



بررسی خشکسالی و کاهش آب‌های زیرزمینی در ولایت هرات و راههای مقابله با آنها

نظام الدین تیموری عضو کادر علمی دیپارتمنت سیول پوهنځی انجینیری پوهنتون جامی هرات
سیدبصیراحمد ایوبی عضو کادر علمی دیپارتمنت سیول پوهنځی انجینیری سیول پوهنتون جامی هرات.
سیدعبدالباسط رحمانی عضو کادر علمی دیپارتمنت سیول پوهنځی انجینیری پوهنتون جامی هرات.

A study on Drought and Numerical of Groundwater in Herat city and the solutions

Abstract

Since beginning of history, drought has been a part of environmental and climate change. Lack of water and mismanagement of underground water resources and lack of control over surface water resources have created serious and considerable risks in Afghanistan, especially in Herat province. The lack of proper management of surface water has caused farmers to use underground water sources, which has significantly reduced the water tables of this province. The rainfall in Herat city declined in last years and unnecessary consumption of fresh water from solar pump- wells are the major and fundamental reasons for the drop in groundwater in this province, which has increased the amount of drought in this province. Due to the lack of sufficient rain and the lack of management of surface water in this province, the farmers of Herat have irrigated thousands of hectares of land with the use of solar-pump wells, which has reduced the level of underground water. Since the consumption of the citizens of Herat province is only from underground water sources, this issue has caused the citizens of this province worry. In the future, it can cause serious water shortage problems and increased drought in this area. On the other hand, a serious threat to the environment and water resources in a country like Afghanistan, which is located in the land is so important. The state of rainfall and the limitation of water resources and the climatic conditions of the country show the fact that there should be a plan for the phenomenon of drought and the management of groundwater resources and seriously deal with its effects and consequences when it occurs. Paying attention to proper management and reducing drought in the development of regions requires planning and implementing which itself requires the use of sufficient knowledge in predicting drought.

Keywords: Underground water, dry land and drought, irrigation management and limitation of water resources

¹ Email: n.timory@jami.edu.af



چکیده

از ابتدای تاریخ، خشک سالی بخشی از تغییرات آب و هوایی محیط بوده است. کمبود آب از یک طرف و استفاده بی‌رویه و نادرست از منابع آب‌های زیرزمینی و عدم کنترل منابع آب‌های سطحی خطرات جدی و قابل ملاحظه‌ای را در افغانستان و به خصوص ولایت هرات بوجود آورده است. عدم مدیریت درست از آب‌های سطحی باعث شده است که کشاورزان از منابع آب‌های زیرزمینی استفاده نمایند که سفره‌های آبی این ولایت را به صورت چشم‌گیر کاهش داده است. کاهش شدید بارندگی و مصرف نادرست از آب‌های شیرین و حفر خودسر چاه‌های عمیق از دلایل عمده و اساسی افت آب‌های زیرزمینی در این ولایت می‌باشد، که میزان خشک سالی را در این ولایت افزایش داده است. کشاورزان هرات به خاطر نبود باران کافی و عدم مدیریت آب‌های سطحی در این ولایت طی سال‌های اخیر برای آبیاری زمین‌هایشان اقدام به حفر چاه‌های عمیق نموده و با استفاده از سولرها به گونه‌ی افراطی هزاران هکتار زمین را آبیاری کرده‌اند که باعث کاهش شدید آب‌های زیرزمینی شده است. از آنجاییکه مصرف شهروندان ولایت هرات تنها از منابع آب زیرزمینی می‌باشد این موضوع باعث نگرانی شهروندان این ولایت شده که در آینده می‌تواند مشکلات کم‌آبی جدی و افزایش خشک سالی را در این ناحیه به وجود آورد. از طرف دیگر، تهدیدی جدی برای محیط زیست و منابع آب در کشوری مثل افغانستان که از جمله مناطق خشک جهان است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش تحقیق در این مقاله متکی بر شبیه‌سازی آب‌های زیرزمینی هرات، مشاهده ساحوی از وضعیت چاه‌ها و مطالعات در باره خشک سالی و راه‌های مقابله با آن می‌باشد. نتایج فوق بیانگر این است که روند خشک سالی و کاهش آب‌های زیرزمینی در این ولایت به شدت رو به افزایش است. هدف از تحقیق فوق مدیریت بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی و اجرای اقدامات پیشگیرانه در مقابله با پدیده خشک سالی می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب‌های زیرزمینی، خشکی و خشک سالی، مدیریت آبیاری و محدودیت منابع آبی



۱- مقدمه

بطور کلی خشک‌سالی به نبود یا اندک بودن باران در یک دوره‌ی طولانی گفته می‌شود که باعث عدم توازن در میزان آب و در نتیجه آن، کمبود آب، نابودی گیاهان، کم شدن شدت جریان آب، کاهش عمق آب‌های سطحی و خاک مرطوب و نیز فرسایش خاک می‌شود. به عبارت دیگر خشک‌سالی زمانی رخ می‌دهد که تبخیر سطحی و تبخیر آب از گیاهان از حد معمول در مدت معین بیشتر باشد.

افغانستان تنها کشوری نیست که در سال‌های اخیر با بحران آب درگیر شده است بلکه جهان در حال تجربه بحران آب می‌باشد. افغانستان با قرار گرفتن در کمربند خشک کره زمین با مشکل کم‌آبی مواجه می‌باشد. رشد جمعیت و نیاز به محصولات کشاورزی و محدودیت منابع آب و خاک به عنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی مسئله کم‌آبی را به گونه‌ی بسیار جدی فراروی افغانستان قرار داده است. در واقع خشک‌سالی نیز به عنوان یک پدیده طبیعی همچون سایر پدیده‌های طبیعی به مدد دانش، آگاهی، برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح قابل پیش‌بینی و کنترل می‌باشد. میانگین بارندگی در ولایت هرات سالانه ۲۰۰ میلی‌متر تخمین زده شده است. با توجه به آمار ثبت شده این میزان نیز طی سال‌های اخیر کاهش یافته است. بنابراین مسئولین و دست‌اندرکاران بحران آب در مقطع کنونی نایبستی نگرشی مقطعی و آنی داشته باشند بلکه بر مبنای مقابله اضطراری و تدوین یک برنامه‌ی بلند مدت منظم و مداوم جهت آمادگی و پیش‌گیری از گسترش بحران خشک‌سالی، جلوگیری کنند.

