در منطقه

افزایش یافته و استاندارد سطح زندگی مردم کاهش می‌یابد. این امر، بالاخص در مناطقی که وضعیت عمومی زندگی در سطح پایینی بوده خطرناک می‌باشد. در این حالت، پدیده خشکسالی می‌تواند به عنوان عامل ناپایدار کننده شرایط سیاسی در یک منطقه محسوب شده، و اگر این منطقه در مرز بین دو کشور قرار گرفته باشد، مسایل و مشکلات عدیده‌ای را در روابط و امور خارجی ایجاد نماید.

خشکسالی بر صنعت توریسم و جهانگردی تاثیر عجیبی دارد. شرایط اقلیمی خشکسالی ممکن است برای افرادی که به هوای گرم و خشک علاقه داشته مطلوب بوده ولی اثرات سوء آن می‌تواند سبب رکود شدید در صنعت توریسم چه در سطح ملی و چه در سطح بین المللی گردد و این امر ضرر و زیان بسیار شدیدی را به ویژه بر کشورهایی که صنعت گردشگری در آنها اهمیت خاص دارد وارد می‌سازد.

۳-۴- اثرات سودمند

علی‌رغم این که تا کنون اثرات منفی پدیده خشکسالی مورد توجه، بررسی و تأکید قرار گرفته، این پدیده ممکن است اثرات سودمندی نیز در برداشته باشد که بدلیل اثرات ضعیف آن از نظر اقتصادی و یا سیاسی، مد نظر قرار نگرفته است. در یک تحقیق کلی و برنامه ارزیابی لازم است مزایای این پدیده نیز مورد مطالعه قرار گیرد تا توازن بین جنبه‌های منفی و مثبت آن ایجاد گردیده و هر دو طرف معادله نشان داده شود. هم‌چنانکه توسط چینگالاتا^۱ و همکارانش نشان داده شده (۱۹۹۷)، جوانب مفید و سودمند این پدیده ممکن است کاهش جمعیت پشه‌ها، کاهش هزینه برف رومی و دیگر فعالیت‌های مرتبط، حفاظت و نگهداری اضطراری آب که خود سبب ایجاد الگوی مصرف بهینه و صرفه جوئی دائمی در آب می‌شود و نیز افزایش فعالیت‌های تجاری و غیره را به همراه داشته باشد. پدیده خشکسالی ممکن است سبب بهبود راندمان کاربرد و کنترل کیفی آب شده و در درجه دوم ممکن است سبب کاهش رشد جمعیت مهاجر به مناطقی که مستعد خشکسالی می‌باشند، گردد. اقتصاد دانان و محققین خاطر نشان می‌سازند که پدیده خشکسالی در بدست آوردن مزایای مشخصی که ما را در حل

مسائل اقتصادی و کمبودها در کوتاه مدت یاری نموده، کارآیی بالایی دارد. خشکسالی ممکن است ما را در کنترل و مهار تولید بیش از حد در کشاورزی و دیگر بخش‌ها یاری داده و سبب تثبیت بیشتر قیمت‌ها و بقاء آن گروه از جمعیت کشاورزان که در اثر تولید بیش از حد مورد تهدید قرار دارند، شود. به همین لحاظ برای تعیین مزایا و اثرات سودمند پدیده خشکسالی به تحقیقات وسیعی نیاز می‌باشد. یکی از راهبردهای مقابله با ضایعات خشکسالی، عدم انجام هرگونه اقدام جدید، به جز به کار بردن طرحهایی در جهت کاهش وضعیت خطرناک و تهدید کننده طبقات مختلف اجتماع و اقتصاد یک جامعه، می‌باشد. معادله سود و زیان اثرات خشکسالی سرانجام ممکن است همچون روشهای اجتماعی برای مقابله با خشکسالی به یک راهبرد عمومی منجر شود. نتایج به سود مدیریت سازمان برنامه‌ریزی مقابله با خشکسالی بوده و در نهایت منجر به مدیریت و مهار منطقی و معقول این پدیده خواهد شد. نتایج حاصله، بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی را که ممکن است از بعضی جوانب خشکسالی سود برند، مشخص می‌سازد.

۵- اقدامات انجام گرفته جهت مقابله با خسارات ناشی از پدیده خشکسالی

در این فصل راهبردهای ملی مقابله با خشکسالی و معیارهایی که قبلا برای کاهش ضایعات خشکسالی در یک منطقه یا کشور خاص مورد استفاده قرار گرفته ارزیابی می‌گردند. شکی نیست که تا کنون امکانات و اقدامات متعددی برای مقابله با خشکسالی مورد استفاده قرار گرفته‌است. اما با ارزیابی این معیارها می‌توان چنین نتیجه گرفت که در بیشتر حالات این اقدامات بی پایه و اساس بوده و از یکپارچگی خوبی نیز برخوردار نبوده‌است. بیشتر اقدامات در زمانی کوتاه انجام گرفته و راه‌های ارایه شده نیز عموماً التیام بخش و نه بازدارنده و دارای اثرات جزئی بوده‌اند. به منظور مقابله با پدیده خشکسالی، لازم است از تجربیات گذشته در رابطه با اقدامات انجام شده حداکثر استفاده را به عمل آورد. جمع آوری و تجزیه و تحلیل صحیح این ضوابط غیر قابل اجتناب بوده و نتیجه‌گیری شفاف از ارزیابی‌ها در حد امکان ضروری است

(ورمیز^۱ ۱۹۹۷). چنین به نظر می‌رسد که عموم مردم معمولاً به اندازه کافی از پدیده خشکسالی اطلاع ندارند. مردم و تصمیم‌گیرندگان ترجیح می‌دهند که در برابر حوادث جاری و مشکلات و مسایل تنش‌زا عکس‌العمل نشان دهند. به مسایل و مشکلات نادر و غیر منتظره همچون آنهایی که در اثر خشکسالی پدید می‌آیند قبلاً توجه نمی‌شد تا آنکه مجدداً به وقوع پیوسته و نظرات افراد را به خود جلب نمایند. مطالب منتشر شده اغلب در مدت زمان کوتاهی پس از وقوع پدیده خشکسالی فراموش می‌شوند. بسیاری از اوقات به نظر مردم این نوع وقایع دیگر تکرار نمی‌گردند. در واقع، رفتار اجتماعی نه تنها از طریق واقعیات بلکه بوسیله احساسات و اعتقادات مردم نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. یکی از اعتقادات مردم این است که خشکسالی بعدی (دقیقاً همچون هر نوع بلیه یا خطر طبیعی دیگر) به شدت و بدی قبلی نخواهد بود. این گونه شیوه برخورد با پدیده خشکسالی ممکن است در بین کشاورزان نیز رایج بوده و متأسفانه در نظر بعضی طراحان و تصمیم‌گیرندگان نیز تاثیرگذار باشد. این امر باعث کم اهمیت جلوه دادن مفاهیم کلی مقابله با خشکسالی و عدم ارایه راه‌های مناسب برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مفید از منابع آب شده‌است. برای مقابله با مسایل بحران خشکسالی، لازم است در مورد تمام اقدامات و برنامه‌های اصلاحی پدیده خشکسالی برنامه‌ریزی به عمل آید (چنگالاتا و همکاران، ۱۹۹۷).

۶- وسایل و روشهای مقابله با خسارات ناشی از پدیده خشکسالی

پس از طرح مباحث مقدماتی در این بخش، راهبرد واقعی مقابله با ضایعات خشکسالی تشریح می‌گردد. درک اساسی ما این است که علی‌رغم عدم اطمینان از ارزیابی عوامل موثر در پدیده خشکسالی و مشکلات موجود بر سر راه پیش‌بینی وقایع مربوط به آن، بشر برای مقابله با خسارات ناشی از پدیده خشکسالی به طور کامل خلع سلاح و درمانده نیست (پتراسویتس^۲ ۱۹۹۵). در این فصل راه‌های ضروری برای

1 - Vermes

2 - Petrasovits

جوابگویی به اثرات مختلف پدیده خشکسالی به طور خلاصه ارایه شده و تمام اقدامات مورد نیاز جهت مقابله با این پدیده مطرح می‌گردد. این روشها و اقدامات را میتوان به سه گروه بشرح زیر طبقه‌بندی نمود:

۱-۶-۱- پیش‌گیری

۲-۶-۱- کاهش

۳-۶-۱- اغماض.

۱-۶-۱- پیش‌گیری

۱-۶-۱-۱- ارزیابی و پیش‌بینی وقوع خشکسالی

یکی از مهمترین عملیات جهت پیش‌گیری این پدیده، پیش‌بینی هواشناسی و به کارگیری تمامی روشهای هشدار دهنده به مردم می‌باشد که از طریق ارایه اطلاعات گسترده با استفاده از کلیه وسایل ارتباط جمعی میسر می‌گردد.

در حال حاضر روشها و شاخص‌های محاسباتی بسیار خوبی در دسترس می‌باشد و از اینرو امکان وقوع و شدت خشکی به طور مستمر قابل محاسبه و پیش‌بینی است. هم‌چنین می‌توان درجه خشکسالی را با کمک واژه‌های خاص گیاهی همچون پتانسیل خاک - آب و تعداد روزهای تحت تنش آبی مربوط به گونه‌های معین گیاهی بیان نمود (پالفی و همکاران، ۱۹۹۵). استفاده از شاخص رطوبت قابل دسترس (MAI) یا انواع دیگر شاخص‌های خشکسالی برای انجام محاسبات مورد نیاز (دراگوک، ۱۹۹۷؛ وهری و همکاران - ۱۹۹۷) امکان‌پذیر است، اما برای ارزیابی و مقابله بین‌المللی با این پدیده و ترسیم نقشه منطقه ای یا قاره ای حساسیت خشکسالی براساس نتیجه محاسبات انجام یافته، لازم است نوعی توافق برای استفاده از یک روش مشترک به عمل آید.

