

مدیریت ریسک خشک‌سالی کشاورزی در حوضه الموت قزوین

احمد فاتحی مرج^{۱*} و فرزاد حسینی حسین آبادی^۲

^۱ استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران و ^۲ کارشناس ارشد منابع آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۱۱

چکیده

خشک‌سالی پدیده‌ای است که نمی‌توان از بروز آن جلوگیری نمود، اما با مدیریت جامع‌نگر و علمی می‌توان از بروز خسارات ناشی از آن کاست. برای کاهش میزان خسارات نیاز به یک برنامه تدوین شده می‌باشد. بدین منظور باید تلاش کرد تا دستیابی به دستورالعمل‌های اجرایی کارساز برای مناطق مختلف کشور بر اساس شرایط آب و هوایی آن مناطق و بررسی‌های میدانی به‌منظور شناخت بهتر از شرایط اقتصادی و اجتماعی امکان پذیر شود. این مقاله به شرح چگونگی و مراحل تدوین نخستین برنامه مدیریت ریسک خشک‌سالی کشاورزی برای یک منطقه به‌عنوان پایلوت می‌پردازد. این بررسی به مدت سه سال از سال ۸۸ تا ۹۰ به طول انجامید. در این راستا کارگاه‌های آموزشی و نشست‌های تخصصی برگزار و بررسی‌های میدانی انجام شد که بر اساس شناخت از منابع اقتصادی و اجتماعی در حوضه پایلوت و نتایج نشست‌های مدیران محلی و ساکنین آن مراحل برنامه اجرایی تهیه شد. همچنین، در راستای اجرای این تحقیق، اطلاعات مختلف اقلیمی و کشاورزی، اطلاعات محلی در منطقه جمع‌آوری شد و روشی برای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف کشاورزی در منطقه ارائه شده است. برنامه بر اساس نظرات کارشناسی و تجارب موجود در جهان و شرایط حاکم بر منطقه مورد نظر به‌صورت نه فاز مختلف تدوین شده است. با توجه به درآمد متوسط ۴۱ میلیارد ریالی این حوضه از کشاورزی و دامپروری میزان خسارات وارده در خشک‌سالی ضعیف تا بسیار شدید از ۳/۴۵۰ تا ۱۰/۳۵۰ میلیارد ریال متغیر است. مجموعه این نه فاز مراحل پایش، پیش‌بینی و هشدار را به‌صورت تیم‌های کاری تعریف نموده و با مشارکت ذینفعان و تصمیم‌گیران به شکلی مدیریت می‌شود که تا میزان خسارات خشک‌سالی از ۳۰ تا ۴۷ درصد (بستگی به شدت خشک‌سالی) کاهش پیدا کند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی آسیب‌پذیری، الگوهای اجرایی، پایش خسارات، شاخص‌های خشک‌سالی، کاهش خسارات

مقدمه

یا منطقه‌ای، شدت و مدت و فرکانس مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داد. خشک‌سالی یک پدیده پیچیده است که بیشترین میزان مرگ و میر را در قرن گذشته نسبت به دیگر بلاهای طبیعی موجب شده است. در این میان آسیا و آفریقا مقام نخست را در میزان تاثیرپذیری از خشک‌سالی داشته‌اند. در کشورهای خاور

خشک‌سالی یکی از پدیده‌های محیطی و بخش جدایی‌ناپذیر اقلیم بسیاری از مناطق است که ممکن است در هر نقطه‌ای از کره زمین رخ دهد. این پدیده را می‌توان از جنبه‌های مختلفی چون اقلیمی، مدیریت منابع آب، اجتماعی-اقتصادی، کلی و جزئی، نقطه‌ای

خاک در یک دوره مشخص برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد محصول و علوفه به‌وسیله بارش نرمال تعریف می‌شود. این نوع از خشکسالی به‌عنوان پرهزینه‌ترین انواع خشکسالی، هنگامی اتفاق می‌افتد که میزان رطوبت موجود در خاک و بارندگی در طول فصل رشد کاهش یابد. پارامترهایی که در تعریف خشکسالی کشاورزی مورد نظر قرار می‌گیرند، عبارتند از: کمبود بارندگی، جنبه‌های فیزیکی و بیولوژیک گیاهان، اثرات متقابل خاک-گیاه-اتمفسفر و موازنه بین نیاز آبی گیاه و میزان عرضه آن به‌وسیله محیط. از ویژگی‌های این بلیه رخداد مکرر و حرکت آرام آن است که خسارات سنگینی را همراه خواهد داشت.

در زمینه مدیریت خشکسالی به‌طور کلی دو رویکرد وجود دارد، یکی مدیریت بحران و دیگری مدیریت ریسک. در بحث مدیریت بحران خشکسالی، اقدامات دولت در راستای تشخیص نواحی بحران‌زده و امداد رسانی به آن نواحی مطرح است که بسیار پرهزینه و دیر هنگام می‌باشد. اما در مدیریت ریسک خشکسالی (مدیریت کم هزینه و به‌هنگام) آمادگی برای سازگاری با خشکسالی پیش از وقوع و گسترش آن مورد نظر قرار دارد، به‌طوری که با آگاهی از شرایط فعلی منطقه، تصمیمات لازم و از قبل طراحی شده برای سازگاری با خشکسالی در آینده اعمال می‌شود. به‌عنوان نمونه، اطلاع از مخاطرات اقلیمی ممکن می‌تواند کشاورزان را در راستای تغییر مدیریت مزارع (روش‌های آبیاری، تغییر الگوی کشت، حذف گیاهان پرمصرف و غیره) پیش از بروز گسترده خشکسالی یاری نماید (Fatehi Marj و Davoodi, ۲۰۱۳).

مدیریت ریسک خشکسالی به فرایندی سیستماتیک اطلاق می‌شود که با استفاده از دستورالعمل‌های اداری، سازمانی و توانایی‌های بهره‌بردار و ظرفیت‌سازی‌ها، استراتژی‌ها و سیاست‌هایی را به‌منظور ارتقای ظرفیت‌سازی با هدف حفاظت و پیشگیری، برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات و آمادگی برای سازگاری با خشکسالی و فجایع محتمل آن به اجرا بگذارد. به زبان دیگر کاهش ریسک خشکسالی به معنی به‌کارگیری مفاهیم و عملکردی برای کاهش ریسک فاجعه با انجام فعالیت‌های سیستماتیک از قبیل تحلیل و مدیریت عوامل سببی

نزدیک بیش از ۹۰ درصد آب مصرفی در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد و خشکسالی اثرات بسیاری بر این بخش تحمیل کرده است. پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم خشکسالی شامل مواردی از قبیل: شکست و تلفات محصول، تلفات دام، کمبود آب آشامیدنی و غذا، افزایش بیماری‌ها، افزایش فشارهای روانی، مشکلات اجتماعی، کاهش تولید برقابی، افزایش میزان فرسایش خاک، آتش‌سوزی جنگل‌ها، مهاجرت به دیگر مناطق، افزایش بدهی‌ها و کاهش امنیت محلی و ملی بوده است.