خشک‌سالی و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و عدم مدیریت آب‌های سطحی در سال‌های اخیر مشکلات جدی را برای ولایت هرات فراهم ساخته است. از جمله می‌توان به افت آب‌های زیرزمینی، نشست سطح زمین حاصل از این کاهش، تحت تاثیر قرار گرفتن کیفیت آب و موارد همچون مهاجرت اجباری از بعضی ساحات ولایت هرات و افزایش آلودگی هوا مانند گرد و غبار عنوان کرد. بلایای جوی و اقلیمی در واقع پدیده‌های طبیعی خاص هر منطقه هستند که وقوع شان غیرقابل اجتناب است. البته چنانچه مواجهه صحیح با این پدیده‌های طبیعی انجام شود، در بسیاری موارد می‌توان از تبدیل آنها به بلا اجتناب نموده یا اینکه خسارات‌شان را کاهش داده و به حداقل رسانید. روش‌های نوین مدیریت کاهش بلایای جوی بیش از آن که بر امکانات و تجهیزات سخت افزاری متکی باشند، بر تدوین پلان‌ها، برنامه‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مختلف برای کاهش اثرات و



نیز جبران خسارت‌ها مبتنی هستند. موارد ذیل را می‌توان از این جمله برشمرد: شناسایی و مکان‌یابی بلایا، پیش‌بینی بلایا قبل از وقوع، مدیریت کاهش اثرات بلایا، استفاده از بیمه در جهت کاهش خسارات، هدایت مردم و صاحبان مشاغل به سمتی که در زمان وقوع حادثه بتوانند خود مدیریت حوزه‌های شخصی خود را بر عهده گیرند، پایش و دیده بانی بلایا، پایش آگاهی و اطلاع رسانی عمومی، تبلیغات و آموزش عمومی هر چه بیشتر جهت آگاهی مردم. خشک سالی به عنوان یک خطر طبیعی از پدیده‌های اجتناب ناپذیر است که از دیرباز در حالت و سبب کشورهای مختلف به خصوص کشورهای خشک و نیم‌خشک را احاطه نموده است.

۱- مواد و روش کار

در این تحقیق از دو روش میدانی و کتابخانه‌ای استفاده شده است. در قسمت بررسی آب‌های زیرزمینی شهر هرات در ابتدا اطلاعات مورد نیاز شامل اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و سایر اطلاعات صحرایی و مورد نیاز گردآوری شده و سپس با استفاده از اطلاعات دست‌داشته مدل مفهومی اولیه دشت تهیه شد. در این مرحله با استفاده از نرم افزار GIS اطلاعاتی در خصوص ضخامت آبرفت، شرایط مرزی، اطلاعات بیلان و غیره تهیه گردیده و به مدل ریاضی وارد شده و واسنجی مدل از بار محاسباتی و بار مشاهداتی در شرایط ماندگار و غیر ماندگار انجام گردید و نیز در قسمت جمع آوری اطلاعات درباره وضعیت خشک‌سالی، از مناطق مورد نظر و چاه‌های مشاهدتی از ساحه به طور مستقیم دیدن به عمل آمده است. بعد از بررسی‌ها و مشاهدات ساحوی روش‌های مطالعاتی استفاده شده است.

۱-۲ مشخصات منطقه مورد مطالعه

شهر هرات، از جمله شهرهای بزرگ و مهم افغانستان است. پس از کابل، دومین شهر پرجمعیت افغانستان محسوب می‌شود. هرات قطب صنعتی و مهم‌ترین کانون فرهنگی-هنری افغانستان به شمار می‌آید. رودخانه معروف هریرود از کنار این شهر می‌گذرد و نام هرات از نام این رود گرفته شده است. هرات از طرف شمال به ولایت بادغیس و جمهوری ترکمنستان، از طرف جنوب به ولایت فراه، از طرف شرق به ولایت غور و از طرف غرب با جمهوری اسلامی ایران هم مرز است. این شهر دارای ۱۵ ناحیه می‌باشد که طبق برآورد منابع داخلی، یک میلیون از جمعیت سه میلیونی ولایت هرات، در این شهر زندگی می‌کنند. شهر هرات از جمله شهرهای سرد سیر به شماررفته، تابستان آن گرم و زمستان آن سرد می‌باشد. گرچه معلومات دقیق در رابطه با ترسبات اتمسفری و نوسانات



درجه حرارت در سال وجود نداشته ولی یخبندان در این ولایت در موسم زمستان آغاز می‌گردد و ندرتاً به منفی ۱۰ درجه می‌رسد. در زمستان سال ۱۴۰۱ به طور استثنایی درجه حرارت به منفی ۲۴ درجه سانتی‌گرید رسید. در تابستان درجه حرارت به ۳۵ درجه سانتی‌گرید و بعضاً الی ۴۵ درجه سانتی‌صعود می‌نماید. ولایت هرات از سطح بحر ۹۶۴ متر ارتفاع داشته آب و هوای آن در تابستان خیلی گرم و در زمستان سرد می‌باشد.

شهر هرات در یکی از هموارترین مناطق جغرافیایی افغانستان موقعیت دارد. هرات از لحاظ موقعیت جغرافیایی در ۶۲ درجه ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است.

۲-۲ خشک‌سالی

خشک‌سالی وضعیتی از کمبود بارندگی و افزایش دماست که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد. خشک‌سالی (drought بر وزن out) غالباً به عنوان یک پدیده خزنده توصیف می‌شود و بر خلاف سیل و بارندگی که شما می‌دانید چی زمانی شروع شده، چی زمانی خاتمه پیدا کرده و در چی محدوده‌ای بوده است. توصیف زمانی و مکانی خشک‌سالی بسیار مشکل است. ممکن است هفته‌ها و یا ماه‌ها طول بکشد تا شما واقعا تشخیص دهید که آیا خشک‌سالی اتفاق افتاده است و یا خیر و به همین ترتیب ممکن است مدت‌ها پس از شروع بارندگی‌ها بازهم اثرات خشک‌سالی وجود داشته باشد. تعریف خشک‌سالی و چگونگی ارتباط آن با پدیده‌های هیدرولوژی بسیار مشکل است. زیرا اولاً خشک‌سالی ممکن است بطور همزمان تمام اجزاء سیستم هیدرولوژی را تحت تاثیر قرار ندهد، مثلاً ممکن است رطوبت خاک بسیار پایین و زمین‌ها خشک باشد، ولی دریاها آبدار باشند. در چنین مواردی دیمه‌کاران و زارعین با مشکل مواجه خواهند بود، ولی شهرهای که از آب دریاها استفاده می‌کنند با مساله‌ای روبرو نخواهد بود. ثانیاً خشک‌سالی یک پدیده‌ی مطلق نبوده، بلکه معرف کمبود نسبی رطوبت می‌باشد. در این صورت تقاضای زیاد برای آب نیز می‌تواند خشک‌سالی ایجاد کند، در حالی که بارندگی ممکن است به صورت طبیعی بوده باشد. در هر حال برای تعریف خشک‌سالی باید ابتدا هدف مشخص شود، مثلاً وقتی صحبت از خشک‌سالی کشاورزی می‌شود معلوم است که بیشتر روی رطوبت خاک توجه می‌کنیم در صورتی که خشک‌سالی هیدرولوژی بیشتر روی دریاها توجه دارد و خشک‌سالی هواشناسی مربوط به دوره‌هایی است که در آن مقدار بارندگی کمتر از نرمال باشد. غالباً خشک‌سالی‌ها از خشک‌سالی هواشناختی شروع شده و به ترتیب