طبق بیان سزدلک^۱ (۱۹۹۷) در رابطه با جنگلداری، ۳۵ کشور اروپایی، ایالت متحده آمریکا و کانادا از یک سیستم مشترک رفتار سنجی که شامل رفتارسنجی وسیع در

مقیاس اروپایی (سطح I) و رفتار سنجی متمرکز بر روی پلاتهای مشاهده ای دایمی (سطح II) بوده، استفاده می‌نمایند. این برنامه رفتار سنجی، به فهم و ارزیابی اثرات مخرب خشکسالی کمک می‌نماید. روش دیگر، تهیه طرحهای مدیریت جنگل در ده سال آتی است. در این روش خصوصیات جنگل‌ها به ویژه شرایط سلامتی آنها مورد توجه قرار گرفته و تمامی اطلاعات در مجموعه آمار و اطلاعات وضعیت جنگل‌های ملی ارایه می‌گردد. روش دیگر اندازه‌گیری، بر اساس برنامه بازدید از جنگل‌های جوان استوار است به گونه‌ای که در آن قطعات جنگلی ۴ تا ۱۰ ساله در هر سال مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته و اثرات خشکسالی به طور کیفی و کمی بر وضعیت جنگل‌های جوان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

جهت پیش‌بینی این واقعه در کشورهای که با پدیده خشکسالی روبرو بوده، باید خدمات مستمری وجود داشته باشد تا به کشاورزان، متخصصین مدیریت آب و اشخاصی که علاقمند به ایجاد آمادگی در برابر اثرات سوء خشکسالی هستند، کمک نماید. شاخص‌هایی که مستمرا برای کاهش خسارات ناشی از خشکسالی تعیین می‌گردد می‌تواند به عنوان پایه ای برای یارانه‌های دولتی و دیگر معیارهای در نظر گرفته شده محسوب شود.

به منظور اطلاع رسانی و ایجاد آگاهی عمومی می‌توان از وسایل مختلف سمعی بصری همچون نشریات ترویجی، خبرنامه‌ها، روزنامه‌ها، مجلات ادواری، رادیو و تلویزیون و ارتباط مستقیم با متخصصین استفاده نمود. این روش یکی از موثرترین راههای انتشار دانش و آگاه نمودن مردم از روشهای ممکن برای جلوگیری از اثرات مخرب خشکسالی است.

راهبرد مقابله با خشکسالی باید از روشهای مورد استفاده در زراعت دیم و نیز از وسایل پیشگیری موجود در مدیریت آب، صنعت، خدمات و بازرگانی استفاده نماید.

۲-۱-۶- روشهای پیش گیری

روشهای پیشگیری به سه دسته تقسیم می گردند.

- روشهای معطوف به عرضه

- روشهای معطوف به تقاضا

- روشهایی کاهنده میزان خسارات.

در بین روشهای معطوف به عرضه، وسایل متعددی برای کاهش خسارات خشکسالی وجود دارد. با توجه به نظرات هیس^۱ (۱۹۹۷) چنگالاتا و همکاران (۱۹۹۷)، استفاده بهتر و کارآمد تر از منابع موجود، توسعه روشهای جدید و بهره بردن از راهکارهای غیر مرسوم و پیچیده به منظور افزایش منابع موجود جزو مهمترین روشهای کاهش مسایل و مشکلات پدیده خشکسالی می باشند.

برای استفاده بهتر از منابع موجود، اقدامات مدیریتی مطرح می گردند. قبل از هر چیز باید تمام ذخایر آبهای سطحی در مخازن برای یک هدف خاص بکاربرده شوند، لیکن استفاده از ذخایر آبهای زیر زمینی، استفاده از انتقال آب در داخل یا بین حوضه ها و یا ترکیب این روشها نیز جزو ابزار مهم در این ارتباط محسوب می گردند. بهبود منابع بوسیله روشهای مختلف حفاظت آب، بالاخص آنهایی که سبب کاهش میزان تلفات آب می شوند می تواند به عنوان یک اقدام عملی اما غالباً نامطمئن در کاهش اثرات خشکسالی به حساب آید. پوشش و آب بندی کانالها، مدیریت رستنی ها در جهت مصرف کمتر آب، حفاظت از خاک برای افزایش قدرت فیلتراسیون و جلوگیری از عملکرد فرسایشی آب، کاهش تبخیر از طریق مدیریت کلی رواناب، عملیات حفاظت آب آبیاری و روشهای مشابه، جزو مهمترین راهکارها در این زمینه می باشد.

برای توسعه منابع جدید انجام اقدامات زیر امکان پذیر است:

استفاده اضطراری از دریاچه ها و یا مخازنی که سطح آب در آنها ثابت است، تبدیل آب شور (درکناره دریاها)، تغییر اقلیم با کمک تنظیم توفانها و استفاده از آبهای فسیلی.

استفاده مجدد از پسابها نیز راه موثری در افزایش منابع آب به خصوص در کشاورزی است.

در این رابطه میتوان افزایش منابع آب به طرق ترکیبی پیچیده، ارتباط و توسعه سیستم های بزرگ تامین آب، استفاده تلفیقی از همه منابع آب، مدیریت خاص برف و یخ را نیز ذکر نمود که به توزیع موقت منابع مرتبط است.

سمت و سوی اقدامات معطوف به تقاضا، کنترل پدیده خشکسالی در جهت استفاده بهتر از منابع ناکافی آب و تامین موثر آب برای مصرف کنندگان می باشد. اصلاح سیستم تقاضا برای آب در سطح مزرعه، به حداقل رساندن رواناب، زهکشی و تلفات تبخیر، تخصیص آب با وسایل مخصوص، تجزیه و تحلیل تجارب حاصل از وقوع خشکسالی در گذشته جزو مهمترین روشهای این راهکار می باشد. همچنین روشهای قابل استفاده گسترده ای برای به حداقل رساندن اثرات خشکسالی وجود دارد. وقوع پدیده خشکسالی قبل از موعد مقرر با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات و دانستن زمان تناوب، طول دوره پدیده خشکسالی در گذشته، انجام پیش بینی ها و آگاه نمودن مردم، از عواملی است که آمادگی بهتری را در کل جامعه ایجاد نموده، سبب هوشیاری مردم می گردد و نتیجه آن کاهش اثرات سوء خشکسالی است.

در جنگلداری، ایجاد پوشش گیاهی یا جنگل در مناطق مرتفع و قسمتهای بالایی حوضه های آبخیز، و نیز ایجاد کمربند جنگلی موجب جلوگیری از به هدر رفتن آب، کنترل فرسایش و بهبود وضعیت نفوذ آب در خاک می شود. بدین منظور اختصاص یک برنامه بین المللی احیای جنگلها لازم الاجراست.

۲-۶- کاهش

۲-۱-۶- ابزار و وسایل کاهش خسارات خشکسالی

در پدیده خشکسالی روشهای متعددی برای کاهش خسارات بالقوه وجود دارد. این روشها شامل مواردی همچون انتخاب بهینه و تغییر کاربری اراضی، اصلاح سیستم تناوب کشت، انتخاب منطقی واریته های گیاهی یا تغییرات پدید آمده در تکنولوژی (فن آوری) زراعی می باشد. مراحل و فرآیند پیچیده احیاء اراضی نظیر کاشت درختان،

جنگل‌کاری، ایجاد فضای سبز، نرم و سست کردن خاک، اصلاح خاک، کنترل سطح آبهای زیرزمینی، آبیاری، تامین هماهنگ مواد غذایی خاک، همگی می‌توانند در کاهش خسارات ناشی از پدیده خشکسالی در یک منطقه مشخص موثر واقع شوند. پرورش و تکثیر گیاهانی که مقاومت بیشتری به پدیده خشکسالی دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. در این رابطه لازم است لیستی از واریته‌ها یا گونه‌های گیاهی مقاوم به خشکسالی برای یک منطقه مشخص یا یک کشور نیز به دستورالعمل راهکارهای مقابله با خشکسالی ضمیمه گردد.

فهرست عملیات کاهش خطرات بالقوه در ضمیمه ۳ آمده است (ناتسون و همکاران، ۱۹۹۸). در این رابطه لازم است سیستم کنترل، تنظیم و یا حمایت سازمانهای مسئول محلی و یا دولتی تشریح گردیده و منابع و وسائل جبران خسارات حاصل از وقوع خشکسالی مشخص شود تا کاربرد آنها بتواند پایه ای برای برنامه ریزی در برابر وقوع خشکسالی‌های مستمر باشد. در برابر پدیده خشکسالی و در کنار عملیات حفاظتی سیستم بیمه نیز می‌تواند برای آنهایی که از خرابیهای ناشی از پدیده خشکسالی خسارت و صدمات قابل ملاحظه‌ای دیده‌اند نقش مهمی ایفا نماید. تخصیص حمایت‌های مالی جهت ترمیم و جبران خسارات وارده به این‌گونه افراد، ضروری است.

۳-۶- اغماض

مفهوم اغماض این است که ما آگاهانه بعضی از خطرات، محدودیت‌ها، تلفات عملکرد و یا سود را بپذیریم. از اینرو، تعیین سطوح مختلف قابل اغماض در یک منطقه، کشور، ناحیه و حتی در یک مزرعه حائز اهمیت می‌باشد. ارزیابی ریسک باید در شاخه‌ها و رشته‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی که پدیده خشکسالی در آنها خسارات عمده ایجاد می‌کند صورت گیرد. در این رابطه لازم است لیست اولویتها برای میزان اغماض در برابر کمبودها تعیین گردیده و روشهای پیش‌گیری و کاهش خسارات ناشی از خشکسالی تعیین و انتخاب روش مناسب برای هر مورد در رابطه با شیوه اغماض اعلام شود. اغماض در برابر خسارات خشکسالی و وضعیت حقیقی این پدیده نیاز به اطلاعات کامل و جامعی از سرتاسر کشور دارد. در این رابطه رسانه‌های ارتباط جمعی

می‌توانند کمک بزرگ و شایان توجهی نمایند. نمی‌توان منکر این قضیه بود که در سال‌های اخیر حساسیت جوامع در برابر خسارات ناشی از خشکسالی افزایش یافته لذا آمادگی در برابر این بلیه از اهمیت بالایی برخوردار است.

۱-۳-۶- سازماندهی و هماهنگی

از آنجا که خشکسالی یک پدیده بسیار پیچیده است، مقابله در برابر اثرات این واقعه به سازماندهی و هماهنگی دقیق بین گروههای درگیر و مسئولین جامعه نیاز مبرم دارد. تنظیم و شکل‌گیری راهبردهای ملی مقابله با خشکسالی نیاز به کار و تفحص علمی در بین متخصصین مختلف این امر داشته و بدون هماهنگی کامل اقدامات به عمل آمده موثر واقع نخواهد شد. وضعیت مشابهی برای به کارگیری راهبردهای توصیه شده وجود دارد، اما افرادی که با مدیریت خشکسالی سروکار دارند باید متقاعد به قابل فهم بودن مسئله باشند.

از این نظر لازم است برای مقابله با پدیده خشکسالی وظایف گروههای مختلف درگیر در ارایه یک راهبرد ملی یا منطقه‌ای تعیین گردد. وظایف مختلف سازمان‌های دولتی، سازمان‌های محلی یا منطقه‌ای، موسسات محلی، سازمانها (شامل سازمان‌های غیر دولتی) و شرکتها / مزارع و افراد حقیقی، باید متمایز و روشن باشد. خلاصه نمودن وظایف محوله در یک برنامه عملیاتی، به گونه‌ای که هر کس قادر به تشخیص وظایف، تکالیف و امکانات خود بوده و به طور همزمان امکان مشاهده کل اقدامات انجام گرفته در این راستا وجود داشته باشد، قویا توصیه می‌گردد.