بر طبق گزارش سال FAO در سال ۲۰۰۸، کشور ایران در میان کشورهای خاور نزدیک بیشترین میزان آسیب را از خشکسالی دیده است. به‌طوری که در اثر خشکسالی‌های سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ بیش از ۳۷ میلیون نفر در ایران عدم امنیت ناشی از کمبود آب و غذا را تجربه کردند. تنها در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ حدود ۴/۲ میلیارد دلار خسارت ناشی از خشکسالی به بخش کشاورزی ایران موجب کاهش ۱۲ درصدی در میزان تولیدات محصولات کشاورزی کشور شد. این موضوع سبب اجبار کشور به واردات هفت میلیون تن گندم در سال ۲۰۰۰ شد که ایران را در آن سال به بزرگ‌ترین وارد کننده گندم در جهان تبدیل کرد. خشکسالی همچنین سبب مهاجرت گسترده و افزایش بیماری‌هایی مانند وبا، دیفتری و تیفوئید در کشور شده است. بر اساس گزارش UNISDR در فاصله سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰، کشور ایران با کمتر از پنج خشکسالی بزرگ، متاسفانه به‌دلیل آسیب‌پذیری بالا، یکی از کشورهای بوده است که بیش از ۱۰ میلیون نفر در آن از خشکسالی خسارت مستقیم دیده‌اند.

مواردی که اشاره شد، بخش کوچکی از خسارات ناشی از خشکسالی در کشور بوده است. راهکار اساسی برای کاهش خسارات تهیه یک برنامه مشخص برای یک منطقه همگن اقلیمی است که می‌تواند مراحل قبل، در زمان و بعد از خشکسالی را در نظر بگیرد.

بر اساس تعریف UNCCD خشکسالی پدیده‌ای است که به‌صورت طبیعی رخ می‌دهد، در این هنگام میزان بارش‌ها به‌طور چشمگیری کمتر از حد نرمال ثبت شده می‌باشد. اما خشکسالی کشاورزی کمبود آب

سالانه حوضه از حدود ۸۰۰ میلی‌متر در قسمت‌های شمال شرقی تا حدود ۳۰۰ میلی‌متر در جنوب غربی متغیر است، متوسط بارش سالانه ۳۹۹/۸ میلی‌متر می‌باشد. درآمد مردم این حوضه عمدتاً از کشاورزی و دامداری است که شدیداً تحت تأثیر خشکسالی‌ها می‌باشد. جنگل‌هایی که در ارتفاعات دو تا سه هزار متری بخش الموت به‌صورت درختان پراکنده و نامنظم روئیده‌اند، ذخیره‌گاه ژنتیکی درختانی مانند ارس، زالزالک، بلوط، گردوی وحشی، آلو جنگلی، بادام کوهی و پسته وحشی می‌باشد؛ از این رو آبخیز الموت به لحاظ اراضی مرتع و کشاورزی از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. حدود ۱۳۰۰ خانوار و جمعیت حدود ۴۰۰۰ نفر در این حوضه زندگی می‌کنند. حدود ۱۴۰۰ نفر به کشاورزی مشغول که سطح زمین‌های کشاورزی ۱۷۰۰ هکتار است. مساحت ۱۲۵۰ هکتار آن زمین‌های زراعی آبی و ۴۵۰ هکتار مساحت باغات است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

روش پژوهش: این تحقیق با هدف شناخت محدوده مطالعاتی و تدوین یک دستورالعمل کاربردی برای مدیریت ریسک خشکسالی در یکی از زیرحوضه‌های منطقه الموت قزوین آغاز شد. از همان ابتدای شروع پروژه جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های آماری مورد نیاز طرح آغاز شد. به این ترتیب داده‌های هواشناسی، داده‌های هیدرومتری و آب سطحی، اطلاعات میزان آب مصرفی برای شرب و کشاورزی و سطح زیرکشت منطقه و آثار اجتماعی و اقتصادی آن مورد بررسی قرار گرفت و طی بازدیدهای میدانی مکرر اطلاعات لازم با تکمیل پرسشنامه جمع‌آوری شد. در این راستا در سال ۱۳۸۹ یک نشست هم‌اندیشی با حضور اساتید و صاحب‌نظران علمی دانشگاهی و افراد دارای تجربه در زمینه مدیریت خشکسالی برگزار شد که به نتایج کاربردی برای هدایت طرح تدوین برنامه مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی انجامید. همچنین از نتایج یک کارگاه استانی با حضور فعالان، مدیران، برنامه‌ریزان و ذی‌نفعان که در سال ۱۳۸۹ برگزار شد نیز استفاده شده است.

فاجعه شامل سه فرایند، پیشگیری^۱ کاهش خطر در معرض خشکسالی قرار گرفتن، برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات^۲ کاهش آسیب‌پذیری مردم و جامعه و بالاخره مدیریت آگاهانه زمین و محیط زیست با آمادگی برای کاهش اثرات جنبی^۳ می‌باشد. مدیریت ریسک خشکسالی دارای سه مؤلفه اصلی است که عبارتند از: پیش و هشدار به هنگام خشکسالی، ارزیابی خطر و تأثیرات خشکسالی و کاهش خطر و واکنش مناسب (Wilhite و همکاران، ۲۰۰۵).

در راستای تدوین یک برنامه مشخص و قابل اجرا برای مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی از تجارب کشورهای پیشرو مانند آمریکا، کانادا، استرالیا، آفریقای جنوبی و اتحادیه اروپا و همچنین فعالیت‌های کاربردی سازمان‌های وابسته به سازمان ملل متحد (مانند UNISDR و FAO) و نیز مرکز ملی کاهش اثرات خشکسالی آمریکا در دانشگاه نبراسکا (NDMC) و در این خصوص بهره‌گرفته شد و بر اساس نتایج استخراجی از پرسشنامه‌هایی که توسط ساکنین و مسئولان محلی تکمیل شد، همچنین بازدیدهای میدانی برنامه مدیریت ریسک خشکسالی برای حوضه مورد مطالعه (الموت قزوین) تدوین شد.