خشک‌سالی هیدرولوژیکی، خشک‌سالی کشاورزی و سرانجام خشک‌سالی اجتماعی - اقتصادی را در پی دارد. در خشک‌سالی‌ها باید مقدار نرمال بارندگی یا دبی دریاها را ملاک قرار گیرد که برای محاسبه آن حداقل نیاز به داشتن سی سال آمار خواهد بود و لذا با داشتن آمار ده الی پانزده سال نمی‌توان وجود خشک‌سالی را تحلیل کرد. فعالیت‌های انسان تا اندازه‌ی زیادی اثرات خشک‌سالی‌ها را تغییر داده و ممکن است نتوان به خوبی ابعاد خشک‌سالی را تعیین کرد. بسیاری از تعاریف خشک‌سالی این ایده را در ذهن تداعی می‌کنند که خشکی دورانی است که در آن موجودیت آب کمتر از حد نرمال باشد. این دوره می‌تواند هفته، ماه، سال و حتی سال‌های باشد. اما اینکه تا حدی پایین‌تر از نرمال را در نظر بگیریم خود موضوعی است که حساسیت آن بستگی به شرایط زمانی و آب و هوایی دارد، مثلاً در کشاورزی ممکن است رطوبت خاک در زمستان کمتر از نرمال باشد، اما چون نیاز به آب در آن فصل شدید نیست حساسیت کمبود رطوبت نسبت به نرمال در تابستان بیشتر محسوس می‌باشد. حتی در تابستان هم بعضی دریاها ممکن است حساس‌تر باشند. مثلاً در زراعت گندم یا ذرت برخی دره‌های رشد (مانند گلدهی یا دانه‌دهی) وجود دارد که حساسیت گیاه به کم‌آبی شدید بوده و هرگونه خشک‌سالی باعث کاهش شدید محصول می‌گردد. تمام این‌ها نشان دهند این است که در بررسی خشک‌سالی باید هدف مشخص باشد. یکی از موضوعات دیگری که بر اثرات خشک‌سالی تاثیر شدید دارد فعالیت‌های انسان در انتقال بین حوضه آب یعنی جابجایی آب از یک حوضه آبریز به حوضه دیگر و انحراف و استفاده از آب در داخل یک حوضه است بدون اینکه به اثرات آن در پایین دست توجه شده باشد. در واقع با این کار بجای این که فعالیت‌های انسان در کنار آب و در همزیستی با آن صورت گیرد آب را به کنار خود انتقال داده و نقش‌های دیگر آب در محل اصلی خود حذف شده‌اند.

نکته‌ی دیگر در این مورد باید اشاره کرد آن است که خشک‌سالی پدیده‌ای است تصادفی - احتمالاتی و غیر قابل پیش‌بینی، اما زمانی که اتفاق افتاد برای مدت طولانی پابرجا باقی می‌ماند. برای این که خشک‌سالی را به لحاظ کمی تعریف کنیم روش‌های زیادی وجود دارد. از جمله این روشها آزمون دنباله‌ها (run approach) است. در آزمون دنباله‌ها خصوصیات تصادفی (استوکاستیک) سری‌های زمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش دیگری استفاده از نمایه‌های خشک‌سالی (drought indices) است. بعضی از این نمایه‌ها بسیار ساده و برخی از آنها کاملاً پیچیده و مشکل می‌باشد. ساده‌ترین نمایه خشک‌سالی این است که یک استانه را از نظر مقدار و زمان مشخص کرد



و شرایط را نسبت به آن سنجید. مثلا اگر مقدار ۲۰ میلی متر و تداوم یک ماه را برای خشک سالی فصل بهار انتخاب کرده باشیم هر زمان که مقدار بارندگی در فصل بهار طی یک ماه از ۲۰ میلی متر کمتر باشد، خواهیم گفت که در آن فصل با خشک سالی مواجه بوده ایم. چنانچه در هر دوره ۲ ماهه مقدار بارندگی از ۸۰ فیصد نرمال کمتر باشد آن دوره خشک محسوب می گردد (علیزاده، ۱۳۹۲: ۲۷۶).

۲-۳ آب و هوا

افغانستان در منطقه نیمه خشک زمین قرار گرفته است. درجه حرارت در این کشور از ۱۰- درجه سانتی گراد در زمستان تا ۳۴ درجه سانتی گراد در تابستان متغیر است. متوسط بارندگی در سطح کشور ۳۲۷ میلی متر در سال می باشد که البته این میزان در سطح کشور متغیر است. بیشترین میزان بارندگی در ارتفاعات مرکزی و شمال شرقی کشور و کمترین آن در جنوب غربی کشور می باشد. توزیع بارندگی در سطح کشور نشان می دهد که بیشتر از ۵۰ درصد کشور کمتر از ۳۰۰ میلی متر بارندگی دارند. حدود ۵۰ درصد بارندگی ها هم در زمستان اغلب به صورت برف در ارتفاعات رخ می دهد و بیشتر از ۳۰ درصد بارندگی ها در بهار انجام می شود. بنابراین روان آب حاصل از ذوب برف ها در بهار و تابستان را می توان رگ حیات زراعت در افغانستان نامید. در حقیقت کوهستان های مرتفع کشور به عنوان ذخیره های آب طبیعی برای فصول گرما عمل می کنند و آب را به صورت برف و یخ در خود نگه داشته و در فصول گرما با ذوب آنها به صورت آب در رودخانه ها جاری شده و در دسترس ساکنین منطقه قرار می گیرد.