بیشتر متخصصین از این مسئله آگاهند که کمیسیون ملی خشکسالی (NDC) برای تفهیم و تحقق راهبردهای ملی مقابله با خشکسالی تاسیس شده است. این کمیسیون می‌تواند بر اساس اطلاعات و توصیه‌های کمیته ارزیابی اثرات خشکسالی و ارزیابی برنامه‌های ایالتی یا منطقه‌ای موجود جهت حمایت از تولید کنندگان محصولات کشاورزی، شهرداریها و دیگر بخشها در زمان‌های اضطراری عمل نماید (چینگالاتا و همکاران ۱۹۹۷). کمیسیون ملی خشکسالی باید شامل نمایندگان تعداد زیادی

از مؤسسات و سازمان‌های مربوطه بوده، ضمن شناخت طبیعت چند نظمی خشکسالی، به اثرات متفاوت آن، اهمیت مولفه‌ها و پارامترهای ارزیابی و واکنشی در هر راهبرد یا طرح جامع و اینکه این راهبرد چگونه باید در جهت اهداف توسعه بلند مدت بکار گرفته شود، واقف باشد. مطلوبترین حالت در چهار چوب این کمیسیون، ایجاد یا تشکیل حداقل سه کمیته است که هر یک فعالیت‌های خود را بر روی نیازهای اولیه، همچون:

الف) رفتارسنجی، ب) ارزیابی اثرات و آسیب پذیری‌ها (ج) کاهش خسارات و واکنش نسبت به این پدیده، متمرکز نمایند. این کمیته‌ها هر یک می‌توانند مستقلاً وظایف و اهداف خود را دنبال نمایند اما به منظور تضمین موفقیت برنامه‌ریزی، ارتباط خوب سازماندهی شده و جریان اطلاعاتی بین آنها همچنان به عنوان یک امر مهم ضروری است.

کمیسیون ملی خشکسالی در طول فرآیند توسعه طرحها، باید فهرست همه کمک‌های قابل حصول از طرف مؤسسات منطقه‌ای، ایالتی یا محلی را در طول خشکسالی‌های شدید جمع‌آوری نموده و قابلیت این برنامه‌ها به منظور تعیین شرایط اضطراری کوتاه مدت و برنامه‌های دراز مدت کاهش اثرات این پدیده را در جهت کاهش آسیب‌پذیریهای حاصل از خشکسالی تعیین نماید. کمک‌ها باید به صورتی تعریف شوند که شامل کلیه برنامه‌های فنی و تسکین دهنده موجود در رابطه با کاهش اثرات مخرب این پدیده باشد. لازم است برای هر یک از بخشهای اصلی تاثیرپذیر که توسط کمیته‌های ذیربط مشخص گردیده‌اند، گزینه‌های واکنش منطقی تعیین گردد.

۲-۳-۶- همکاریهای بین‌المللی

چون خشکسالی و دیگر پدیده‌های طبیعی مرزهای سیاسی را در نظر نمی‌گیرند، تاثیر کشورهای همسایه نیز باید مد نظر قرار گیرد. یک راهبرد ملی خوب و دقیق با روابط بین‌المللی سرو کار داشته و در جهت مقابله با خسارات پدیده خشکسالی بر روی همکاریهای بین‌المللی، حساب می‌نماید. این امر بوسیله سازمانهای بین‌المللی

ارتقاء یافته و حتی سازمان ملل متحد نیز سعی در یاری رساندن به کشورهای درگیر با این واقعه را داشته و توجه حکومت‌های مختلف جهت همکاری هر چه بیشتر برای مقابله با خشکسالی و بیابان زایی را نیاز دارد. همچنانکه در کنوانسیون سازمان ملل متحد در رابطه با "مقابله با بیابان زایی در کشورهای که با پدیده خشکسالی یا بیابان زایی شدید روبرو هستند (به ویژه، در آفریقا (۱۹۹۴))" بیان شده است: برنامه‌های عملی، علمی، همکاری‌های فنی و اقدامات حمایتی جهت مقابله با این پدیده در حال توسعه بوده و امری ضروری بشمار می‌رود. تا به حال بسیاری از کشورها که هدفشان تهیه راهبردهای ملی مقابله با خشکسالی می‌باشد به این کنوانسیون پیوسته‌اند. همکاری‌های مختلف بین‌المللی در جنگلداری و داشتن اهداف مشترک و مشابه جهت کشت گیاهان جنگلی مقاوم به خشکسالی و گونه‌های درختان بومی و نگهداری جنگل‌ها شرایط بهتری را فراهم می‌سازد. همچنین شرکت‌های بزرگ بین‌المللی پرورش گیاه و توزیع کنندگان بذرها می‌توانند در مقابله با این پدیده سهیم باشند. همچنانکه همگان آگاهی دارند، کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) نیز به طور فعال با مسایل مدیریت خشکسالی سرو کار داشته و سعی دارد کشورهای عضو را جهت مقابله با ضایعات خشکسالی برای یافتن امکان انجام فعالیت‌های مؤثر و هماهنگ یاری نماید.

تیم کاری جدید التاسیس منطقه اروپا با عنوان خشکسالی به منظور سازماندهی بهتر ارتباطات دو جانبه یا چند جانبه، بخش ویژه‌ای را جهت متحد شدن و کمک رسانی به یکدیگر برای کشورهای اروپایی تدارک دیده است. یکی از وظایف اصلی همکاریهای بین‌المللی تهیه نقشه حساسیت به خشکسالی و تدوین راهبردهای مقابله با اثرات مخرب پدیده خشکسالی در اروپا می‌باشد (ورمیز، ۱۹۹۷).

۳-۳-۶- آموزش، تحقیق و توسعه

مسایل و مشکلات خشکسالی هیچ‌گاه بدون انجام تحقیقات مداوم و پروژه‌های توسعه عملی نیست. علی‌رغم این که تاکنون در زمینه‌های مختلف، تحقیقات متعدد و ارزش‌مندی (مرتبط با موضوع) انجام گرفته است، لیکن در نهایت بررسی جامع مسایل

و مشکلات ناشی از خشکسالی به هماهنگی مداوم و سیستماتیک نتایج این تحقیقات نیاز مبرم دارد. نتایجی که تا به امروز بدست آمده است می‌تواند به چهار زیرمجموعه: اکولوژی، فن آوری خشکسالی (مدیریت)، اقتصاد خشکسالی و جامعه شناسی پدیده تقسیم شود. این تقسیم‌بندی به یک نوع همکاری جدید بین افراد و موسسات مربوط در سطح ملی و بین‌المللی نیاز دارد. بنابراین در رابطه با پدیده خشکسالی، به منظور انجام تحقیقات اولویت‌دار در یک منطقه مشخص، اختصاص یک فصل جداگانه برای بیان کارهای تحقیقاتی جدید و رایج، بررسی امکان همکاری در زمینه‌های تحقیق، توسعه و منابع مالی ضروری بنظر می‌رسد.

نظر نویسنده این دستور العمل و متخصصین بر این است که تدوین راهبرد ملی مقابله با خشکسالی، کمک قابل توجهی به تمامی دست‌اندرکاران نموده و برای آنانی که به دنبال فراهم نمودن شرایط بهتری برای زندگی بشر می‌باشند ابزار مناسبی را مهیا می‌سازد.

برنامه‌های آموزشی و پرورشی، می‌بایست بر نکات متعددی متمرکز شوند، به طوری که در ابتدا لازم است به منظور افزایش آگاهی عموم مردم از مسأله خشکسالی، و حفاظت آب و روشهای کاهش اثرات آن، شناخت و درک کلی و صحیح این پدیده در سطح وسیع صورت گیرد. ضمناً باید جهت ارتقاء سطح آگاهی مردم از ضایعات خشکسالی و پیچیدگی موجود در مسایل مدیریتی آن برنامه‌های آگاه‌کننده ارائه گردد. برنامه‌های آموزشی باید بصورت بلند مدت طراحی شده و برای کسب فهم و درک موضوع حفاظت از منابع آب و روشهای پیش‌گیری از پدیده خشکسالی در بین گروه‌های مختلف سنی و بخش‌های مختلف اقتصادی جامعه تلاش شود.

۷- نحوه استفاده از این دستورالعمل

پس از ایجاد کمیسیون ملی خشکسالی به عنوان یک تیم مسئول جهت نظارت و هماهنگی کارهای لازم قبل از وقوع خشکسالی، ابتدا لازم است در جهت مرور و ارائه توصیه‌ها به منظور کاهش اثرات زیانبار و اعمال واکنش‌هایی در طول مدت خشکسالی،

آمادگی و توسعه راهبرد ملی مقابله با خشکسالی و طرح عملیات مقابله با خسارات این پدیده اقداماتی انجام گیرد. راهبرد ملی باید با نگرش به ساختار این دستورالعمل به صورت گام به گام و با توجه به نقطه نظرات زیر و مسایل مربوط به رویدادهای محلی تدوین و در طول کار مد نظر قرار گیرند.

- بیان اهداف و مقاصد راهکار مقابله با خشکسالی و طرح اجرایی آن
- جلب حمایت و مشارکت همه سودبران جهت رفع تضادهای و ناسازگاری‌ها
- شناخت خطر خشکسالی و روشهای کاهش خطرات بالقوه آن با در نظر گرفتن اطلاعات و داده‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
- تنظیم متن نهایی راهبرد و یا طرح اجرایی بر اساس ارزیابی‌ها و گزارش‌های آرایه شده توسط کمیسیون‌های فرعی (یا کمیته‌ها)
- تعیین نیازهای تحقیقاتی جهت تکمیل خلاءهای نهادی
- ترکیب علم و خط مشی‌ها (سیاستگذاری)
- آموزش و آگاه نمودن مردم درباره خشکسالی
- ارزیابی خطر خشکسالی و اثرات اقدامات انجام گرفته در گذشته و حال
- در رابطه با مسایل مطرح شده اطلاعات کاملتری نیز در نشریه تهیه شده توسط ویلهایت^۱ و همکارانش (۱۹۹۸) ارائه گردیده است.

ضمیمه ۱

واژه نامه

در این ضمیمه تعدادی از واژه‌های مربوط به مسایل خشکسالی تعریف شده و همراه با این راهنما آمده است. بسیاری از این واژه‌ها دارای تعاریف متفاوتی هستند که عمدتاً بر حسب نوع برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعاریف واژگان به کار برده شده که از گزارش ناتسون و همکاران^۱ (۱۹۹۸) استخراج شده با خطرات طبیعی خشکسالی همخوان می‌باشند. این فهرست ممکن است در آینده به وسیله واژه‌های دیگر کامل شود.