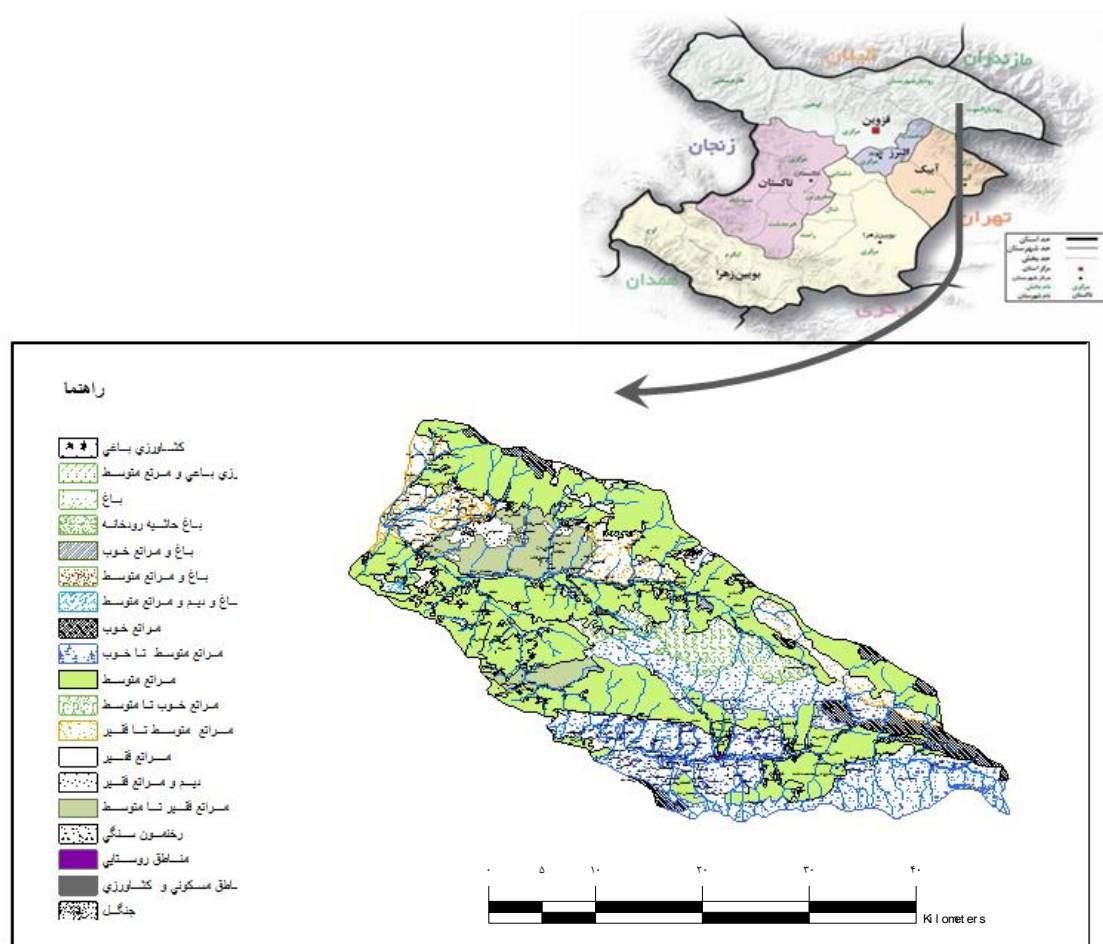
مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: حوضه آبخیز الموت رود که قسمتی از حوضه سفیدرود است با وسعت ۲۳۲۳ کیلومتر مربع در فاصله حدود ۱۰۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان قزوین قرار دارد. سطح حوضه را عمدتاً کوه‌هایی تشکیل می‌دهند که در بخشی از سال پوشیده از برف می‌باشند، از این رو ذوب تدریجی برف در فصل بهار و تابستان منبع اصلی آب رودخانه‌های منطقه را تأمین می‌کند. رودخانه اصلی و دائمی الموت رود از میان این حوضه می‌گذرد که به‌دلیل شرایط مناسب در حاشیه آن کشاورزی، باغداری، شالیکاری و غیره در سطح گسترده‌ای رواج دارد. در قسمت انتهایی حوضه کشاورزی آبی وجود دارد که با استفاده از بهره‌برداری از چاه‌ها آبیاری می‌شوند. بارش

¹ Prevention

² Mitigation

³ Preparedness



شکل ۱ - موقعیت حوضه الموت قزوین

آبخیز با انجام بازدیدهای میدانی ۵- بررسی شاخص‌های تعیین خشک‌سالی هواشناسی و کشاورزی در محدوده مطالعاتی ۶- بررسی‌های محلی و تکمیل پرسشنامه‌های طراحی شده به‌وسیله ذی‌نفعان محلی و تصمیم‌گیران استانی ۷- تهیه و تدوین دستورالعمل اجرایی مدیریت ریسک خشک‌سالی شامل برنامه‌ای با مراحل مختلف بر اساس شناخت و شرایط موجود برای حوضه آبخیز الموت قزوین

در این برنامه تاکید شده تا یک الگوی ساده و قابل اجرا بر اساس نظر کشاورزان بررسی تا از میزان خسارات خشک‌سالی کاسته شود.

نتایج و بحث

گزیده نتایج بازدیدهای میدانی و نشست‌های هم‌اندیشی: با توجه به بازدیدهای میدانی و اطلاعات موجود در ادارات محلی مشخص شد، میزان بارش حدود ۹۲۹ میلیون مترمکعب، میزان تبخیر از بارش

با توجه به امکانات پیش‌بینی موجود در کشور اعم از سازمان هواشناسی و دیگر سازمان‌های مربوط و ارزیابی سریع اثرات، آسیب‌پذیری‌ها و ریسک‌ها در منطقه و نیز بر طبق پیشنهادات مدیران استانی و صاحب نظران دانشگاهی و بررسی پلان‌های مدیریت ریسک خشک‌سالی موفق جهانی، نسبت به تدوین برنامه مدیریت ریسک خشک‌سالی کشاورزی برای منطقه پایلوت اقدام شد. در راستای این طرح گام‌های زیر به اجرا در آمده است.