میزان بارندگی در سطح حوضه هریرود بین ۱۵۰ تا ۳۵۰ میلی متر در سال متغیر می باشد که بیشترین میزان آن مربوط به شرقی ترین ارتفاعات حوضه (ارتفاعات مرکزی افغانستان) می باشد، بنابراین می توان میزان متوسط ۲۵۰ میلی متر بارندگی را برای کل سطح حوضه در نظر گرفت.

بطور کلی میزان بارندگی در غرب کشور از اوسط بارندگی کل کشور کمتر می باشد. طبق آمار موجود از سال ۱۹۴۱ تا ۱۹۸۸ و از سال ۲۰۱۱ تا سال ۲۰۲۲، متوسط بارندگی سالیانه در هرات ۲۰۰ میلی متر می باشد. بنابراین هرات نسبت به اوسط کل کشور دارای بارندگی کمتری بوده و وابستگی شدیدی به آب های جاری منطقه دارد.

تغییرات درجه حرارت از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ نشان می دهد که بیشترین درجه حرارت ثبت شده در هرات ۴۰ درجه سانتی گراد در سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۲ و کمترین آن ۲۰- درجه سانتی گراد در



سال ۲۰۲۳ می باشد. بررسی این جدول نشان می دهد که دمای هوای هرات از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۲ بالاتر شده و هوای منطقه گرم تر شده است. بیشترین میزان تبخیر در هرات که معرف حوضه هریرود پایینی می باشد در ماه جولای بیش از ۲۴۰ میلی متر گزارش شده است. بارندگی های حوضه هریرود بین ماه های اکتوبر تا جون سال آینده اتفاق می افتد و در ماه های جولای، اگست و سپتمبر در منطقه بارندگی به وقوع نمی پیوندد. بررسی ها انجام شده نشان می دهد که میزان بارندگی در ولایت هرات نسبت به ۲۰ سال اخیر ۴۰ فیصد کاهش یافته است که خود بیانگر افزایش خشک سالی در این ولایت می باشد (حسینی، ۱۳۹۷: ۲۳).

۲-۴ جمعیت

همانطور که می دانیم، سواحل هریرود از قدیم الایام شاهد برپایی تمدن هایی بوده است. هرات مهم ترین شهر این حوضه تمدنی است که گهواره تمدن منطقه نیز می باشد. اصولاً در منطقه ای که ما زیست می کنیم تمدن ها همیشه در کنار سواحل و رودخانه های بزرگ شکل گرفته اند و این نشان دهنده اهمیت دسترسی سهل و آسان به آب از دیرباز در این منطقه است. از جمله این تمدن ها می توان به تمدن های بین النهرین و ماوراءالنهر اشاره نمود.

از نظر تقسیمات هم اکنون قسمت های زیادی از ولایت هرات در حوضه هریرود قرار دارند که جمعیت زیادی در آنها ساکن هستند. هرات به عنوان قطب مسکونی غرب کشور از جایگاه ویژه ای در کشور برخوردار بوده و همواره یکی از مراکز جذب جمعیت در کشور به شمار رفته است. جمعیت هرات نیز در بیست سال اخیر افزایش یافته و باعث استخراج آب زیرزمینی از حد معمول گردیده است (حسینی، ۱۳۹۷: ۲۶).

۲-۵ هدر رفتن آب در بخش کشاورزی

مساله تامین آب یکی از مسائل بسیار مهم در توسعه جوامع بشری می باشد. دسترسی به آب به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از اهمیت بسیار بیشتری نسبت به سایر نقاط کره زمین برخوردار می باشد. آب های زیرزمینی مهم ترین منبع آب شیرین جهان هستند. آب آشامیدنی ۲ میلیارد نفر مستقیماً از آب های زیرزمینی تامین می شود و برای آبیاری بزرگترین بخش تهیه غذا در جهان استفاده می شود. با این حال، در بسیاری از مناطق در سراسر جهان، منابع آب های زیرزمینی پایین می روند زیرا با سرعتی بیش از بارش باران و برف و نفوذ آنها در خاک، از زیر زمین برداشت می شوند. رشد نفوس در کشورهای آسیای نسبت به تمام قاره ها از دید یافته است،



در صورت ادامه چنین حالت نه تنها کمبود آب برای کشاورزی بلکه برای نوشیدن به مشکلات مواجه خواهد شد. افغانستان یکی از کشورهای است که در چند دهه اخیر رشد نفوس چشم‌گیری داشته است. آب‌های زیرزمینی یکی از منابع اصلی تأمین آب نوشیدنی در تمام نقاط افغانستان می‌باشد. کاهش شدید سطح آب‌های زیرزمینی در افغانستان زنگ خطر درباره بحرانی شدن وضعیت آب را به صدا در آورده است از سوی دیگر استفاده آب‌های شیرین برای باغداری و زراعت از سوی زارعین و همچنین پارک‌های آبی، حوض‌ها و سونا‌های موجود در افغانستان باعث افت آب‌های زیرزمینی این کشور شده است.

شهر هرات یکی از شهرهای افغانستان می‌باشد که با این معضل به صورت جدی گرفتار است. کاهش شدید بارندگی و هدر رفتن آب‌های سطحی در این ولایت و عدم مدیریت درست از آب‌های زیرزمینی و استفاده بی‌رویه از آنها در سال‌های اخیر سفره‌های آبی این منطقه را تا عمق ۷ متر و در ساحات شمالی شهر تا حدود ۲۰ متر کاهش داده است. مصرف نادرست از آب‌های شیرین و حفر خودسر چاه‌های عمیق از دلایل عمده و اساسی افت آب‌های زیرزمینی در این ولایت می‌باشد. کشاورزان هرات طی سال‌های اخیر برای آبیاری زمین‌های شان اقدام به حفر چاه‌های عمیق نموده و با استفاده از سولرها به گونه‌ی افراطی هزاران هکتار زمین را آبیاری کرده‌اند. از آنجاییکه مصرف شهروندان شهر هرات تنها از منابع آب زیرزمینی می‌باشد این موضوع باعث نگرانی شهروندان این شهر شده است که در آینده می‌تواند مشکلات کم‌آبی جدی را در این ناحیه به وجود آورد.

(Mubaya C. P., & Mafongoya P, 2017: 17).