ریسک قابل قبول (Acceptable Risk):

سطحی از آسیب پذیری که می‌تواند به عنوان یک عامل توازن محسوب شود نظیر: هزینه، تساوی (equity)، نهاده‌های عمومی و احتمال خشکسالی قابل قبول.

خشکی Aridity:

به واژه Dryness مراجعه شود.

مدیریت بحران Crisis Management:

رویکرد مقابله با خشکسالی که از طریق آن، اقدامات و واکنش‌های بدون برنامه ریزی قبلی انجام می‌پذیرد و گاه به ابتکار عمل‌های بی اثر، هماهنگ نشده و نا بهنگام از سوی افراد و دولت‌ها منجر می‌شود.

خشکسالی Drought:

کمبود بارندگی نسبت به مقدار متعارف یا قابل انتظار آن - که وقتی زیاد به طول انجامد و از یک فصل فراتر رود - برای تامین نیازها ناکافی است. این وضعیت ممکن است تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بر جای گذارد. این حالت باید به

1 - Knutson et al

عنوان یک مشخصه اقلیمی قابل برگشت تلقی شود. خشکسالی مطلق نبوده بلکه نسبی است، لذا باید برای هر منطقه و هر گروه از موجودات زنده به طور جداگانه تعریف شود. هر خشکسالی با مشخصه‌هایی مانند، شدت، طولمدت و محدوده مکانی، با خشکسالی‌های دیگر تفاوت دارد.

از نقطه نظر کشاورزی، خشکسالی پدیده ایست دایمی با کمبود قابل توجه آب برای یک گیاه ویژه، در یک منطقه کشاورزی و یا جنگلی خاص که فرآیند زندگی گیاهان را به میزان قابل توجهی محدود می‌نماید، لذا نمی‌توان آن را بدون در نظر گرفتن گیاه تعریف نمود، زیرا گیاهان مختلف نسبت به درجه خاصی از خشکی واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهند.

برنامه احتمال وقوع خشکسالی (Drought Contingency Plan):

اسناد و مدارکی موجود است که قبل از وقوع پدیده خشکسالی و در طول یا بعد از آن نشانگر اقداماتی است که به منظور کاهش تأثیرات و ناهنجاری‌های ناشی از خشکسالی انجام شده است. این اقدامات توسط یک سیستم رفتار سنجی به دفعات انجام می‌گیرد.

اثر خشکسالی (Drought Impact):

در اینجا تأثیر ویژه خشکسالی مطرح می‌باشد. همچنین مردم اغلب به استفاده از واژه تأثیر به جای نتایج و یا عواقب تمایل دارند. این اثرات علایم و نشانه‌های آسیب پذیری را نشان می‌دهد.

ارزیابی تأثیر خشکسالی (Drought Impact Assessment):

فرآیند مشاهده و بررسی کمیت و توزیع تأثیرات خشکسالی.

خشکی (Dryness):

کمبود آب با توجه به وضعیت آب شناسی و هواشناسی در یک منطقه خاص با توجه به وضعیت اجتماعی - اکولوژیکی و زمین شناسی آن منطقه.

کمبود آب مشخصه یک منطقه خاص است و با مقدار متوسط آب در دسترس منطقه سنجیده می‌شود. این کمبود میزان قابل توجهی باروری موجودات زنده و شرایط اجتماعی آنها را کاهش می‌دهد و یا موجب از بین رفتن آنها می‌شود.

خطر (Hazard):

یک اتفاق تهدید کننده (در این مورد یک خشکسالی، کاهش در تامین آب، و یا افزایش تقاضا برای آب) که سبب شده تا مقدار تامین آب برای برآورد نیازها کافی نباشد.

کاهش و تسکین (Mitigation):

اقدامات کوتاه و بلند مدت و خط مشی‌های به کار رفته قبل از وقوع خشکسالی و یا در مراحل اولیه آن به منظور کاهش میزان خطرات احتمالی به مردم، فقر و خطرات پیش آمده برای ظرفیت تولید در منطقه.

آمادگی (Preparedness):

فعالیت‌های پیش از وقوع بلا و مصیبت که برای افزایش سطح آمادگی و یا بهبود توانایی‌های بهره‌برداری در جهت واکنش به شرایط حاد و اضطراری خشکسالی طراحی شده است. آمادگی، یک اقدام تسکین بخش می‌باشد.

واکنش (Response):

اقدامات فوری انجام گرفته برای کاهش تاثیرات مخرب و ترمیم خسارات قبل از خشکسالی، در طول و یا بعد از آن. اقدامات واکنشی بخش مهمی برای ایجاد آمادگی نسبت به خشکسالی می‌باشد. در عین حال این اقدامات باید به عنوان بخشی از راهبرد جامع مقابله با خشکسالی نیز در نظر گرفته شود.

ریسک (Risk):

تأثیرات بالقوه و مضر خشکسالی که ناشی از دفعات و شدت بلا و آسیب پذیری مربوط به آن می‌باشد.

تجزیه و تحلیل ریسک (Risk Analysis):

فرآیند شناسایی و درک مؤلفه‌های مربوطه به ریسک خشکسالی و نیز ارزیابی راهکارهای مختلف به منظور مدیریت ریسک.

مدیریت ریسک (Risk Management):

نقطه مقابل مدیریت بحران، جایی که روش احتیاطی قبل از وقوع خشکسالی به کار گرفته شده است تا تاثیرات خشکسالی کاهش یافته و تصمیمات لازم جهت کاهش خرابیها و ترمیم خسارات در طول دوره خشکسالی به صورت هماهنگ و موثر اتخاذ گردد.

آسیب پذیری (Vulnerability):

ویژگیهای جمعیت، فعالیت‌ها و یا محیط زیستی که در معرض اثرات خشکسالی قرار دارند. میزان آسیب پذیری بستگی به ویژگی‌های اجتماعی و زیست محیطی منطقه داشته و با معیارهایی چون توانایی پیش بینی این پدیده و مقابله با آن، مقاومت و جبران خشکسالی سنجیده می‌شود.

ارزیابی آسیب پذیری (Vulnerability Assessment):

این پارامتر چارچوبی را برای شناسایی و یا پیش بینی علل اصلی تاثیرات مربوط به خشکسالی ارائه می‌کند. خشکسالی ممکن است تنها یک عامل بوده و در کنار آن شرایط نامطلوب زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی مولد آسیب پذیری وجود داشته باشد.

ضمیمه ۲

فهرست شاخص‌ها

در این مجموعه، متداول‌ترین و مشهورترین شاخص‌ها که با کمک آن‌ها، عبارات‌های خشکی و یا خشکسالی را می‌توان به صورت کمی آزمود، ارائه شده است. شایان ذکر است که در بیشتر موارد نه تنها یک شاخص، بلکه لازم است چندین شاخص به صورت هم‌زمان برای تعیین بهتر ویژگی‌های یک رویداد خشکسالی و یا خشکی در یک منطقه خاص مورد استفاده قرار گیرد. میزان بارندگی که در طول مدتی خاص از مقدار معمول چندین ساله تجاوز نماید با شاخص‌های متعددی سنجیده می‌شود. گرچه هیچ یک از شاخص‌های اصلی از نظر تمام ویژگی‌ها، نسبت به شاخص‌های دیگر برتری ندارد، معذالک بعضی شاخص‌ها برای برخی مصارف مناسب‌تر از شاخص‌های دیگر می‌باشند. برای مثال وزارت کشاورزی آمریکا شاخص شدت خشکسالی پالم (PDSI) را برای تعیین زمان یاری رساندن اضطراری جهت مقابله با پدیده خشکسالی به میزان وسیعی مورد استفاده قرار می‌دهد.

شاخص پالم برای اراضی وسیع دارای توپوگرافی همگن، کاربرد بیشتری دارد. ایالات غربی آمریکا با اراضی کوهستانی و آب و هوای پیچیده منطقه‌ای ناشی از آن، دریافته‌اند که کامل کردن اعداد پالم با شاخص‌های دیگری از قبیل شاخص تأمین آب سطحی (SWSI) مناسب‌تر است، زیرا این شاخص میزان برف و شرایط خاص دیگر را نیز در نظر می‌گیرد. مرکز ملی کاهش خسارات حاصل از خشکسالی آمریکا برای کنترل وضعیت رطوبت از شاخص جدیدی تحت عنوان «شاخص بارندگی استاندارد» استفاده می‌کند. ویژگی برجسته این شاخص آن است که ماه‌های خشکسالی در حال فرا رسیدن را مدتها زودتر از شاخص پالم پیش‌بینی می‌کند و در مقیاس‌های زمانی متفاوت قابل محاسبه می‌باشد. البته این لیست به هیچ وجه کامل

نیست، بلکه هدف آن است که این گزارش کامل و بر اساس اطلاعات جدید و نتایج تحقیقات جاری و کارهای توسعه‌ای در کشورهای مختلف عرضه شود.

شاخص شدت خشکسالی پالم (PDSI)

این شاخص یک الگوریتم رطوبت خاک می‌باشد که برای مناطق نسبتاً همگن کالیبره شده است. این پارامتر یک شاخص هواشناسی است و به شرایط آب و هوایی که به طور غیرعادی خشک‌تر و یا مرطوب‌تر از شرایط نرمال هستند واکنش نشان می‌دهد. این الگوریتم برای اندازه‌گیری میزان تغییرات رطوبت و بر اساس مفهوم عرضه و تقاضای معادله بیلان آب تهیه شده و به غیر از پارامتر کمبود بارندگی در نقاط مختلف موارد دیگری را نیز در محاسبات خود در نظر می‌گیرد (پالم ۱۹۶۵).

هدف این شاخص تعیین وضعیت رطوبتی نسبت به شرایط استاندارد است به گونه‌ای که با کاربرد آن بتوان شرایط حاکم بر مناطق مختلف و ماه‌های مختلف را مورد مقایسه قرار داد. هرگاه شرایط از خشک به نرمال و یا مرطوب تغییر پیدا کند، مدت اندازه‌گیری شده به وسیله شاخص شدت خشکسالی پالم، بدون در نظر گرفتن جریان آب حاصل از برف، سطوح آب دریاچه‌ها و مخازن سدها و سایر عوامل بلند مدت هیدرولوژیکی دیگر خاتمه پیدا می‌کند.