۱- بررسی برنامه خشک‌سالی آمریکا، استرالیا و اتحادیه اروپا و نیز برنامه‌ریزی‌های مدیریت خشک‌سالی در آفریقا و آسیا با نظارت سازمان ملل متحد مورد بررسی قرار گرفت. ۲- برگزاری کارگاه‌های آموزشی و هم‌اندیشی با مسئولین محلی و شوراهای اسلامی روستایی ۳- تجهیز بانک اطلاعاتی و فراهم سازی پیش نیازها ۴- شناخت و ارزیابی منابع موجود و شناسایی بخش‌های در خطر و آسیب‌پذیر در حوضه

(متوسط) این حوضه ۴۱ میلیارد ریال است که ۱۰/۵ میلیارد آن مربوط به کشاورزی، ۶/۵ میلیارد ریال مربوط به باغات و ۲۴/۰ میلیارد آن مربوط به دامداری است.

شاخص‌های خشکسالی در برنامه مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی طرح: در حال حاضر در برنامه‌های مدیریت خشکسالی در کشورهای مختلف از شاخص‌های متنوعی بسته به توانایی آن کشورها در تعیین این شاخص‌ها استفاده می‌شود. در کشور ایران در حال حاضر نمی‌توان از همه این شاخص‌ها استفاده کرد و تنها برخی از آن‌ها با توجه به امکانات موجود قابل اندازه‌گیری هستند. بنابراین، با توجه به امکانات موجود استفاده از سه شاخص بارش استاندارد شده SPI، میزان درصد بارندگی نرمال $(P_N \% = P_i / P_{mean} \times 100)$ و اندیس گیاهی نرمال $(NDVI_N \% = NDVI_i / NDVI_{mean} \times 100)$ در این برنامه مدیریت ریسک خشکسالی برای تعیین شرایط خشکسالی پیشنهاد می‌شود. این شاخص‌ها در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

حدود ۴۹۴ میلیون مترمکعب و میزان مصرف (خالص) آب ۶۵ میلیون و میزان جریان خروجی سطحی از حوضه ۳۷۰ میلیون مترمکعب در سال است. سهم آب شرب از میزان مصرف کمتر از ۰/۵ میلیون مترمکعب است. از مساحت ۲۳۲۳ کیلومتر مربعی این حوضه ۴۵۰ هکتار آن باغ، ۱۲۵۰ هکتار آن کشاورزی آبی، ۲۶ هکتار دیم و بقیه (۲۳۰۶ کیلومتر مربع) مرتع است. شرایط آبی حوضه مورد مطالعه به شکلی است که در خشکسالی باغات کمتر دچار خسارت می‌شوند. مساحت دیمزارها هم قابل توجه نیست. بنابراین، خسارات خشکسالی مربوط به کشاورزی آبی و مراتع مختص می‌شود. برگزاری نشست‌های هم‌اندیشی در خصوص مدیریت خشکسالی کشاورزی به نتایج و پیشنهادهای منجر شد که راهگشای تدوین برنامه مدیریت جامع خشکسالی کشاورزی بود. از این نتایج در مراحل مختلف طرح حاضر بهره‌گرفته شده است، به طوری که در سناریوهای مختلف خشکسالی راهکارهای مدیریتی برای کاهش خسارات ارائه شده که در جدول ۱ آمده است. بر اساس اطلاعات محلی و بازدیدهای میدانی مشخص شد که درآمد سالانه

جدول ۱- مقادیر شاخص‌ها برای تعیین وضعیت خشکسالی کشاورزی در طرح

NDVI _N	P _N	SPI	شرایط
-	-	SPI > 1.5	ترسالی بسیار شدید
-	-	1.5 > SPI > 1	ترسالی شدید
110 < NDVI _N	110 > P _N	1 > SPI > 0.5	ترسالی متوسط
90 < NDVI _N > 110	110 > P _N > 90	0.5 > SPI > 0.5 -	شرایط نرمال
80 > NDVI _N > 90	90 > P _N > 80	-1 < SPI < -0.5	خشکسالی ضعیف
70 > NDVI _N > 80	80 > P _N > 70	-1.5 < SPI < -1	خشکسالی متوسط
50 > NDVI _N > 70	70 > P _N > 50	-2 < SPI < -1.5 -	خشکسالی شدید
50 > NDVI _N	50 > P _N	SPI < -2	خشکسالی بسیار شدید

«کاهش اثر» اولیه برای این منطقه تدوین و اجرا شد. چشم‌انداز این برنامه رسیدن به یک وضعیت فعال و کارآمد برای کاهش اثرات خشکسالی در مناطق کشاورزی می‌باشد. هدف اصلی این برنامه نیز کاهش اثرات خشکسالی بر مردم و منابع با دیدگاه مدیریت جامع‌نگر و برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای آمادگی، کاهش اثرات و پاسخ مناسب به خشکسالی و

تدوین برنامه‌های مدیریت ریسک خشکسالی: «اگر آنگاه» و «کاهش آسیب‌پذیری و اثرات خشکسالی»: پس از تعیین شاخص‌ها و نیز ارزیابی سریع از وضعیت آسیب‌پذیری در منطقه طرح و بررسی سابقه شرایط منطقه از نظر مواجهه با شرایط خشکسالی پلان کاربردی مدیریت ریسک خشک-سالی کشاورزی شامل برنامه‌های «اگر آنگاه» و

کارشناسی و شرایط محیطی در نظر گرفته شده است که در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد. همچنین، در برنامه «اگر آنگاه» برای هر یک از شرایط خشک‌سالی با توجه به ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه برنامه‌های مختلف اجرایی در سه گروه فعالیت‌های داوطلبانه و تشویقی و اجرایی در نظر گرفته شده است که بسته به شرایط واقعی و به دستور هیأت اجرایی، عملیاتی می‌شود. فعالیت‌های پیشنهادی برنامه «کاهش اثر» نیز در هر مرحله از شرایط خشک‌سالی به اجرا در می‌آید. این فعالیت‌ها در دوران پیش از خشک‌سالی و پس از خشک‌سالی بیشتر بر آموزش و برنامه‌های داوطلبانه پیشگیری تأکید دارند، اما در دوران خشک‌سالی این برنامه‌ها گاهی اجباری نیز می‌باشند.