۳- یافته‌های تحقیق

۳-۱ کاهش شدید حوضه‌های آبریز (آب‌های سطحی)

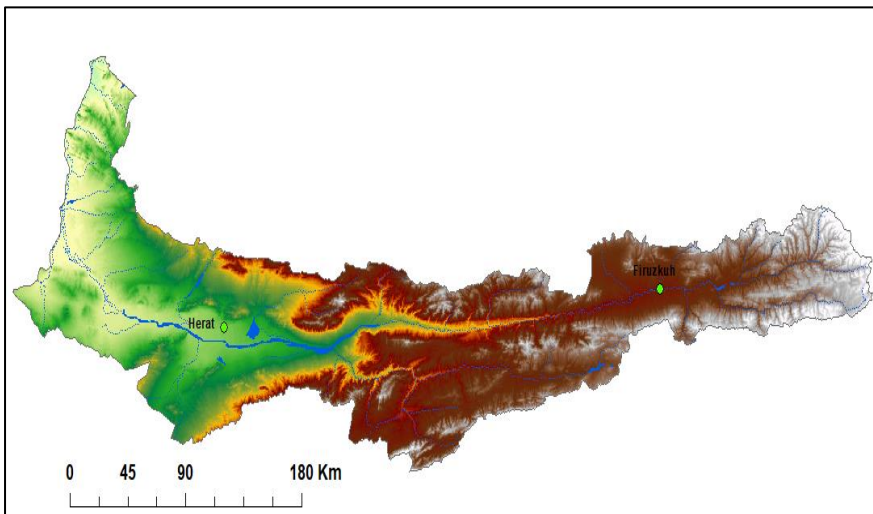
مهمترین اثر خشک‌سالی، بر منابع آب کشور است. با کم شدن بارندگی یا فقدان آن برای یک مدت طولانی در سال (خشک‌سالی)، مراتع، جنگل‌ها، مزارع و باغهایی که منابع آبی آنها ریزش‌های جوی است و نیز خاک و دیگر منابع طبیعی به طور مستقیم زیان می‌بینند. چون منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی از طریق بارش تأمین می‌شود، بنابراین فعالیت‌ها و تأسیسات وابسته به آنها، چه شهری و چه روستایی و چه صنعتی تحت تأثیر قرار گرفته و خسارات خواهند دید. بطور کلی تبدیل رودهای دائمی به رودهای فصلی و موقتی و در نهایت خشک شدن جریان آب در آن‌ها، شورتر و سنگین‌تر شدن آب رودها، آلوده شدن منابع آبی به میکروب، سموم و دیگر مواد کیمیای و کاهش ذخایر آبی

در پشت سدها از جمله آثار عمومی خشک‌سالی بر آب‌های سطحی جاری می‌باشد. با توجه به تغییرات اقلیم که متأسفانه دامنگیر افغانستان نیز شده است، کاهش منابع آب سطحی از ۸۴ میلیارد مترمکعب در سال ۱۹۹۶ به ۴۶/۴۶ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۲۲ قابل درک است. مقایسه آبدهی حوضه‌های آبریز کشور (جدول ۱) نشان می‌دهد که بیشترین کاهش آبدهی در حوضه آمو دریا رخ داده است.

جدول ۱: مقایسه آبدهی حوضه‌های آبریز اصلی کشور بین سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۲۲ بر اساس میلیارد مترمکعب

مجموع	هریرود-مرغاب	شمال	هلمند	کابل-ایندوس	آمودریا	آبدهی ۱۹۹۶
۸۴/۰۱	۳/۰۶	۱/۸۸	۹/۳	۲۱/۶۵	۴۸/۱۲	۱۹۹۶
۴۶/۴۶	۲,۰۶	۲	۷/۴	۱۶	۱۹	آبدهی ۲۰۲۲

طوری‌که در جدول بالا مشاهده می‌شود آب دریای هریرود نیز تقریباً ۴۰ فیصد کاهش داشته و باعث خشک شدن این دریا شده است که فقط در فصولی که بارندگی زیاد باشد آبدهی دارد.



شکل ۱: نقشه رقومی ارتفاعی حوضه آبریز هریرود با استفاده از DEM ۹۰ متری

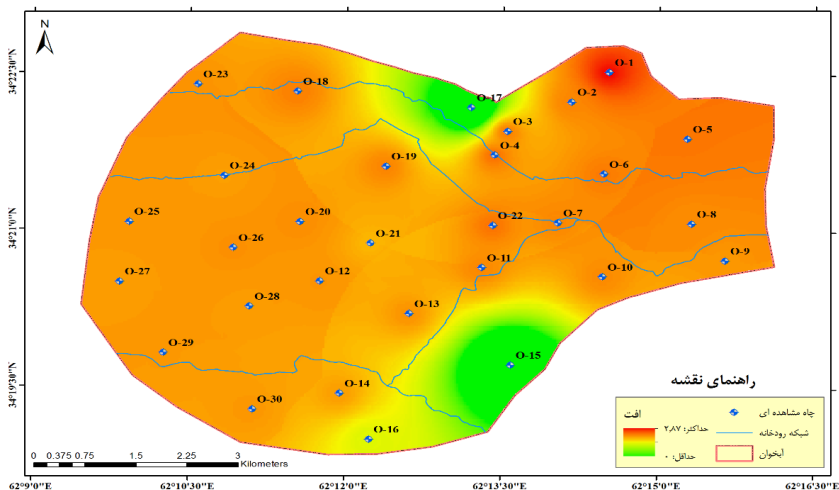
۲-۳ کاهش زرع محصولات زراعتی

زراعت پرمصرف ترین بخش منابع آب است. مصرف آب در بخش زراعت به خصوص در افغانستان که از روش های سنتی آبیاری استفاده زیادی می کند و هنوز سیستم های مدرن آبیاری در آن گسترش نیافته میزان مصرف آب نسبت به کشورهای توسعه یافته زیاده تر است. بنابراین در نواحی خشک و نیمه خشک مانند افغانستان، خشک سالی از طرق مختلف بر زراعت اثرات زیان بخشی را وارد می کند که از جمله می توان به کمبود بارندگی برای زراعت های دایمی، کمبود آب آبیاری، افزایش آفات گیاهی، زیاد شدن نسبی علف های هرزه در مزارع وعدم امکان استفاده کافی از کود کیمیایی، اشاره نمود.

نتیجه پدیده های فوق در نهایت منجر به کاهش محصول، کیفیت پایین تولیدات و سرانجام وخیم شدن اوضاع زراعتی و وضعیت کشاورزان و در نهایت کاهش درآمد ملی و درآمد کشاورزی می گردد (شایان نژاد، م؛ عابدی، م. ع، ۱۳۸۵: ۱۴).