شاخص مذکور بر اساس بارندگی، آمار درجه حرارت و میزان آب در دسترس خاک (AWC) محل محاسبه می‌شود. با استفاده از این داده‌ها، تمام عوامل اساسی معادله موازنه آب از قبیل تبخیر و تعرق، تخلیه آب خاک، رواناب و از دست رفتن آب از لایه سطحی خاک قابل تعیین است. البته تاثیر انسان بر موازنه آب مانند آبیاری در آن لحاظ نشده است. شرح کامل معادله را می‌توان در نسخه اصلی نشریه یافت.

شاخص پالم بین ۶- و ۶+ متغیر است. این شاخص بر اساس آمار ماهانه محاسبه شده، اما برای بخش‌های مختلف آب و هوایی آمریکا در طول فصل کشت ارقام هفتگی محاسبه و در هفته نامه گیاه و اقلیم قابل دسترسی است. طبقه بندی ارقام شاخص شدت خشکسالی پالم برای دوره‌های خشک و مرطوب به ترتیب زیر است:

۴ یا بیشتر	فوق العاده مرطوب
۳ تا ۳/۹۹	خیلی مرطوب
۲ تا ۲/۹۹	نسبتاً مرطوب
۱ تا ۱/۹۹	کمی مرطوب
۰/۵ تا ۰/۹۹	رطوبت خیلی کم
۰/۴۹ تا -۰/۴۹	نزدیک به نرمال
-۰/۵ تا -۰/۹۹	خشکسالی خیلی کم
-۱ تا -۱/۹۹	خشکسالی ملایم
-۲ تا -۲/۹۹	خشکسالی متوسط
-۳ تا -۳/۹۹	خشکسالی شدید
-۴ تا کمتر	خشکسالی فوق العاده شدید

شاخص پالمر بسیار متداول است زیرا: (۱) وضعیت غیر عادی هوای یک منطقه را در زمان جاری سنجیده و در اختیار تصمیم گیرندگان قرار می دهد. (۲) فرصتی را برای قرار دادن شرایط جاری در مسیر تاریخچه آن ایجاد می نماید. (۳) وضعیت مکانی - دمایی خشکسالی‌هایی را که در گذشته به وقوع پیوسته مشخص می کند. معهدنا در استفاده از این شاخص محدودیت‌های قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. به عنوان مثال ممکن است خشکسالی‌ها با چند ماه تاخیر نشان داده شوند و برای اراضی کوهستانی و یا اراضی با آب و هوای کاملاً متغیر چندان مناسب نباشد. این معیار دارای پیچیدگی خاصی بوده و در برگیرنده مقیاس زمانی نامعین و درون ساختی است که می تواند گمراه کننده باشد. ارزیابی مشروح این شاخص توسط (الی^۱ ۱۹۸۴) و دیگران نیز ارائه شده است.

شاخص رطوبت گیاه (CMI) (Crop Moisture Index)

شاخص رطوبت گیاه برای کنترل شرایط هفته به هفته گیاه با کمک شیوه‌های هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص در سال ۱۹۶۸ به وسیله پالمر و براساس فرآیند محاسبات شاخص شدت خشکسالی پالمر (PDSI) بسط و توسعه

یافت، در حالی که شاخص شدت خشکسالی پالمر برای کنترل و نظارت بر دوره‌های طولانی مدت خشک و مرطوب هواشناسی بکار می‌رود. شاخص رطوبت گیاه برای ارزیابی شرایط کوتاه مدت رطوبت در بین مناطق عمده زراعی طراحی شده است. این شاخص براساس متوسط درجه حرارت و کل بارندگی در هر هفته در یک بخش آب و هوایی (در آمریکا) استوار است. این شاخص به سرعت به شرایط متغیر واکنش نشان داده و دارای وزن زمانی و مکانی است به گونه‌ای که بتوان از نقشه‌هایی که معمولاً شاخص رطوبت گیاه (CMI) را به صورت هفتگی در سرتاسر کشور نشان می‌دهند، استفاده نمود و شرایط رطوبتی در مناطق مختلف را مورد مقایسه قرار داد. شاخص رطوبت گیاه ابزار مناسبی برای نظارت بلند مدت بر خشکسالی محسوب نمی‌شود زیرا به گونه‌ای طراحی شده که رطوبت کوتاه مدت را که بر گیاه در حال رشد تاثیرگذار است کنترل نماید. ویژگی دیگری که استفاده از شاخص رطوبت گیاه را محدود می‌کند آن است که این شاخص در شروع و پایان فصل رویش تقریباً برابر صفر است، لذا نمی‌تواند برای کنترل شرایط رطوبت خارج از فصل رشد به خصوص در خشکسالی‌هایی که به مدت چند سال به طول می‌انجامد مورد استفاده قرار گیرد. شاخص رطوبت گیاه ممکن است در طول جوانه زدن بذر و در آغاز فصل رویش یک گیاه خاص نیز قابل استفاده نباشد.

شاخص تأمین آب سطحی (SWSI) (Surface Water Supply Index)

این شاخص در سال ۱۹۸۲ توسط شافر و دزمن^۱ به منظور تکمیل فهرست پالمر برای شرایط رطوبتی اراضی ایالت کلرادو^۲ تهیه شد. این پارامتر به عنوان شاخصی برای شرایط آبهای سطحی طراحی شده و از آنجا که مقدار برف کوهستان‌ها در آن مؤلفه مهمی به حساب می‌آید به عنوان «شاخص وابسته به آب کوهستان» توصیف شده است. در شاخص تأمین آب سطحی (SWSI) چهار داده مورد نیاز است. این

1 - shafer and Dezman

2 - Clorado

داده‌ها عبارتند از: حجم توده برف، مقدار جریان رودخانه، مقدار بارندگی و مقادیر ذخیره مخزن. چون شاخص مصرف آبهای سطحی تابع فصل است لذا تنها با پارامترهایی چون: توده برف، بارندگی و ذخیره مخزن زمستانه محاسبه می‌شود. در طول ماه‌های تابستان، جریان رودخانه جای توده برف را به عنوان مولفه‌ای در معادله SWSI می‌گیرد.

روش تعیین شاخص تأمین آب سطحی برای یک حوضه خاص به ترتیب زیر است: ابتدا آمار و اطلاعات ماهانه برای تمام ایستگاه‌های باران سنجی، سدهای مخزنی و ایستگاه‌های اندازه‌گیری جریان رودخانه‌ها و یا توده برف در سراسر حوضه گردآوری و جمع‌بندی می‌شود. این اطلاعات با استفاده از آنالیز تعداد دفعات از مجموعه آمار و اطلاعات بلند مدت به حالت طبیعی در می‌آید.

سپس احتمال عدم وقوع هر کمیت - یعنی احتمال این که مجموعه کمیت‌ها بزرگتر از کمیت جاری نبوده - برای هر یک از مؤلفه‌ها و براساس آنالیز فرکانس تعیین می‌گردد. این امر مقایسه احتمالات وقوع هر یک از مؤلفه‌ها را امکان پذیر می‌سازد. به هر مؤلفه، بسته به تاثیر آن بر مقدار آب سطحی در درون حوضه، وزنی نسبت داده شده و سپس مولفه‌های دارای وزن، جمع زده می‌شوند تا شاخص تأمین آب سطحی که معرف کل حوضه می‌باشد تعیین گردد. عدد معرف شاخص تأمین آب سطحی حول و حوش صفر بوده و دارای محدوده‌ای بین $4/2 - 4/2 +$ می‌باشد.

شاخص تأمین آب سطحی، همراه با شاخص پالمر برای فعال و غیرفعال کردن برنامه خشکسالی کلرادو مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از مزایای این شاخص محاسبه آسان آن است و به علاوه وسیله مناسبی برای اندازه‌گیری منابع آب سطحی در سطح ایالت بشمار می‌رود. با وجود این، چند ویژگی شاخص، کاربرد آن را محدود می‌نماید. از آنجایی که محاسبه شاخص تأمین آب سطحی برای هر حوضه و یا منطقه منحصر به فرد است، مقایسه شاخص بین حوضه‌ها و مناطق دشوار می‌باشد. هر تغییر و یا عدم پیوستگی در اندازه‌گیری یک ایستگاه و یا مدیریت آب در حوضه، از قبیل جریان‌های انحراف یافته یا سدهای مخزنی جدید، بدان معناست که الگوریتم کامل

شاخص تأمین آب سطحی برای آن حوضه باید از نو تهیه شده و تناوب جدید توزیع و یا تغییر در وزن هر مؤلفه مد نظر قرار گیرد.

رویدادهای شدید و حاد چنانچه فراسوی سری‌های زمانی باشد مشکل ساز بوده و لازم است این شاخص مجدداً برای ملحوظ کردن این رویدادها در یک فاصله زمانی ارزیابی گردد.

شاخص بارندگی استاندارد (SPI) (Standard Precipitation Index)

این شاخص بر اساس احتمال بارندگی در هر مقیاس زمانی استوار است. این شاخص در سال ۱۹۹۳ به وسیله مک‌کی^۱ و همکاران تهیه گردید تا میزان کمبود بارندگی در مقیاس‌های زمانی چند گامی تعیین شود. مقیاس‌های زمانی تاثیر خشکسالی را بر قابلیت دسترسی به منابع مختلف آب منعکس می‌سازد. شرایط رطوبتی خاک به بارندگی‌های غیرمتعارف در یک مقیاس زمانی نسبتاً کوتاه واکنش نشان می‌دهد، در حالی که آب زیرزمینی، جریان رودخانه‌ها و سدهای مخزنی، غیر متعارف بودن بارندگی را در دراز مدت منعکس می‌کنند. به همین دلیل شاخص بارندگی استاندارد در اصل برای مقیاس‌های زمانی ۲، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماه محاسبه شده است.

محاسبه شاخص بارندگی استاندارد برای هر محل بر اساس آمار بارندگی دراز مدت برای یک مدت دلخواه استوار است. این آمار دراز مدت به یکی از توزیع‌های احتمالی برازش داده شده سپس به توزیع نرمال تبدیل می‌گردد تا متوسط شاخص بارندگی استاندارد برای محل و مدت مورد نظر صفر شود. ارقام مثبت شاخص بارندگی استاندارد نشانگر بارندگی بیشتر از حد متوسط است، حال آنکه اعداد منفی بیانگر بارندگی کمتر از حد میانگین می‌باشد. آب و هوای خشک تر و مرطوب ترمی‌تواند به همان شیوه به نمایش در آید و دوره‌های مرطوب نیز می‌تواند با استفاده از این شاخص کنترل شود.