احیا می‌باشد. از سایر اهداف این برنامه می‌توان به این موارد اشاره نمود. مشارکت تمامی ذی‌نفعان؛ ایجاد هماهنگی و اثربخشی؛ مانیتورینگ، کنترل و گزارش‌دهی رخداد خشک‌سالی به صورت موثر و مداوم؛ شناسایی اثرات خشک‌سالی بر بخش‌های مختلف؛ تعیین منابع آسیب‌پذیر و برنامه‌های کاهش آسیب‌پذیری و سازگاری با خشک‌سالی؛ تعیین ریسک‌های خشک‌سالی برای بخش کشاورزی با توجه به شرایط پیش‌بینی شده کوتاه‌مدت و بلندمدت. برنامه «اگر آنگاه» برای این پلان سه شاخص خشک‌سالی مورد اشاره را به صورت توأم در نظر می‌گیرد و متخصصین با توجه به شرایط هر سه شاخص، اعلام خواهند کرد که در چه وضعیتی از شرایط خشک‌سالی هستند. با توجه به شرایط این سه شاخص، پنج وضعیت برای خشک‌سالی بر اساس نظرات

جدول ۲- پنج وضعیت در نظر گرفته از نظر شرایط محتمل خشک‌سالی در برنامه «اگر آنگاه»

شرایط محتمل منطقه از نظر خشک‌سالی در برنامه «اگر آنگاه»				
شرایط نرمال	شرایط پیش هشدار (خشک‌سالی ضعیف)	شرایط هشدار (خشک‌سالی متوسط)	شرایط اضطراری (خشک‌سالی شدید)	شرایط فوق اضطراری (خشک‌سالی بسیار شدید)
$-0.5 < SPI < 0.5$	$-0.8 < SPI < -0.5$	$-1 < SPI < -0.8$	$-1.2 < SPI < -1$	$-1.5 < SPI < -1.2$
$90 < P_N < 110$	$80 < P_N < 90$	$70 < P_N < 80$	$70 < P_N < 80$	$50 < P_N < 70$
$NDVI_N > 1.00$	$90 < NDVI_N < 1.00$	$75 < NDVI_N < 90$	$60 < NDVI_N < 75$	$NDVI_N < 60$

در این روش نه مرحله‌ای، برنامه‌ریزی مدیریت خشک‌سالی با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه انجام می‌گیرد و گام‌های اصلی آمادگی، کاهش اثرات و پاسخ در نظر گرفته می‌شود. این روش برنامه‌ریزی دارای دو زیر پلان اصلی یعنی برنامه «کاهش اثرات» و برنامه «اگر آنگاه» می‌باشد، که برنامه کاهش اثرات در حقیقت بخشی از گام‌های اجرایی است که در برنامه‌های اگر آنگاه به منظور کاهش اثرات و ریسک خشک‌سالی و کاهش آسیب‌پذیری‌های ممکن به اجرا در می‌آید.

در این روش تأکید بر مشارکت کلیه ذی‌نفعان و مصرف‌کنندگان آب در بخش کشاورزی و حضور فعال آنان در اجرای برنامه‌های پلان می‌باشد. این برنامه تأکید بر آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی با همکاری

بررسی‌های میدانی نشان داد که محدوده مطالعاتی در یک منطقه کوهپایه‌ای و کوهستانی واقع شده است. این محدوده علی‌رغم آب سطحی کافی زمین مستعد برای کشاورزی آبی ندارد. بخش عمده تولیدات کشاورزی مربوط به کشاورزی دیم و تولیدات دامی با استفاده از مراتع بسیار مناسب آن است. به همین دلیل در زمان خشک‌سالی‌ها این بخش از تولید دچار خسارت می‌شود. بر اساس تجارب محلی ذی‌نفعان و همچنین نظرات کارشناسی مسئولین که در زمان خشک‌سالی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در تصمیم‌گیری‌ها نقش موثر دارند، دستورالعمل‌های مختلفی تهیه شد که با توجه به امکان اجرا در شرایط موجود و امکانات موجود در کشور و استان مربوطه به یک دستورالعمل نه مرحله‌ای منجر شد.

در حوضه کدآمد و چگونه می‌توان اطلاعات لازم برای تدوین و اجرای مراحل بعدی را کسب نمود.

فاز دوم: جلب مشارکت ذینفعان: در این فاز ابتدا باید به شناسایی تمامی ذینفعان و مصرف‌کنندگان آب در حوزه آبخیز پرداخت. در این مرحله تمامی ذینفعان دولتی، خصوصی، خرد و کلان لیست می‌شوند و مسائل اجتماعی و سیاسی موجود در میان آنان مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در این مرحله همچنین به جلب مشارکت تمامی ذینفعان اقدام می‌شود. مخصوصاً جلب مشارکت سیاستمداران از آنجایی که همواره میان علم و سیاست فاصله‌ای وجود دارد، لازم است و باید با مذاکره و دعوت از آنان برای حضور در تیم اجرایی پلان به تقویت ارتباطات در پلان پرداخته شود. از آنجایی که این پلان برای مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی تدوین می‌شود، لازم است تا تمامی بخش‌های مرتبط با کشاورزی مانند منابع آب، خاک، محیط زیست، صنعت کشاورزی و اقتصاد کشاورزی بررسی شوند. تکمیل فرم‌های طراحی شده در این مرحله صورت گرفت. بر اساس این اطلاعات که از ذینفعان به‌دست آمد. میزان درآمدها و همچنین میزان خسارات احتمالی بر اساس آنچه در گذشته و در سال‌های خشک‌سالی اتفاق افتاده مشخص شد.

فاز سوم: ایجاد شبکه ارتباطی منسجم میان ذینفعان و تیم‌های برنامه به‌منظور همکاری و تبادل اطلاعات: در این مرحله ارتباطات میان بخش‌ها و تیم‌های برنامه به روشنی تعریف می‌شود و نحوه ارتباطات و همکاری‌ها بین تیم‌های اجرایی برنامه و بخش‌های دولتی و خصوصی و ارتباط برنامه با مصرف‌کنندگان آب در حوضه تعریف می‌شود. در این مرحله لازم است تا زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری برای تسهیل شبکه ارتباطی اطلاعات فراهم شود. در این گام باید نحوه مدیریت اطلاعات به خوبی تعریف شده باشد. همچنین مشخص باشد که تیم‌های اجرایی و سایر ذینفعان چه مسئولیتی بر عهده دارند و به چه کسانی پاسخگو هستند؟ و چه کسی و چگونه بر اجرای فعالیت‌های پلان نظارت می‌کند؟ از آنجایی که ایجاد این شبکه میسر نبوده، نیاز به زمان داشت از مراجعه حضوری و مصاحبه با

رسانه‌ها دارد. همچنین برای این سبک برنامه‌ریزی، داشتن شبکه ارتباطی و همکاری منسجمی میان تمامی ذینفعان، کارشناسان و مسئولان را می‌طلبد. این روش برنامه‌ریزی توصیه می‌کند که پس از بررسی کامل و جامع نقاط ضعف و قوت و تهدیدها و فرصت‌های موجود، هیأت اجرایی با رویکرد مدیریت استراتژیک به تدوین زیر برنامه‌ها بپردازد و در ابتدا پس از دو سال و از آن پس هر پنج سال به اصلاح و بازنویسی کلی پلان پرداخته شود. این روش برنامه‌ریزی علاوه بر مشارکت ذینفعان و مصرف‌کنندگان آب پنج تیم اجرایی اصلی هیأت اجرایی، تیم پایش و هشدار به هنگام، تیم شناخت و ارزیابی، تیم کاهش اثر و آمادگی و تیم پاسخ و کنترل به فعالیت مشغول هستند و این فعالیت‌ها در نه مرحله اجرایی به شرح زیر انجام می‌شود.