۳-۳ کاهش سطح آب های زیرزمینی

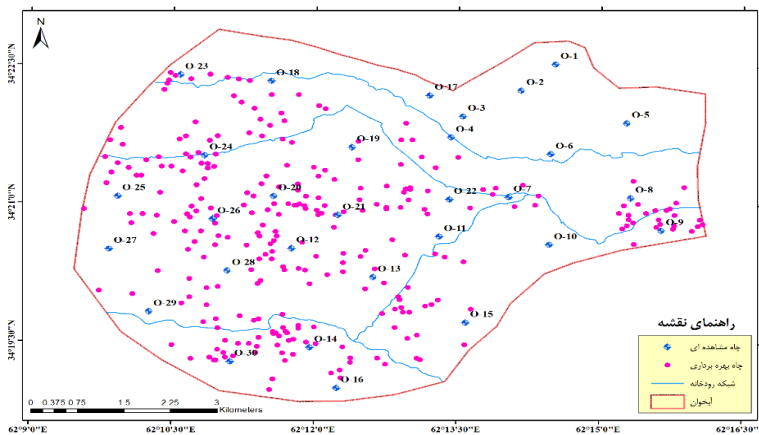
نظر به کاهش شدید بارندگی در ولایت هرات و عدم مدیریت منابع آب های سطحی در این ولایت بیشتر از کشاورزان با ایجاد چاه های سولری آب های زیرزمینی را استخراج نموده و نظر به پیش بینی مدل آب های زیرزمینی نشان می دهد که در سه سال آینده افت آب های زیرزمینی ولایت هرات به صورت متوسط ۷ متر و در پنج سال آینده ۱۶ متر خواهد رسید (تیموری، ۱۳۹۹: ۸۶).



شکل ۲: پیش بینی افت آب های زیرزمینی شهر هرات در ۷ سال آینده

۳-۴ وخیم ساختن اوضاع چاه‌های منطقه

نظر به سروی صورت گرفته در ولسوالی‌های ولایت هرات و نیز در مرکز این ولایت از چاه‌های موجوده، چاه‌های که عمق سطح آبدهی شان بین ۲۰ الی ۳۰ متر بوده خشک گردیده و نیاز به حفر مجدد دارد. نتایج فوق نشان می‌دهد که بیشتر چاه‌های ولایت هرات از حالت مؤثر در قسمت آبدهی برخوردار نمی‌باشد و زنگ خطر جدی خشک‌سالی را به صدا درآورده است (تیموری، ۱۳۹۹: ۴۷).



شکل ۳: موقعیت منابع آبی شهر هرات

۳-۵ اثر خشک‌سالی بر جامعه، درآمد ملی، دولت و بروز قحطی

خشک‌سالی علاوه بر اثرات مخرب بر اقتصاد، تا حدی نیز بر مسائل اجتماعی تاثیر گذار است، از جمله مهمترین این عوامل، شامل موارد ذیل می‌باشد:

- با بروز خشک‌سالی و به ویژه ادامه آن، از یک طرف مواد غذایی مورد نیاز جمعیت با فرهنگ شهرنشینی پرمصرف در کشور کاهش می‌یابد و از سوی دیگر، مسئله واردات و وابستگی به خارج که بدترین نوع وابستگی است، مطرح می‌گردد.
- کشاورزان یعنی تولیدکنندگان، با مهاجرت خود به شهرها، به مصرف کننده‌گان تبدیل می‌شوند، در حالی که منابع تولید (آب و خاک) آنها در محل بدون استفاده می‌مانند یا درست از آنها بهره برداری نمی‌شود و از طرف دیگر اشتغال در شهرها دچار مشکل می‌شود که چنین وضعیت در ولایت هرات عملاً جریان دارد.

به طور خلاصه می توان ذکر نمود که مهمترین اثرات خشک سالی عبارتست از کاهش سرمایه از طریق کاهش درآمد جهانگردی، افزایش فقر و تشدید بیکاری به علت کاهش مشاغل و دارایی ها و افزایش بدهی و ریسک اعتباری برای مؤسسات مالی و در نتیجه افزایش مشکلات مالی می باشد (شاهی، ۱۳۸۹: ۱۲۲).



شکل ۴: نمونه از چاه های مشاهده ی در ولسوالی کهسان ولایت هرات

۳-۶- راهکارهای قبل از خشک سالی

- پیش بینی خشک سالی

قبل از هر گونه اقدام عملی برای کاهش خسارت های خشک سالی اتخاذ پلان های راهبردی می تواند مشکل گشا باشد. این پلان های باید بر مبنای باور داشتن واقعیت کم آبی در منطقه باشد بطور مسلم این دیدگاه می تواند در سیاست گذاری ایجاد صنایع با مصرف آب کم و کشت های مناسب با وضعیت کم آبی کار آمد باشد. همچنین اتخاذ روش هایی جهت بهره گیری حداکثر ممکن از نزولات جوی (برف و باران) نیز می تواند در جلوگیری از بحران خشک سالی پیش از وقوع آن بسیار مهم تلقی شود. نقشه های پیش بینی هواشناسی قابلیت های مناسبی را برای ارائه آگاهی لازم در خصوص رخداد بارندگی را دارا می باشد تا به عنوان یک الگوی کلی در اختیار برنامه ریزان قرار گیرد که بر مبنای آن پیش بینی ها صورت گرفته و هشدارهای لازم به بهره برداران داده شود (افروزه، ۱۳۹۸: ۱۵).



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

- کشت گیاهان با نیاز آب کم
بایستی به گونه‌ای برنامه ریزی شود تا هم در بخش زراعی و هم در بخش باغی گیاهان با نیاز آبی کم جایگزین گیاهان با نیاز آبی بالا شوند.

- استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای
از آنجاییکه افغانستان یک کشوری زراعتی محسوب می‌شود و نیاز آبی در این کشور بسیار بالا است، ولی متأسفانه کشاورزان از روش‌های سنتی آبیاری استفاده می‌کنند که باعث هدر رفتن مقدار آب زیادی می‌گردد، در صورت مدیریت و ایجاد سیستم آبیاری مصنوعی یا قطره‌ای می‌توان بالای ۶۰ فیصد از تلف شدن آب جلوگیری نمود.

۳-۷- راهکارهای حین بحران خشک‌سالی

در کل به منظور مدیریت بحران خشک‌سالی لازم است طرح مدیریت جامع تهیه گردد که در هنگام وقوع خشک‌سالی به اجرا گذاشته شود. در طرح مذکور بایستی مطالعات مختلفی صورت گیرد که طی آن ضمن بررسی جوانب مختلف موضوع، وظایف افراد و سازمان‌های مسئول برای حل معضل مشخص و ارایه می‌شود. از بهترین مواردی که در طرح جامع خشک‌سالی باید مورد توجه قرار گیرد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (Theodory T. F, 2014:25).