طبقه بندی ارقام شاخص بارندگی استاندارد به شرح زیر است :

۲ و بیشتر	فوق العاده مرطوب
۱/۵ تا ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۴۹	نسبتاً مرطوب
۰/۹۹ - تا ۰/۹۹	تقریباً طبیعی
۱ - تا ۱/۴۹ -	نسبتاً خشک
۱/۵ - تا ۱/۹۹ -	به شدت خشک
۲ - و کمتر	فوق العاده خشک

هر وقت که شاخص بارندگی استاندارد به طور مداوم منفی شود و به شدتی برسد که این شاخص ۱- یا کمتر باشد، خشکسالی اتفاق می افتد. هر وقت شاخص بارندگی استاندارد مثبت شود، خشکسالی پایان می پذیرد. بنابراین دوره هر خشکسالی بر حسب آغاز، پایان و شدت در هر ماهی که تداوم داشته تعریف می شود. مقادیر تجمعی خشکسالی نیز می تواند شدت خشکسالی را نشان دهد که مقدار آن برابر حاصل جمع مثبت شاخص بارندگی استاندارد برای تمام ماههای رویداد خشکسالی می باشد.

از مزایای این شاخص آن است که می تواند برای مقیاس های متفاوت زمانی محاسبه شده و قادر است قبل از خشکسالی وقوع آن را هشدار داده و شدت خشکسالی را ارزیابی نماید. شاخص بارندگی استاندارد نسبت به شاخص پالمر پیچیدگی کمتری دارد. از معایب این شاخص آن است که مقدار محاسبه شده ممکن است بر اساس آمار و اطلاعات اولیه تغییر کند.

شاخص خشکسالی USBR (Reclamation Drought Index) (RDI)

این شاخص اخیراً توسط دفتر عمران اراضی آمریکا (USBR) تهیه شده و به عنوان ابزاری جهت توصیف شدت و دوام خشکسالی و پیش بینی آغاز و پایان آن مورد استفاده قرار می گیرد. این شاخص نیز همانند شاخص تأمین آب سطحی، در سطح حوضه رودخانه محاسبه شده و در محاسبه آن از میزان بارندگی، توده برف، روان آب و سطوح مخازن استفاده می شود. تفاوت شاخص خشکسالی USBR با شاخص تأمین آب سطحی، در وارد نمودن مؤلفه تقاضا و مدت بر مبنای درجه حرارت

می باشد. شاخص خشکسالی USBR برای هر منطقه ای قابلیت کاربرد داشته و نقطه قوت آن قابلیت در نظر گرفتن هر دو پارامتر اقلیم و تأمین آب در شاخص است. ارقام شاخص خشکسالی USBR و طبقه بندی شدت آن به شرح زیر است :

خشکسالی	طبقه بندی	رطوبت (خیسی)
۰ تا ۱/۵ -	عادی تا ملایم	۰ تا ۱/۵
۱/۵ - تا ۴ -	متوسط	۱/۵ تا ۴
کمتر از ۴ -	شدید	بیش از ۴

مزیت شاخص خشکسالی (USBR) آن است که با دخالت دادن مؤلفه درجه حرارت، تبخیر را نیز مد نظر قرار می دهد. بر عکس از آنجا که این شاخص مختص حوضه یک رودخانه می باشد، از نظر کاربرد در مقایسه های بین حوضه ای دارای محدودیت است.

شاخص خشکی پالفی^۱ (PAI)

این شاخص در سال ۱۹۸۴ به وسیله پالفی و عمدتاً برای استفاده در حوضه های آبریز مجارستان و کارپتین و به منظور مشخص کردن شدت وضعیت خشکی در یک منطقه بوسیله عدد یک رقمی به دست آمده از چند پارامتر هیدرولوژی و هواشناسی طراحی شده است. در فرمول اصلی برای محاسبه شاخص خشکی (PAI)، متوسط درجه حرارت هوا از ماه آوریل تا اوت (بر حسب سانتیگراد) بر عمق بارندگی که حاصل جمع ارقام وزنی ماهانه در ماههای اکتبر و اوت (بر حسب میلیمتر) می باشد تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب میشود. وزن های ماهانه ارقام بارندگی بر اساس شرایط نگهداری رطوبت و تغییر در نیاز آبی محصولات تعیین می گردد. برآورد فاکتورهای وزنی (با توجه به شرایط طبیعی حوضه کارپتین) به شرح زیر است:

1 - Palfai Aridity Index

در اکتبر	۰/۸
در نوامبر	۰/۴
از دسامبر تا آوریل	۰/۵
در می	۰/۸
در ژوئن	۱/۲
در جولای	۱/۶
در اوت	۰/۹

بدیهی است که ماه جولای (تیرومرداد) حادثترین دوره از نظر تأمین آب به شمار می آید. برای بدست آوردن دقیق ترین فرمول خشکی، رقم پایه PAI باید به وسیله فاکتورهای زیر اصلاح شود.

- پارامتر تصحیح درجه حرارت (روزهای خیلی گرم) (Kt)

این پارامتر با استفاده از تعداد روزهای خیلی گرم ($T_{max} = 30\text{ C}$) در طول دوره از ژوئن تا اوت و متوسط چند ساله در سطح کشور بدست می آید. (به طور مثال این رقم در مجارستان ۱۶ روز می باشد).

- فاکتور تصحیح بارندگی (Kp)

این پارامتر با استفاده از طولانی ترین دوره، با بارندگی بسیار کم (اگر جمع بارندگی در چند روز پشت سر هم از حداکثر ۵ تا ۶ میلیمتر تجاوز نکند) بین اواسط ژوئن تا اواسط اوت و متوسط چندین ساله کشور بدست می آید (در مجارستان این عدد ۲۰ روز است).

- فاکتور آب زیرزمینی (Kgw)

این فاکتور با استفاده از عمق متوسط سفره آب زیر زمینی از ماه نوامبر تا اوت (بر حسب متر) و متوسط چند ساله آن در منطقه مورد نظر محاسبه و بدست می آید. استفاده از فاکتور تصحیح برای اراضی مسطح (دشتها) دارای اهمیت است. عملاً بهتر است آمار و اطلاعات ۲ یا ۳ مورد از نزدیکترین جاهای مشاهده ای موجود در اطراف ایستگاه هواشناسی و یا نقطه مشاهده آمار و اطلاعات دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

مقدار شاخص خشکی پالی (PAI) با استفاده از اطلاعات پایه و فاکتورهای تصحیح به شرح زیر محاسبه می شود:

$$PAI = K_t \cdot K_p \cdot K_{gw} \cdot PAI_0$$

فاکتورهای تصحیح همانهایی است که در بالا بیان شده اند. شرح تفصیلی این شاخص در نشریه ای که در سال ۱۹۹۵ توسط پالی و همکاران تهیه شده ارایه گردیده است. طبق تجارب مجارستانی ها، عدد آستانه شاخص خشکی پالی برابر با $PAI = 6$ است. در یک محل خاص ارقام کوچکتر برای سالهای مرطوب می باشد، در حالی که ارقام بزرگتر سطوح متفاوت شدت خشکی را نشان می دهند. این سطوح را می توان به شرح زیر طبقه بندی کرد:

خشکی معتدل	8	6	PAI =
خشکی متوسط	10	8	
خشکی شدید	12	10	
خشکی فوق العاده شدید	> 12		

این شاخص می تواند برای مقایسه شرایط مرطوب و خشک در دوره ها و اراضی متفاوت مورد استفاده قرار گیرد و علاوه بر این چنانچه محاسبه ارقام PAI به طور مستمر انجام شود برای بعضی از مقاصد که نیاز به پیش بینی دارند بسیار مناسب می باشد. بهتر آن است که این شاخص به منظور بهتر مشخص شدن وضعیت خشکسالی، همراه با پتانسیل آبی-زراعی یک منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

پتانسیل آبی-زراعی (AHP)

این شاخص با استفاده از نسبت مصرف آب مؤثر (V_r) به نیاز آبی (V_i) توانایی یک منطقه خاص برای تولید گونه گیاهی معین را مشخص می سازد. به بیان دیگر، پتانسیل آبی-زراعی، به معنی نسبت تبخیر و تعرق واقعی گیاه (ET_a) تقسیم بر تبخیر و تعرق حداکثر (ET_{max}) آن گیاه می باشد. طبق نظر پتراسویتس در سال ۱۹۹۴، این شاخص نشانگر آن است که یک زمین خاص چه اندازه و تا چه مدت قادر به تأمین نیاز آبی گونه گیاهی خاص می باشد. هم چنین این معیار می تواند برای بیان وقوع خشکسالی و سطوح مختلف کمبود آب مفید واقع شود. توصیف مشروح این شاخص را می توان در نشریه تهیه شده توسط پالی و همکاران (۱۹۹۵) مطالعه کرد.

مقادیر عددی AHP بین صفر و یک می باشد. بر طبق بررسی‌های به عمل آمده در کشور مجارستان اگر $AHP = 0.8 - 1$ باشد، کمبود آب گونه گیاهی صرفاً نظری است، زیرا تأمین آب گیاهان به صورت پیوسته بوده و محدود نیست. اگر $AHP = 0.5 - 0.8$ باشد، قابلیت تأمین نیاز آبی رضایت بخش است، لیکن به تدریج محدودتر می شود. اگر $AHP = 0.3 - 0.5$ باشد، کمبود آب افزایش یافته و مصرف آب گیاهان نوبتی و محدود می‌گردد، بنابراین تنش آبی توسعه پیدا می کند. اگر AHP کمتر یا مساوی 0.3 باشد، کمبود آب حاد شده و زندگی گیاهان به مخاطره می‌افتد و عملکرد محصول رو به کاهش می‌گذارد. اگر این وضعیت به درازا انجامد مرگ گیاه را در پی خواهد داشت. برای بیان شدت خشکسالی، تعیین روزهای حاد کمبود آب به خصوص روزهایی که اعداد AHP از 0.5 کمتر است (یعنی مصرف آب گیاه کمتر از 50% درصد آب مورد نیازش است) خوب و مناسب به نظر می‌رسد. وضعیت حاد کمبود آب بدان معناست که به خاطر آن ضایعاتی در بخش سبزینه و یا محصول وارد شده و عملکرد محصول به طور مستمر کاهش می‌یابد. هر چه تعداد روزهای حاد کمبود آب بیشتر باشد، شدت خشکسالی گیاه و یا مناطق تحت کشت بیشتر است.

با کمک این روش امکان، تشخیص خشکسالی یک منطقه خاص کشاورزی وجود داشته و با کمک آمار و اطلاعات می‌توان تناوب خشکسالی، سطح حساسیت خشکسالی انواع محصولات و اراضی تحت کشت را محاسبه کرد. این محاسبات می‌تواند اساس تعیین راهبرد مقابله با خشکسالی باشد.

ارتباط بین ارقام پتانسیل آبی-زراعی و پتانسیل عملکرد کشت را می‌توان برای هر قطعه از اراضی کشاورزی و یا کشت محاسبه کرد و به وسیله نتایج آن قدرت ناشی از تاثیر خشکسالی را بیان نمود.