فاز نخست: تشکیل هیأت اجرایی: هیأت اجرایی تیم اصلی برنامه‌ریزی مدیریت خشکسالی در حوزه آبخیز است. این تیم شامل تصمیم‌گیرندگان منابع آب و نمایندگان ذینفعان و مصرف‌کنندگان (کشاورزان و دامپروران) است که با مشورت کارشناسان و سیاستمداران تصمیم‌گیری‌های نهایی را در خصوص مدیریت منابع آب و خاک در حوضه به اجرا در می‌آورند و لازم است تا با حضور مسئولین بلند پایه در این تیم به مصوبات آن رسمیت و الزام اجرایی داده شود. اعضای این هیأت بهتر است، آشنا با مفاهیم مدیریت استراتژیک، کار گروهی و دارای خلاقیت و نوآوری و قابلیت ایده‌پردازی باشند. این تیم مسئولیت اصلی هدایت و گزارش‌گیری و نظارت بر سایر تیم‌های فعال در پلان برنامه‌ریزی را دارد. آنان وظیفه تعیین اهداف و ابعاد، آرمان و رسالت پلان را بر عهده دارند. هیأت اجرایی مسئولیت تعیین پلان راهبردی را در حوضه با توجه به نقاط ضعف و قوت، تهدیدها و فرصت‌ها، و ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌های ممکن موجود بر عهده دارد. در نهایت این هیأت به یک تدوین زیربرنامه‌ها می‌پردازد و نیز وظیفه فعال‌سازی و نظارت بر اجرای زیرپلان‌ها را در هر مرحله از شرایط خشک‌سالی بر عهده دارد. نتیجه کار هیأت اجرایی شناخت صحیح از وضعیت موجود از نظر اقتصادی و اجتماعی بود که مشخص شد، منابع اقتصادی موجود

افراد شاغل در محل و مسئولین اجرایی محلی انجام شده است.

فاز چهارم: تشکیل و فعال‌سازی تیم شناخت و

ارزیابی: در این گام باید تیم متخصص از کارشناسان و محققین برای شناسایی دقیق و صحیح از منطقه و کلیه تهدیدها و فرصت‌های موجود و نقاط ضعف و قوت موجود و ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌های ممکن ایجاد شود. این تیم دو وظیفه بر عهده دارد: نخست شناخت دقیق منطقه و دیگر ارزیابی آسیب‌پذیری و ریسک. شناخت منطقه برای تدوین اولیه پلان از اهمیت بالایی برخوردار است. اما ارزیابی ریسک یک فرایند دائمی و دنباله‌دار است که در ابتدای تدوین پلان نیاز به ارائه گزارش در دوره‌های سه تا شش ماهه در این خصوص را می‌طلبد.

شناخت منطقه شامل تمامی مواردی از قبیل: اقلیم و آب و هوا، بررسی داده‌های تاریخی موجود؛ سوابق خشک‌سالی در سال‌های گذشته؛ بررسی وضعیت منابع خاک، شرایط کشاورزی و دامپروری و نقاط ضعف و قوت و تهدیدها و فرصت‌های موجود در بخش کشاورزی و شناسایی گروه‌های در معرض خطر و آسیب‌پذیر؛ بررسی و شناخت مسائل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، حقوقی، قانونی و زیست محیطی در حوضه و مخصوصاً در بخش کشاورزی؛ بررسی منابع آب سطحی، زیرزمینی، منابع آب جدید و تصفیه و باز چرخانی آب؛ بررسی امکانات پیش‌روی تیم اجرایی (دولتی، خصوصی، نیروی انسانی و ...); شناخت برنامه‌ها و سازمان‌های موازی فعال در حوزه آبخیز؛ پیش‌بینی شرایط آینده (جمعیت، عرضه و تقاضا، نیازها و اقلیم)، می‌باشد. در پایان این شناخت، تیم یک تعریف بومی از خشک‌سالی کشاورزی در منطقه هدف ارائه می‌دهد که راهگشای پلان خواهد بود.

تیم ارزیابی می‌داند که (ریسک=میزان خطر×میزان آسیب‌پذیری) و (اثر=نتیجه و پیامد ریسک)، است. در بخش ارزیابی به‌طور کل هدف، تحلیل ریسک و آسیب‌پذیری می‌باشد. در این مرحله با توجه به تعریف ارائه شده از خشک‌سالی، تیم به ارزیابی اثرات، ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌های ممکن می‌پردازد. سپس به اولویت‌بندی و امتیازدهی و وزن‌دهی به آن‌ها اقدام می‌کند و عوامل قابل کاهش و

موثر را شناسایی می‌نماید. سپس تیم ارزیابی به ارائه و تهیه یک لیست از کارهایی که باید انجام دهد، می‌پردازد. این لیست شامل شناسایی کلیه فعالیت‌های ممکن کاهش اثرات خشک‌سالی با تاکید بر کاهش ریسک به کمک انجام فعالیت‌های کاهش آسیب‌پذیری می‌باشد. تیم در این مرحله به لیست‌کردن کلیه گزینه‌های مدیریتی می‌پردازد و سپس با انجام تحلیل‌های سود-هزینه به دسته‌بندی فعالیت‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت و ارائه گزارش پیشنهادی به هیأت اجرایی اقدام می‌نماید. تصمیم نهایی در خصوص انتخاب فعالیت‌های کاهش اثر و تدوین پلان «کاهش اثر» با هیأت اجرایی خواهد بود. در این مرحله هم با بازدیدهای میدانی و تخمین اراضی و برآورد هزینه-سود به تفکیک باغی، کشاورزی آبی، دیم و مرتع، عوامل اقتصادی مشخص شده است.