- شناسایی ظرفیت‌های مقابله با ضایعات ناشی از خشک‌سالی
یکی از بهترین موضوعات پس از مشخص شدن شدت خشک‌سالی در یک منطقه، بررسی ظرفیت‌ها و امکانات در منطقه وقوع برای کاهش خسارت‌های خشک‌سالی است. از جمله این موارد بررسی درآمدها، سرمایه‌گذاری‌ها، اعتبارات و تسهیلات مالی می‌باشد. وجود تأسیسات نگهداری میوه، سبزیجات، گوشت و علوفه از مهمترین مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد.



- تشکیل جلسات مشورتی با کارشناسان و بهره‌برداران:

یکی از مهمترین مواردی که در مدیریت بحران نقش اساسی دارد اطلاع‌رسانی شرایط و ایجاد فضای مقابله در میان مردم است. به همین منظور با تشکیل جلسات و توجیه شرایط، بایستی نسبت به ایجاد فضای مقابله در مردم اقدام کرد و با مشارکت مردم در طرح‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، حذف فعالیت‌های پر مصرف آب می‌توان موفقیت برنامه‌های جامع مهار خشک‌سالی را افزایش داد.

- تهیه برنامه تامین کمبود آب

تامین اضطراری آب می‌تواند از چند طریق مختلف صورت گیرد که از جمله مهمترین موارد آن از طریق بطری‌های آب و یا تانکرهای آبرسانی است. در افق‌های بلند مدت می‌توان از طریق لوله‌های انتقال آب این مسئله مهم را انجام داد.

۳-۸- راهکارهای بعد از وقوع خشک‌سالی

بعد از سپری شدن دوره بحران خشک‌سالی، بایستی تجدید حیات منابع در منطقه به عنوان استراتژی کلی مدنظر قرار گیرد. باز ساخت نظام تولیدات زراعی و باغی از مهمترین موارد مورد توجه برنامه‌ریزی محسوب می‌شود. تجربه وقوع خشک‌سالی در این زمینه می‌تواند راهبردهای خوبی را برای انتخاب روش‌های کشت ارائه دهد تا از این طریق تجربه خاطرات تلخ خشک‌سالی مجدداً تکرار نشود. عملاً ملاحظه می‌شود که وقوع بارش نسبتاً خوب بعد از وقوع خشک‌سالی شرایط سخت را از یاد برده و دوباره روش‌های نادرست پیشین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

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

نمود(عبدالمطلب، ۱۳۹۳: ۱۹)

- استفاده از فاضلاب های شهری؛
- استفاده از منابع آب غیر متعارف؛
- استفاده از فن آوری باروری ابرها؛
- برنامه ریزی برای استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار (قطره‌ای - بارانی) ؛



۳-۹- راهکار برای رفع خشک‌سالی و کم‌آبی

- جلوگیری از تبخیر سطحی در زمان خشک‌سالی؛
 - جلوگیری از هدر رفت آب در مصارف خانگی؛
 - جلوگیری از هدر رفت آب در کشاورزی در زمان کم‌آبی؛
 - جلوگیری از هدر رفت آب در صنایع در زمان کم‌آبی؛
 - آب شیرین‌کن و باز چرخانی پساب؛
 - مقابله با تغییرات آب و هوای؛
 - افزایش علم کشاورزی به‌خصوص در زمان خشک‌سالی؛
- در سال‌های اخیر، با تصمیمات مسئولان در مجوز دادن ده‌ها هزار چاه غیرقانونی و عدم نظارت بر میزان برداشت از سفره‌های زیرزمینی و عدم مدیریت در کاشت محصولات پرمصرف و روش‌های آبیاری غرقابی و عدم حمایت کشاورزان در تأمین تجهیزات آبیاری نوین و نداشتن امنیت این تجهیزات در برابر سارقان، بدلیل نداشتن اجازه ساخت انبار در زمین‌های کشاورزی و دلایل این چنینی شاهد فجایی از جمله فرونشست زمین در بعضی مناطق ولایت هرات هستیم. باید هرچه سریع‌تر با تغییر الگوی کشت، به سمت کشت گیاهانی برویم که به صورت ذاتی نیاز آبی کمتری دارند و با ایجاد روش‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری، حداقل آب ممکن را مصرف کرد (سلیمانی، ۱۳۸۴: ۱۷).
- جلوگیری از تبخیر سطحی در زمان خشک‌سالی
- یکی از مشکلات اساسی در خشک‌سالی برای منابع نگهداری آب، تبخیر آن است که برای جلوگیری از آن با استفاده از توپ‌های پلاستیکی و سایر روش‌های دیگر سطح آب را پوشیده شود.
- جلوگیری از هدر رفت آب در مصارف خانگی
- با تغییر در اصلاح الگوی مصرف و فرهنگ سازی برای هم‌شهریان می‌توان تا حد زیادی در مصرف انرژی که موجب کاهش مصرف آب می‌شود به صرفه جویی آب کمک کرد.
- جلوگیری از هدر رفت آب در صنایع در زمان کم‌آبی



از آنجايکه افغانستان یک کشور زراعتی است و کشور صنعتی محسوب نمی‌شود، مصرف آب در بخش صنعت زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، ولی باز هم نیاز است تا از هدر رفت آب در شهرک صنعتی ولایت هرات مدیریت جامع صورت گیرد.

- افزایش علم کشاورزی به خصوص در زمان خشک‌سالی:

اگر در کشاورزی نوین به دانشمندان این حوزه توجه شود و اصولی کار کنیم (بذر خوب، ماشین‌آلات مکانیزه، افزایش مواد آلی خاک و غیره) از ۴ میلیون هکتار زمین می‌توانیم محصول ۹ میلیون هکتار امروز را برداشت کنیم و ۵ میلیون هکتار باقیمانده را آب ذخیره کنیم که با این شرایط هم مقدار محصول تولیدی را کاهش نداده‌ایم و هم آب نگهداری کرده‌ایم (عبدالملک، ۱۳۹۳: ۲۱).