ضمیمه ۳

عملیات کاهش خطرات بالقوه

در این قسمت با استفاده از نتایج دو بررسی انجام شده در آمریکا خلاصه‌ای از اقدامات ضروری مقابله با خشکسالی ارائه می‌گردد. بخشی از این بررسی توسط اداره حفاظت منابع طبیعی و بخشی دیگر به وسیله مرکز مقابله با خشکسالی انجام شده است. در این بررسی‌ها ممکن است نظرات متعددی در بیش از یک طبقه بندی بگنجد، اما هر کدام تنها یکبار ذکر می‌شود.

لازم به ذکر است این عملیات یا فعالیت‌ها الزاماً توصیه و رهنمود نیستند و تمام نقطه نظرها برای همه شرایط صدق نمی‌کنند. بعضی از نقطه نظرها به جای مقابله دراز مدت و یا مدیریت خطر (ریسک)، بیشتر در قلمرو واکنش اضطراری کوتاه مدت و یا مدیریت بحران می‌باشند. برخی از آنها نیز به طور غیر مستقیم در جلوگیری از خشکسالی مؤثر هستند. چنانچه واکنش اضطراری با اقدامات مناسب مقابله با خشکسالی توأم شود یک مؤلفه مهم برای برنامه ریزی خشکسالی به حساب خواهد آمد.

این لیست به هیچ وجه کامل نیست لذا به منظور پیش‌گیری و اقدامات کاهش خطرات بالقوه خشکسالی به بررسی‌های ملی و بین‌المللی جاری و انجام کارهای تحقیقاتی و نقطه نظرهای بیشتری احتیاج است.

ارزیابی

- توسعه و بسط معیارها برای اقدامات مرتبط با خشکسالی.
- توسعه سیستم‌های هشدار زودرس (سریع).
- تهیه اطلاعات مربوط به لیست بانک‌های آب برای یافتن منابع جدید جهت مناطق مبتلا به پدیده خشکسالی
- ارزیابی کیفیت و کمیت منابع جدید آب
- ارزیابی استفاده از آب زیرزمینی

- ایجاد شبکه های جمع آوری آمار و اطلاعات جدید
- بررسی تمایل عمومی برای پرداخت بهای بیشتر جهت دسترسی به منابع آب قابل اعتماد
- مطالعه اثر بخشی اقدامات صرفه جویی
- نظارت بر منابع عمومی آب آسیب پذیر
- دقت در برآورد رواناب فصلی و پیش بینی منابع آب جدید
- ایجاد فرایندهای هشدار دهنده بررسی مسایل کیفیت آب
- بررسی دادوستد و سیاست گذاری مرتبط با تنوع کشت
- ارزیابی ظرفیتهای مقابله با خسارات ناشی از خشکسالی از قبیل درآمدها، سرمایه ها، انعطاف پذیری اعتبارات و فرآیندهای تصمیم گیری، سیستم یارانه، وام و قابلیت کاربرد برنامه های رفاهی و تاثیر برنامه ها و سیاست های دولت.
- انجام بررسی های عمومی در مورد محیط زیست، اقتصاد و باورهای فرهنگی برای تنظیم خط مشی مناسب.
- بررسی تاثیرات خشکسالی بر گروههای مختلف از قبیل مشاغل، گروه های اقتصادی - اجتماعی، قومیت، سن، جنسیت، و ارشدیت، به منظور انتخاب گروه های مسئول
- فهرست بندی و رفتار سنجی منابع طبیعی در داخل مناطق مربوطه.
- راهبری تحقیقات بیشتر در مورد روابط بین خشکسالی و آتش سوزی
- ارزیابی استفاده از مزارع و مراتع با تولید اندک

قانون گذاری و خط مشی عمومی

- تهیه مقالات منطقه ای برای قانون گذاری در رابطه با مسائل و خط مشی های عمومی.
- بررسی شرایط حاکم بر حقوق آب برای انجام اصلاحات احتمالی در طول مدت کمبود آب
- تاسیس بانک آب در سطح کشور یا ایالت.
- تصویب قوانین برای حفاظت از جریان های داخلی.

- تصویب قوانین برای تامین وام های تضمینی کم بهره به کشاورزان.
- در نظر گرفتن محدودیتهای توسعه شهری.
- تقویت برنامه آب در سطح کشور و ایالت.
- تصویب قوانین برای ملزم کردن سازمان های آب جهت توسعه برنامه های هماهنگ.
- تنفیذ قوانین برای تسهیل چرخه آب.
- برقراری استانداردهایی برای استفاده مطمئن از فاضلاب تصفیه شده مناطق مسکونی.
- ارایه رهنمود به سازمان های تصمیم گیرنده در رابطه با زندگی وحوش در شرایط خشکسالی در دفاتر محلی سازمان های ملی و ایالتی.

حفاظت آب و کاهش تقاضا

- ایجاد انگیزه های اقتصادی نیرومندتر برای سرمایه گذاری بخش خصوصی در امر حفاظت آب.
- تشویق حفاظت داوطلبانه آب.
- ملزم کردن مصرف کنندگان به کاهش وابستگی به آب زیر زمینی و اجرای اقدامات حفاظتی.
- بهبود مصرف آب و راندمان انتقال.
- استفاده از کنتور آب و برنامه های تشخیص نشت و آب چکیدی.
- حمایت از توسعه منطقه ای برنامه های حفاظت آب.
- بهبود برنامه ریزی آبیاری.
- کاهش آب مصرفی با تغییر نوع سیستم مصرف و یا استفاده از کنتور و سایر وسایل اندازه گیری آب.
- تاکید بر استفاده تلفیقی از آب های سطحی و زیر زمینی.

اقدامات صرفه جویی آب در مناطق شهری

تغییر ساختار نرخ ارزش آب به منظور تاثیر گذاری بر مصرف آب مشتریان از قبیل :

- تغییر از نرخ های متغیر به نرخ های یکنواخت.
- تغییر از نرخ های یکنواخت به نرخ های فزاینده.
- افزایش نرخ در طول ماههای تابستان.
- تغییر نرخ در شرایط افراط در مصرف آب در زمان کمبود.

اصلاح سیستم لوله کشی شامل :

- توزیع کیت های صرفه جویی آب مانند جایگزینی سردوشی ها و دستگاه های خودکار کاهش جریان.
- تغییر استانداردهای لوله کشی.
- ملزم کردن و یا پیشنهاد تخفیف در آب بها برای ترغیب استفاده از سیستم های با جریان کم در شیرهای دستشویی ، حمام و توالت.

کاهش تلفات سیستم آب شامل :

- استفاده از تیم های بررسی کننده نشت آب همراه با مامورانی برای تعمیر و یا تعویض قطعات به منظور کاهش تلفات سیستم.
- کنترل مصرف آب حساب نشده.
- انجام کنترل های درون و بیرون ساختمان ها.
- جایگزینی کنتورهای جدید با قدیمی.
- شستشوی فیلترها از طریق جریان معکوس آب.
- تغذیه سفره های آب زیر زمینی.
- کاهش مصرف آب در فضاهای آزاد از جمله :
 - محدودیت آبیاری چمنزارها و فضاهای سبز.
 - ایجاد باغ های نمونه (نمایشی).
 - انتشار نشریات استفاده بهینه از آب.
 - استفاده از آب غیر قابل شرب برای آبیاری.
 - اجرای محدودیت های اجباری بر مصرف آب در طول دوره کمبود.

- آموزش عمومی مردم و دانش آموزان مدارس برای صرفه جویی در آب ، از جمله تاکید خاص در دوران کمبود آب.
- نصب کنتور در تمام مکان هایی که آب به فروش می رسد و جایگزین تدریجی کنتور نو به جای کنتورهای فرسوده و معیوب.

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 علفهای هرز.
- استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار (همچون بارانی و قطره ای).
- برنامه ریزی آبیاری محصولات بر حسب نیاز.
- رفتار سنجی رطوبت خاک.
- 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 پسابهای تصفیه شده برای آبیاری.
- استفاده از لوله های زیرزمینی (مدفون، کم فشار).
- کشت گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی 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.
- تامین سرمایه گذاری برای پروژه های بازیافت آب.
- اجرای مدیریت کیفیت آب و استفاده مجدد از پسابها.
- استفاده از مخازن ذخیره آب جهت (بانک) تامین آب.
- استفاده از مفاهیم بانکداری آب زیر زمینی برای تخصیص و ذخیره آب اضافی ، آب بی مصرف و یا آب احیاء شده.
- تاسیس بانک های آب برای فروش، انتقال و یا مبادله داوطلبانه آب.
- تاسیس بانک های آب و هماهنگ شدن با برنامه های استفاده بهینه از اراضی زراعی.
- مجاز دانستن موقت عرضه آب به خارج از اراضی تحت سرویس و یا برای استفاده در طرحهای غیر مجاز، چنانچه آب کافی در دسترس بوده و رضایت مصرف کنندگان مجاز آب رعایت شده باشد.
- استفاده موقت از تاسیسات طرح برای ذخیره و توزیع آب های خارج از محدوده طرح.
- انجام اقدامات سازه ای کوچک برای تامین منابع موقتی آب با استفاده از ذخیره غیر فعال و مرده منابع آب زیرزمینی.

توسعه اقتصادی

- تامین انگیزه برای تنوع بخشیدن به کشاورزی و بازرگانی.

- توسعه صنعت خارج از محدوده کشت به منظور متنوع کردن راهکارهای کسب درآمد.
- تسریع جریان اطلاعات بین بانکداران ، کشاورزان ، سازمانهای دولتی و بازرگانی.

تعلیم و تربیت عمومی و مشارکت

- تأسیس یک کمیته مشورتی عمومی.
- منظور کردن شرکت عموم در برنامه ریزی مقابله با خشکسالی.
- برقراری جلسه های اطلاع رسانی مقابله با خشکسالی 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 خشکسالی.
- ایجاد کارگاه ها برای موضوعات خاص مربوط به خشکسالی.
- تهیه نمونه ای از دستورالعمل هایی که می توان برای ذخیره آب در نظر گرفت.
- ایجاد مرکز اطلاعات خشکسالی.
- به نمایش درآوردن فن آوری تصفیه در مراکز تجمع بازدیدکنندگان.
- دخالت دادن رسانه ها در برنامه ریزی مقابله با خشکسالی.
- کمک به کشاورزان برای حضور در کلاس های مدیریت مزرعه.
- تهیه مواد آموزشی به چند زبان و برای گروه های مختلف مردم.
- تهیه برنامه های آموزشی از دیدگاه های متفاوت فرهنگی در رابطه با منابع آب.
- مشاوره با شرکت های بازاریابی به منظور دسترسی به راهکارهایی برای جلب توجه عموم.
- دعوت عموم مردم و متخصصان اطلاعات عمومی برای همکاری.