فاز پنجم: تشکیل و فعال‌سازی تیم پایش، نظارت و

هشدار به هنگام: این تیم از مجموعه‌ای از متخصصان و دانشگاهیان تشکیل شده است که با آخرین امکانات علمی موجود به ارزیابی شاخص‌های تعریف شده می‌پردازند و شرایط حوضه را از نظر خشک‌سالی با توجه به شرایط تدوین شده در برنامه «اگر آنگاه» به هیأت اجرایی در قالب یک گزارش ماهیانه اعلام می‌کنند. وظیفه این تیم آشکارسازی شرایط خشک‌سالی و پیش‌بینی شرایط پیش‌رو در ماه‌های آتی به‌صورت کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشد. این تیم همچنین مسئولیت ذخیره و مدیریت اطلاعات مربوط به شرایط خشک‌سالی و شاخص‌ها را بر عهده دارد و باید با ایجاد یک سامانه دسترسی آسان، امکان دسترسی تمامی ذی‌نفعان به این اطلاعات بر روی اینترنت را فراهم آورد. گزارش‌های این تیم مبنای تصمیم‌گیری هیأت اجرایی و تمامی ذی‌نفعان با توجه به شرایط موجود از نظر خشک‌سالی می‌باشد. نتیجه کار این تیم به‌صورت شرایط متغیر خشک‌سالی که در مراحل قبل تدوین شده بود، به‌صورت تأثیر آن بر اقتصاد آبخیزنشینان برآورد شد. برای هر یک از شرایط احتمالی میزان خسارت‌ها مشخص شده است.

فاز ششم: تدوین زیر برنامه‌های کاهش اثر و

آنگاه اگر: در این فاز هیأت اجرایی با توجه به نظرات و گزارشات تیم‌های کاری و نیز با مشارکت نمایندگان

فاز هفتم: فعال‌سازی و نظارت بر برنامه «اگر آنگاه»: در این فاز پس از اطلاع‌رسانی در میان ذی‌نفعان، پلان فعال می‌شود و برنامه‌های آن با توجه به شرایطی که در آن قرار داریم، به اجرا در می‌آید. فعال‌سازی و نظارت بر اجرای این برنامه وظیفه تیم کنترل و پاسخ می‌باشد. این تیم با تیم نظارت و پیش و هشدار به هنگام در ارتباط است و گزارش‌های خود را هر ماه به هیأت اجرایی ارائه می‌دهد.

فاز هشتم: فعال‌سازی و نظارت بر برنامه کاهش اثرات: در این گام برنامه کاهش اثر، فعال و برنامه‌های تدوین شده به اجرا گذاشته می‌شوند. این برنامه اطلاع‌رسانی عمومی می‌شود و فعالیت‌های آموزشی و سایر برنامه‌های آن مطابق برنامه تدوین شده به اجرا گذاشته می‌شوند. نظارت بر اجرای این پلان بر عهده تیم کاهش اثر می‌باشد که گزارش‌های آن هر سه ماه به هیأت اجرایی و تیم ارزیابی اثرات ارائه خواهد شد. این مرحله و فاز هفتم نتیجه بازخورد اجرای برنامه است که امکان ارزیابی آن وجود نداشته است اما بعد از اجرای آن بایستی انجام شود.

فاز نهم: بازخوانی، کنترل، اصلاح و به روز رسانی کل پلان و زیرپلان‌ها: کل این برنامه در مرحله اول پس از دو سال از اجرا و در دفعه‌های بعدی هر پنج سال مورد بازنگری و اصلاح قرار می‌گیرد. با توجه به در نظر گرفتن شش مرحله از نه مرحله برنامه مدیریت ریسک خشک‌سالی کشاورزی بر اساس سناریوهای مختلف خشک‌سالی و شناخت منابع و مصارف در حوضه و مسائل اقتصادی برنامه اولیه با این هدف که چگونه می‌توان خسارات خشک‌سالی کاهش داد اجرا شد. بر این اساس که در این حوضه کشاورزی آبی و دامپروری اقتصاد عمده ساکنین است می‌تواند با کاهش سطح زیر کشت و کاهش تعداد دام در مرتع و تهیه علوفه کافی برای دام‌ها در خشک‌سالی‌ها متناسب با شدت وقوع خشک‌سالی میزان خسارات را طبق جدول ۳ کاهش داد. این اعداد بر اساس اطلاعات سطح زیر کشت و سطح مراتع و همچنین برآوردهای اقتصادی اهالی ساکن در این حوضه از درآمدها و خسارات و تأثیر کاهش خسارات برآورد شده است.

ذی‌نفعان و پس از تحلیل استراتژی به تدوین زیربرنامه‌های اصلی «اگر آنگاه» و «کاهش اثرات» اقدام می‌کند. در این گام در هر بار تدوین این زیربرنامه‌ها، هیأت اجرایی فعالیت‌های کاهش اثر و برنامه‌های اجرایی در حوضه و قوانین و مقررات لازم برای یک دوره پنج ساله (دو ساله برای نخستین بار) را تدوین می‌نماید.

سازمان ملل هم یک تعریف برای برنامه اگر آنگاه دارد که بر این اساس برنامه «اگر آنگاه» شامل یک فرایند مدیریتی می‌باشد که به تحلیل رخ داده‌های بالقوه و شرایط اضطراری می‌پردازد که ممکن است به اجتماع یا محیط زیست آسیب برساند. این پلان ترتیباتی را اتخاذ می‌کند تا در چنین شرایطی و برای چنین رخ دادهایی پاسخ‌های مناسب و کارآمد و به موقع از قبل به اجرا گذاشته شود. این پلان برای خشک‌سالی شرایط مختلفی را با توجه به تعریف ارائه شده و شاخص‌های مورد ارزیابی در نظر می‌گیرد و برای هر مرحله به تدوین یک سری از فعالیت‌های اختیاری و اجباری و قوانین و مقررات و برنامه‌های کاهش اثر و آسیب‌پذیری می‌پردازد. این برنامه مجری و ناظر اجرای فعالیت‌های کاهش اثر و پاسخ در مراحل مختلف خشک‌سالی می‌باشد. چهار احتمال اصلی که باید در خصوص شرایط خشک‌سالی در این برنامه در نظر گرفته شوند، شامل: شرایط نرمال، شرایط خشک-سالی متوسط، شرایط خشک‌سالی شدید و شرایط خشک‌سالی بسیار شدید، می‌باشند.