۴- بحث و نتیجه‌گیری

روند بارندگی نظر به شرایط موجود وضعیت به سوی خشکی پیش می‌رود؛ بنابراین باید برنامه‌ریزی‌ها و تدابیر مدیریت منابع آب بر این اساس پی‌ریزی شود. در واقع با توجه به وضعیت موجود و روند پیش‌رو اهمیت استفاده مناسب از منابع بسیار حیاتی‌تر خواهد بود؛ لذا ایجاد سیستم مدیریتی مناسب به نحوی که با شناخت دقیق جنبه‌های مختلف اقلیمی، اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی کشور بتوان خشک‌سالی را مدیریت کرد، با آن به همزیستی رسید و خسارات و تبعات آن را به حداقل رساند، امری اجتناب‌ناپذیر است. در ادامه بر مبنای مطالعه صورت‌گرفته نتایج و پیشنهادات ارائه می‌گردد.

۱- نظر به بررسی‌های انجام شده و جمع‌آوری اطلاعات روند افزایشی خشک‌سالی را در ولایت هرات نشان می‌دهد.

۲- تغییرات در شدت بارندگی می‌تواند نسبت بیلان منطقه‌ی آب را تغییر دهد که باعث تغییر رژیم هیدرولوژیکی می‌شود. بررسی نحوه تغییرات شرایط خشک‌سالی بر اساس تغییرات اقلیم از ابعاد مختلف اهمیت دارد. زیرا در بسیاری از برنامه‌های بلند مدت لازم است که چشماندازی از وضعیت آینده بارندگی و دروره‌های خشک‌سالی و ترسالی برای منطقه ترسیم شود. این پیچیدگی‌ها نشان می‌دهد که تحقیقات خشک‌سالی به ویژه با در نظر گرفتن گرمایش جهانی با ابداع شاخصه‌هایی که توانایی پایش خشک‌سالی را بر اساس پارامترهای مؤثر داشته باشد ضروری است.



۳- با اجرای سناریوی کاهش و افزایش در میزان برداشت از چاه‌های بهره‌برداری این نتیجه حاصل شد که با کاهش چاه‌های سولری در ولایت هرات درصدی در نرخ برداشت افت تراز آب زیرزمینی از بین رفته و حتی کمی بهبود حاصل می‌شود. لذا برای تثبیت تراز سطح آب در وضعیت فعلی کاهش چاه‌های سولری در میزان بهره‌برداری توصیه می‌گردد.

۴- از آنجاییکه ولایت هرات یک ولایت زراعتی است و مصرف بی‌جا از آب‌های شیرین و حفر خودسر چاه‌های عمیق از دلایل عمده و اساسی افت آب‌های زیرزمینی در این ولایت می‌باشد. کشاورزان هرات طی سال‌های اخیر برای آبیاری زمین‌های‌شان اقدام به حفر چاه‌های عمیق نموده و با استفاده از سولرها خورشیدی به گونه‌ی افراطی هزاران هکتار زمین را آبیاری می‌کنند که این روند باعث افت چشم‌گیر آب‌های زیرزمینی شهر هرات شده است.

۵- پیشنهادات

- در نظر گرفتن احتیاجات نسل‌های آینده به هنگام مصرف منابع تجدید پذیر غیر قابل تجدید طبیعت.
- افزایش راندمان بهره‌برداری از منابع آب و خاک و گیاه و اعمال بهره‌برداری بهینه از این منابع.
- با توجه به برخورد علمی با موضوع و انجام تحقیقات و جمع‌آوری اطلاعات و آمار و پردازش و تحلیل اطلاعات و پیش‌بینی تغییرات آینده و ایجاد ایستگاه‌های تحقیقات و اندازه‌گیری و بهبود مدیریت اراضی.
- توجه به محوری نمودن نقش مشارکت مردمی در میان دیگر فعالیت‌ها و لزوم تعریف و شکل‌گیری جایگاه قانونی سازمان‌های غیر دولتی در این ارتباط.
- توجه به ارزیابی ظرفیت‌ها مقابل با ضایعات ناشی از سیل و خشک‌سالی از قبیل درآمدها، سرمایه‌گذاری‌ها، فرایندهای تصمیم‌گیری.
- با اعمال این اقدامات می‌توان خسارات ناشی از خشک‌سالی را بسیار کاهش داد.

۶- منابع

- ۱- تیموری، نظام‌الدین. (۱۳۹۹). شبیه‌سازی کمی آب‌های زیرزمینی شهر هرات با استفاده از مدل MODFLOW. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی-مشهد.
- ۲- حسینی، سید علی. (۱۳۹۷). هری رود. انتشارات انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان، کابل، چاپ اول، سال ۱۳۹۷.



- ۳- سلیمانی، ک، رضانی، ن، احمدی، م. ض و بیات، ف. (۱۳۸۴). بررسی روند خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در حوضه‌های آبخیز مازندران، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال سوم، شماره اول.
- ۴- شاهی دشت، ع. ر. و عباس نژاد، ا. (۱۳۸۹). ارزیابی اثرات زیست محیطی افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت زرنند و ارائه راه کارهای مدیریتی. مجله پژوهش آب ایران، شماره ۷، ص ۱۲۴-۱۱۹.
- ۵- شایان نژاد، م؛ عابدی، م. ع. (۱۳۸۵). تاثیر تغذیه مصنوعی در بهره برداری بهینه از منابع آب. اولین کنفرانس منطقه‌ای برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب رودخانه کارون و حوضه‌های رودخانه زاینده رود.
- ۶- علیزاده، امین. (۱۳۹۲) اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات استان قدس رضوی، دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ چهل دوم، ویرایش هفتم.
- ۷- عبدالمطلب، برات دنیا. (۱۳۹۳). اثرات خشک سالی سالهای ۱۳۸۴-۱۳۹۳ با اقتصا رو ستایی و روش‌های مقابله آن
- ۸- افروزه، فاطمه. غلام ر ضا چابکرو و سید محمد ر ضا اکبری. (۱۳۹۸). اثرات منفی خشک سالی و رو شهای مقابله با آن. همایش ملی مدیریت بحران آب سال ۱۳۹۸ . شماره-۱
- 9- Ford, J. D., Berrang-Ford, L., & Paterson, J. 2011. A systematic review of observed climate change adaptation in developed nations. *Climatic change*, 106: 327-336.
- 10- Mubaya C. P., & Mafongoya P. 2017. Local-level climate change adaptation decision-making and livelihoods in semi-arid areas in Zimbabwe. *Environment, development and sustainability*, 19(6): 2377-2403).
- 11- Theodory T. F. 2014. Indigenous knowledge as a base of climate change adaptation: Perspectives from community living along Ngono River Basin, Tanzania. In 14th EADI general Conference) pp. 23-26.