سلامتی و تغذیه

- ایجاد مراکز مشاوره رفع بحران به خصوص در مناطق روستایی.
- برقراری برنامه های یارانه غذایی برای افراد متأثر از خشکسالی.

- ایجاد پناهگاه‌هایی در شرایط سخت برای دام‌ها و حیوانات اهلی.
- ایجاد کارگاه‌های مقابله با مدیریت تنش و راهبردهای تغذیه اساسی.
- برقراری یک رشته عملیات به منظور جمع‌آوری اطلاعات عمومی در رابطه با خطرات حاصله از خشکسالی بر روی سلامتی نظیر: گرم‌زدگی، کاهش مقدار جریان، خطر آتش‌سوزی، کاهش کیفیت آب، افزایش فرسایش بادی و غیره.

مشارکت و دخالت رسانه‌ها

- انتخاب نمایندگان رسمی برای تماس با رسانه‌ها.
- تهیه فهرستی از مسئولینی که در رابطه با خشکسالی کار می‌کنند.
- منظور نمودن فعالیت‌های آموزشی و تربیتی برای نمایندگان رسانه‌ها.
- تدوین گزارش‌هایی در رابطه با این پدیده برای رسانه‌ها.
- دخالت دادن کارکنان رسانه‌ها در برنامه ریزی مقابله با خشکسالی.
- در اختیار قرار دادن تازه‌ترین برنامه‌های مربوط به مقابله با خشکسالی به رسانه‌ها.

حل و فصل اختلافات

- اختلافات ناشی از استفاده آب را حل و فصل کنید.
- شکایت‌های مربوط به تداخل چاه‌های آبیاری و چاه‌های خانگی را بررسی کنید.
- با آبیاری‌ها مذاکره کنید و با رضایت آنان محدودیت‌هایی را برای آبیاری اراضی که ممکن است چاه‌های خانگی را تحت تاثیر قرار دهند اعمال نمایید.
- قوانین کشوری و ایالتی در زمینه فروش آب را روشن و تصریح نمایید.
- قوانین کشوری و ایالتی را در زمینه تغییرات حقوق آب روشن کنید.
- در حوضه‌های آبریزی که سطح آب زیرزمینی پایین است، جوازهای استفاده از آب را به حالت تعلیق در آورید.

- با سازمان‌های اجتماعی که عموم مردم را در برنامه‌های حفاظت آب دخالت می‌دهند همکاری کنید.
- ارتباط بین عموم مردم، سیاست‌گذاران، دانشمندان و رسانه‌های گروهی را برقرار کنید.

برنامه‌های احتمال وقوع خشکسالی

- راهکار تخصیص اضطراری آب را برای اجراء در زمان خشکسالی‌های حاد در نظر بگیرید.
- به تامین‌کنندگان آب توصیه کنید تا برای خشکسالی برنامه‌های خاص طرح ریزی کنند.
- سناریوهایی را برای بدترین شرایط خشکسالی به منظور اقدام‌های احتمالی دیگر ارزیابی کنید.
- شورای مقابله با خطرات طبیعی را برقرار سازید.
- کمیته مشاوره عمومی را راه‌اندازی کنید.

کمک‌های فنی - تخصصی

- استفاده بهینه از منابع بالقوه آب را توصیه کنید.
- برای کارکنان منابع طبیعی آموزش بیشتری در نظر بگیرید.
- ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم‌های منابع موجود را به‌تامین‌کنندگان آب توصیه کنید.
- اقدامات عملی حفاظت آب را توصیه نمایید.
- به سازمان‌های آب برای تهیه برنامه مقابله با خشکسالی یاری رسانید.
- مرکز اطلاعات خشکسالی را سازماندهی کرده و آمار و اطلاعات اقلیمی مربوط به زمان وقوع این پدیده را منتشر کنید.

References:

1- Chingalata, P. J. Bartha I. Cojocararu G. Tsakiris (1997): *Assessing environmental, economic and social impact of drought Athens Manuscript pp 1 47.*

2- Dragovic, S. (1997): *Drought occurrence and drought analysis in Yugoslavia Novi Sad Manuscript pp 1 15.*

3- Hess, T. (1997): *Farmer support in areas of water scarcity and drought Thematic report Proceedings of the Internet. ICID Workshop on Sustainable Irrigation in Areas of Water Scarcity and Drought (Eds: J.M. de Jager, L.P. Vermes, R. Ragab) Oxford, England, 11 12 September PP 162 165.*

4- Jovanovic, O. - T. Popovic (1997): *Drought period duration on the territory of FR Yugoslavia Drought and Plant Production Beograd PP 117 122.*

5- Knutson, C. M. Hayes T. Phillips (1998): *How to reduce drought risk. Western Drought Coordination Council, Colorado, USA pp 1-10.*

6- Marjanov, M. (1973): *Period from pre-history to World War II pp 5-14.*

7- Nemes, Cs. (1990): *Drought in Hungary Identifying and Coping with Extreme Meteorological Events Symposium NCAR, Boulder, USA.*

8- Nemes, Cs. (Ed. 1994): *Natural Disasters in Hungary IDNDR Hungarian Commission on Sustainable Development, Budapest.*

- در رابطه با زمینه موضوع های مختلف مرتبط با خشکسالی و حفظ محصول در طول خشکسالی و نیز در زمینه طراحی و اجرای برنامه های نوبت بندی آب کارگاه آموزشی برپا نمایید.
- فن آوریهای جدید همچون بهبود سیستم های آبیاری، استفاده از سیستم کم مصرف تر آب و فن آوری رفتارسنجی را توسعه داده و بازار یابی کنید.
- برای آبیاران و تامین کنندگان آب شهری نرم افزار های کامپیوتری تهیه نمایید.
- برای حفاظت از ارزشهای مربوط به اراضی مرطوب، پناهگاه حیات وحش و یا تبادل آب، برنامه های خاصی تدارک ببینید.

واکنش اضطراری

- انواع پمپ ها ، لوله ها ، فیلترهای آب و تجهیزات دیگر را در انبار ذخیره کنید.
- برنامه حمل و کشیدن آب توسط چارپایان را در نظر بگیرید.
- مکانهای استفاده از آب برای احشام را مشخص سازید.
- برای تامین و حمل اضطراری علوفه برنامه ریزی نمایید.
- برای اصلاح سیستم های جدید تامین و استحصال آب (چاههای جدید و ...) سرمایه گذاری کنید.
- برای برنامه های جبران خسارات خشکسالی سرمایه گذاری نمایید.
- منطقه آبگیر چاه برای تامین آب روستایی را پایین ببرید.
- آب نماهای مجهز به قایق و اسکله را به منظور تفریح و تفرج توسعه دهید.
- جوازهای آبیاری اضطراری را برای استفاده در سطح کشور و استان صادر کنید.
- وام های کم بهره و برنامه های حمایتی برای کشاورزی برقرار سازید.
- کشاورزان را در مورد منابع کمک های کشوری و استانی آگاه کنید.

16- Szedlak, T. (1997): *Drought impact on forestry Veszprem, Hungary Manuscript pp 1 5.*

17- *United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa UN, Paris, 1994, pp 1 33.*

18- Vermes, L. (1997): *What should be the content of a national drought strategy? Proceedings of the International ICID Workshop on Sustainable Irrigation in Areas of Water Scarcity and Drought (Eds: M. J. de Jager, L. P. Vermes, R Ragab) Oxford, England, 11 12 September pp 221 228.*

19- Wehry, A T. E. Man M. Orlescu G. Eles I. Bardita C. Todorescu N. Udriste (1997): *Comparative analyses concerning the value for the aridity index using different methods, in the west part of Romania Proceedings of the International ICID Workshop on Sustainable Irrigation in Areas of Water Scarcity and Drought (Eds: M. J. de Jager, L. P. Vermes, R. Ragab) Oxford, England, 11 12 September pp 189 192.*

20- Wilhite, D. M. Hayes C. Knutson K. H. Smith (1998): *Basics of drought planning National Drought Mitigation Center, University of Nebraska/Lincoln, USA pp 1 9.*

9- Palfai, I. (1992): *Droughts in the Carpathian Basin Proceedings of the 16th European Regional Conference of ICID, Budapest (Eds: Vermes, L. Mihalyfy, A.) pp 261 272.*

10- Palfai, I - I. Petrasovits L. Vermes (1995): *Some methodological questions of the European drought-sensitivity map Proceedings of the International ICID Workshop on Drought in*

- 5

May, Budapest-Alsogod, pp 131 142.

11- Petrasovits, I. (1995): *Drought in the Carpathians Basin In: Proceedings of the International ICID Workshop on Drought in the Carpathians Region (Eds.: L. Vermes and A. Mihalyfy), 3 5 May, Budapest-Alsogod, pp 7 14.*

12- Spasova, D, - T. Popovic O. Jovanovic (1997): *Semi arid areas appearance on the territory of FR Yugoslavia as a possible consequence of global climate change Proc. Int. Symp. press).*

13- Sostaric, J. S. Madjar F. Tomic J. Marusic (1997): *Requirements for sustainable irrigation in East Croatia Proceedings of the International ICID Workshop on Sustainable Irrigation in Areas of Water Scarcity and Drought (Eds: J. M. de Jager, L. P. Vermes, R. Ragab) Oxford, England, 11 12 September pp 183 188.*

14- Stojsic, M. (1994): *Drought and irrigation in Serbia Yugoslavia pp 9 13.*

15- Stojsic, M. M. Skoric (1997): *Dry years, seasons and periods on the territory between the Danube and the Tisa Drought and Plant Production Proceedings of the Agricultural Research pp 131 142.*

Guidelines

How to Work Out a Drought Mitigation Strategy

Compiled by:

Prof. Dr. Laszlo Vermes

Translated by:

A. R. Salamat & M. R. Alleyssin

Edited by:

H. Rahimi



Guidelines

How to Work Out a Drought Mitigation Strategy

**Iranian National Committee on
Irrigation & Drainage (IRNCID)**

NO. 49 - 2001

ISBN: 964-6668-22-4 شابک : ۹۶۴-۶۶۶۸-۲۲-۴

۲۶/۸۱

س ۶۲۳

۲ ن

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

تهران - خیابان وحید دستگردی (ظفر) - خیابان شهید کارگزار - خیابان شهرساز

پلاک ۲۴ - طبقه دوم تلفن : ۲۲۵۷۴۴۸ نمابر : ۲۲۷۲۲۸۵

پست الکترونیکی : irncid@neda.net.ir



ICID-CIID