برنامه «کاهش اثرات» بر اساس تحلیل استراتژی به نگارش در می‌آید و شامل کلیه فعالیت‌های عملی مصوب هیأت اجرایی به‌منظور کاهش میزان آسیب‌پذیری و اثرات خشک‌سالی در حوزه آبخیز برای یک دوره پیش‌روی پنج ساله خواهد بود. برخی از این برنامه‌ها می‌توانند شامل مواردی از قبیل: اطلاع‌رسانی عمومی، تأکید بر آموزش با هدف ایجاد فرهنگ کاهش آسیب‌پذیری، برنامه‌های افزایش آمادگی، پیشگیری، تحمل‌پذیری و سازگاری در برابر خشک‌سالی، حمایت از فعالیت‌های داوطلبانه و برنامه‌های تشویقی مالیاتی و نیز برنامه‌های اجباری کاهش اثرات و فعالیت‌های زیرساختی و زیربنایی می‌باشند.

جدول ۳- میزان خسارات و میزان کاهش خسارات با توجه به انواع شدت خشک‌سالی

ردیف	وضعیت خشک‌سالی	کاهش درآمد کشاورزان	کاهش درآمد دامپروران	میزان خسارات کشاورزان (میلیون ریال)	میزان خسارات دامپروران (میلیون ریال)	کاهش خسارات کشاورزان (میلیون ریال)	کاهش خسارات دامپروران (میلیون ریال)	جمع کاهش خسارات (میلیون ریال)
۱	ضعیف	۱۰	۱۰	۱۰۵۰	۲۴۰۰	۳۵۰	۷۰۰	۱۰۵۰
۲	متوسط	۱۵	۱۵	۱۵۷۵	۳۶۰۰	۶۵۰	۱۸۰۰	۲۴۵۰
۳	شدید	۲۰	۲۰	۲۱۰۰	۴۸۰۰	۷۵۰	۲۴۰۰	۳۱۵۰
۴	بسیار شدید	۳۰	۳۰	۳۱۵۰	۷۲۰۰	۱۰۰۰	۳۲۰۰	۴۲۰۰

نتیجه‌گیری

برنامه پیشنهادی مدیریت ریسک خشک‌سالی کشاورزی به‌طور کلی شامل مراحل مختلف است که در قسمت‌های قبلی به آن اشاره شد. اگر چه در این تحقیق هفت مرحله از نه مرحله طراحی شده به‌دلیل اجرا نشدن فازهای اجرای و ارزیابی قابل نتیجه‌گیری نبود اما این برنامه بر اساس نتایج هفت فاز آن توانست با ارائه یک پیشنهاد مشخص از نظر هزینه و سود در شرایط مختلف خشک‌سالی (از نظر شدت) میزان کاهش اثرات اجرای برنامه را در راستای کاهش خسارات خشک‌سالی بیان کند. از مزیت‌های این برنامه الگوهای اجرایی آن برای شرایط مختلف خشک‌سالی بر اساس نظرات دی‌نفعان تدوین شده که این امر می‌تواند امکان اجرایی آن را در محدوده حوضه انتخابی افزایش دهد.

نتایج بررسی‌های به‌عمل آمده نشان داد، درآمد ۴۱ میلیارد ریالی در این زیرحوضه از بخش کشاورزی و دام وجود دارد که در خشک‌سالی ضعیف می‌تواند به میزان ۳۴۵۰ میلیون ریال خسارت ببیند و میزان کاهش خسارات در اثر اجرای برنامه پیشنهادی ۱۰۵۰ میلیون (۳۰ درصد) باشد. همچنین، در خشک‌سالی متوسط میزان خسارات ۵۱۷۵ میلیون ریال و میزان کاهش خسارات در نتیجه اجرای برنامه پیشنهادی ۲۴۵۰ میلیون ریال (۴۷ درصد) و در خشک‌سالی شدید میزان خسارات ۶۹۰۰ میلیون ریال و میزان کاهش خسارات ۳۱۵۰ میلیون ریال (۴۶ درصد) برآورد شده است. در خشک‌سالی بسیار شدید میزان خسارات ۱۰۳۵۰ میلیون ریال و میزان کاهش خسارات هم ۴۲۰۰ میلیون ریال حدود ۳۱ درصد

برآورد شده است. این کاهش خسارات در نتیجه برنامه‌ریزی برای بهبود مدیریت آب در مزرعه و افزایش راندمان آب مصرفی؛ کاهش سطح زیرکشت؛ کاهش تعداد دام در مرتع و خرید به موقع علوفه حاصل می‌شود. در حالی که با اقدامات جانبی دیگر مانند تغییر الگوی کشت و تدوین برنامه چگونگی چرا در مرتع می‌تواند خسارات ناشی از خشک‌سالی را بیش از این کاهش دهد. نتیجه این قسمت از برنامه زمانی آشکار می‌شود که برنامه مدیریت ریسک خشک‌سالی اجرا و نواقص مراحل نه گانه آن بازبینی و دی‌نفعان و تصمیم‌گیران هم تجربه بهتر کسب نمایند و هم از موایده آن بهره‌مند شوند.

برای ارتقای برنامه و تاثیرگذاری بیشتر برنامه تدوین شده، پارامترهای دیگری را هم بایستی مد نظر قرار داد، مانند: اطلاع‌رسانی عمومی و آموزش؛ برنامه‌های افزایش تحمل‌پذیری و سازگاری؛ حمایت از فعالیت‌های داوطلبانه و برنامه‌های تشویقی مالیاتی؛ فعالیت‌های زیرساختی و زیربنایی (دولتی، خصوصی، سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت)؛ برنامه‌ها و فعالیت‌های کاهش اثرات، ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌ها؛ برنامه‌های آمادگی و پیشگیری؛ ایجاد مشوق‌های قوی اقتصادی برای صرفه‌جویی آب؛ ایجاد شبکه داده‌های به روز و قابل دسترس برای استفاده‌کنندگان.

تشکر و قدردانی

از کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی استان قزوین، شورای اسلامی و بخشداری الموت که در جمع‌آوری اطلاعات میدانی همکاری موثری داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Fatehi Marj, A. and M.H. Davoodi. 2013. Drought management guidelines examples of application in Mediterranean Countries. Tehran, Abkhiz, 80 pages (in Persian).
2. Hong, W., A. Donald and A. Wilhite. 2004. An operational agricultural drought risk assessment model for Nebraska, USA. Published in Natural Hazards, 33(2004): 21-32.
3. Wilhite, D., A. Michael, J. Hayes, C. Knutson and K.H. Smith. 2005. Planning for drought: moving from crisis to risk management. Journal of the American Water Resources Association, 36(4): 697-710.
4. Willhite, A., M.J. Hayes and C.L. Knutson. 2005. Drought preparedness planning: building institutional capacity (10 steps). CRC Press, 44 pages.
5. UNISDR and NDMC. United Nations: The World Bank, May 2009, Drought Risk Reduction, Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action, Published by the United Nations secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction.