نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 6، جلد 10، بهمن - اسفند 1395، ص. 713-707

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 10, Jan.-Feb. 2017, p. 707-713

برآورد ریسک خشکسالی در سیستم‌های منابع آب (مطالعه موردی: زیر حوضه زرینه‌رود)

مهدیه فرشادمهر[1]، مهدی مفتاح هلقی[2]، مهنوش مقدسی[3*]، خلیل قربانی[4]، ابوطالب هزار جریبی[5]

تاریخ دریافت: 1395/3/10 تاریخ پذیرش: 1395/10/22

چکیده

سیستم‌های پایش و تعریف اقدامات تسکین از ارکان اصلی هر طرح مدیریت خشکسالی است و ارتباط مناسب بین این دو می‌تواند یک برنامه مدیریتی را در اجرای به موقع و موثر عملیات تسکین یاری کند. بنابراین در تحقیق حاضر سعی شده است چنین سیستمی با بکارگیری رویکرد احتمالاتی طراحی شود. در این رویکرد، آستانه‌های هشدار خشکسالی بر اساس حجم ذخیره مخزن و به صورت احتمالاتی تعریف می‌شوند. به منظور برآورد آن‌ها، یک مدل ساده شده از سیستم منابع آب زیر حوضه زرینه‌رود آماده و شبیه‌سازی‌های کوتاه مدت با استفاده از سری زمانی 85-1355 در نرم افزار ویپ انجام شد. مقادیر آستانه با در نظر گرفتن احتمال وجود کمبود معینی از تقاضا تا یک افق زمانی مشخص، تعیین گردید. نتایج بدست آمده از نمودارهای حجم- کمبود- ریسک در منطقه مطالعاتی نشان داد سطوح هشدار را می‌توان بین منحنی کمبود 15% و ریسک 25% با بیش‌ترین حجم مخزن و منحنی کمبود 30% و ریسک 70% با کم‌ترین حجم مخزن در نظر گرفت. همچنین نمودارهای حجم- ریسک-کمبود نشان می‌دهند که به ازای حجم 108 میلیون متر مکعب در تمامی ماه‌های سال با احتمال 70%، کمبودی بیش‌تر یا مساوی با 654 میلیون متر مکعب تا یک سال آینده رخ خواهد داد.

واژه‌های کلیدی: سد زرینه‌رود، سیستم احتمالاتی، مدیریت خشکسالی، هشدار خشکسالی

مقدمه

هر چند که شاخص‌های جهانی متنوعی برای پایش و هشدار سریع خشکسالی توسعه یافته است، ولی برای مدیریت سیستم‌های منابع آب، استفاده از معرف‌های منطقه‌ای و روش‌هایی که بیش‌تر مبین شرایط خاص آن است، بهتر و سریع‌تر عمل می‌کنند. به عنوان مثال برای مناطقی که وابستگی به سد و ذخایر سطحی دارند، وارد کردن اطلاعات تراز یا حجم موجودی از آب سد برای پایش خشکسالی، اعلام هشدارهای لازم و تنظیم مدیریت سد بر اساس آن بسیار موثر خواهد بود (غلامزاده و همکاران، 1390). یک برنامه مدیریت خشکسالی به تعیین شاخص‌هایی برای تشخیص شرایط خشکسالی و محرک‌هایی برای فعال‌کردن اقدامات مدیریتی نیاز دارد (Garrote et al., 2007). بدین ترتیب وستفال و همکاران با استفاده از شبیه‌سازی مخزن در مقیاس روزانه، در سیستم منابع آب اسپرینگ فیلد در غرب ایالت ماساچوست، احتمال شکست مخزن که همان رسیدن به حجم‌های بحرانی است را بدست آوردند (Westphal et al., 2007). زارع‌زاده مهریزی و مرید (1389) با استفاده از روش ارایه شده توسط وستفال طبقات مختلف خشکسالی را بر اساس تراز آب مخزن در سیستم منابع آب سد زاینده‌رود، مشخص نمودند.

هانگ و چو سیستم زودهنگام هشدار خشکسالی برای بهره-برداری مخزن را که در سال (2004) ارایه کرده بودند، در شرایط ریسک توسعه دادند. آن‌ها با ایجاد یک ماتریس خطا و ارزیابی دقت مدلشان، یک شاخص ریسک برای وارد کردن ریسک‌پذیری در سیستم تعریف کردند(Huang and Chou., 2008). غلامزاده و همکاران (1390) این سیستم را با هدف اعلام زود هنگام خشکسالی توسعه دادند و در آن از تحقیقات هانگ و چو استفاده کردند. گرتو و همکاران رویکردی را در برقراری ارتباط بین سیستم‌های پایش و اقدامات مدیریتی در سیستم‌های دارای مخزن ارایه دادند. این رویکرد بر پایه ارزیابی احتمال عدم توانایی تامین نیازهای سیستم در یک افق زمانی می‌باشد. این مطالعه بر روی حوضه آبریز تاگاس (واقع در اسپانیا و پرتغال) انجام شد و نحوه ارتباط بین معرف‌های خشکسالی و اقدامات مدیریتی مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که حجم ذخیره مخزن می‌تواند ریسک شکست سیستم را بیان نماید، بنابراین این متغیر به عنوان شاخص و محرک خشکسالی در نظر گرفته شد (Garrote et al., 2007). هاشمی و همکاران با استفاده از رویکرد

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
2- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
3- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک
4و 5- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: mah_moghaddasi@hotmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

هشدار زودهنگام بکار رفته توسط مرید و همچنین روش احتمالاتی ارایه شده توسط گرتو، برای اعلام وضعیت هشدار خشکسالی و ارایه اقدامات مناسب در حوضه رودخانه زرینه رود، استفاده کرد. آن‌ها نشان دادند که رویکرد احتمالاتی بکار رفته، هشدارها در خشکسالی‌های شدید (سطح چهار) قدری دست بالا صورت می‌گیرد (هاشمی، 1390).

پالمر وهمکاران در یک رویکرد احتمالاتی، و با استفاده از یک مدل نمونه‌گیری تصادفی برنامه نویسی پویا (SSDP)، مقادیر بهینه کاهش رهاسازی آب را در طول دوره خشکسالی محاسبه کردند (Palmer et al., 2011). همچنین راسی و همکاران با استفاده از یک رویکرد احتمالاتی و در نظر گرفتن ریسک شکست سیستم تامین آب، و بکارگیری از یک روش بهینه‌سازی، مقادیر بهینه کاهش تقاضا و در نتیجه کاهش رهاسازی را برآورد و به عنوان اقدامات مدیریتی تعیین کردند (Rossi et al., 2012).

بررسی سابقه تحقیقات در حوضه مورد نظر نشان داد که مطالعات در زمینه مدیریت خشکسالی در کشور ما ایران بسیار کم بوده است و تحقیقات پیرامون اجرای برنامه‌های مدیریتی و نحوه ارتباط آن با سیستم‌های پایش خشکسالی بسیار کم صورت گرفته است. بنابراین لزوم پرداختن به این موضوع و انجام چنین مطالعه‌ای در این منطقه مشهود است.

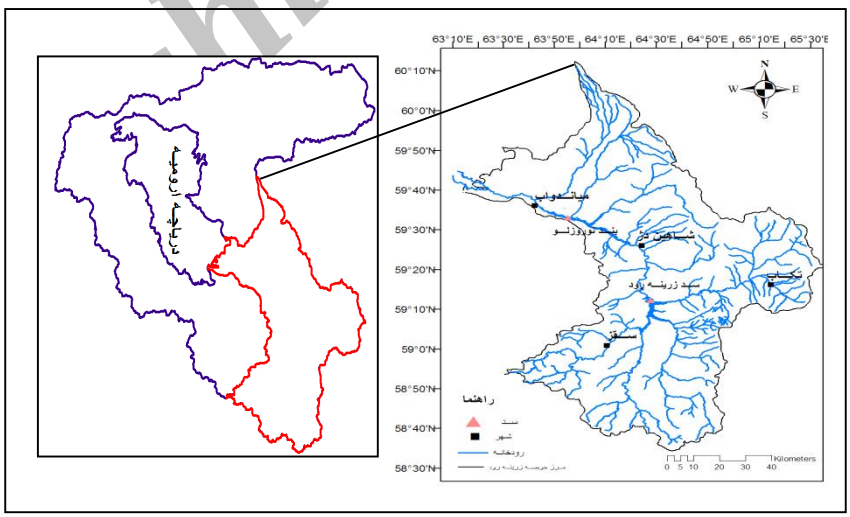
در مطالعه حاضر از یک رویکرد احتمالاتی مبنی بر ریسک در برقراری ارتباط بین سیستم‌های پایش و اقدامات مدیریتی استفاده شده است. این رویکرد بر پایه ارزیابی احتمال عدم توانایی تامین نیازهای سیستم در یک افق زمانی می‌باشد و در آن حجم ذخیره مخزن به عنوان معرف خشکسالی در نظر گرفته می‌شود و بر اساس آن مقادیر آستانه تعریف می‌شوند. در این تحقیق حداقل کردن کمبود آب به عنوان اقدام مدیریتی تعریف می‌شود که در آن تخصیص آب بر طبق اولویت تامین نیازهای ضروری صورت می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

زیرحوضه آبریز زرینه‌رود، بزرگ‌ترین زیرحوضه درجه 2 از حوضه دریاچه ارومیه است که در موقعیت '47°45 تا '20°47 طول جغرافیایی و '41°35 تا '27°37 عرض جغرافیایی قرار دارد. این رودخانه 47 درصد حجم آب ورودی به دریاچه ارومیه را تامین می‌کند. وسعت این حوضه بالغ بر 12025 کیلومتر مربع بوده و رودخانه اصلی آن دارای طول 300 کیلومتر می‌باشد. همچنین شهرهای میاندوآب، صائین‌دژ، تکاب و سقز از کانون‌های مهم شهری این حوضه هستند. در این تحقیق سد و شبکه پایین دست آن مورد مطالعه قرار گرفت. موقعیت جغرافیایی این منطقه در شکل 1 قابل مشاهده است.

در این تحقیق، ورودی ماهانه به مخزن، ورودی‌های پایین‌دست سد، حجم ذخیره مخزن در ابتدای هر ماه، منحنی سطح-حجم-تراز سد و تبخیر نیز به عنوان یک عامل تخلیه مخزن از داده‌های هیدرولوژیکی مورد نیاز در شبیه‌سازی سیستم می‌باشند. از دیگر اطلاعات مورد نیاز، تقاضای ماهانه و نیاز زیست محیطی رودخانه می‌باشد.



شکل 1- موقعیت زیر حوضه زرینه‌رود

رویکرد احتمالاتی محاسبه آستانه‌های هشدار خشکسالی

در این روش آستانه‌هایی بر اساس حجم ذخیره مخزن تعریف می‌شود که به صورت احتمالاتی هستند. اعمال رویکرد احتمالاتی بدلیل عدم قطعیت در جریان‌های ورودی به مخزن در آینده است.

Archive of SID

www.SID.ir

آستانه‌ها با در نظر گرفتن احتمال (p) وجود کمبودی بیش‌تر یا مساوی با d% از نیاز یک افق زمانی مشخص (h) به ازای میزان ذخیره موجود در سیستم (S) تعیین می‌گردد. مقادیر d، h، r و p پارامترهای مدل می‌باشند که باید با مشارکت دینفعان تعیین گردند. چندین عامل بر مقدار این پارامترها تاثیر می‌گذارد که عبارتند از 1) نوع تقاضای سیستم (شرب، صنعت، کشاورزی، برقآبی و ...)، 2) قابلیت اطمینان سیستم از تامین آب موجود، 3) استراتژی‌های مختلف مدیریتی که می‌توان طی شرایط خشکسالی اعمال نمود و 4) آسیب‌پذیری تقاضا به کمبود طی یک دوره مشخص (Garrote et al., 2007). افق زمانی در این مطالعه یک سال در نظر گرفته شد.

برآورد آستانه‌های هشدار خشکسالی مستلزم توسعه یک مدل شبیه‌سازی است. در این تحقیق با توجه به توانایی‌های مدل ویپ[1]، این مدل به عنوان مدل منتخب برای رویکرد شبیه‌سازی- بهینه‌سازی تخصیص منابع آب حوضه آبریز انتخاب شد.

مدل یکپارچه منابع آب ویپ

ویپ به عنوان یک نرم افزار کامپیوتری برای برنامه‌ریزی یکپارچه منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نرم افزار با استفاده از رویکرد جامع برای شبیه‌سازی سیستم‌های منابع آبی توسط موسسه محیط زیست استکهلم جهت رفع فاصله بین مدیریت منابع و هیدرولوژی حوضه توسعه داده شده است (SEI, 2007).

در چند سال اخیر، مبنای برنامه‌ریزی تخصیص منابع آب ایران در وزارت نیرو، نرم افزار ویپ بوده است. ویپ بر اساس معادلات پایه بیلان آبی عمل کرده و از یک مدل برنامه‌ریزی خطی استاندارد برای حل مسایل تخصیص آب در هر گام زمانی استفاده می‌کند که تابع هدف آن حداکثر کردن درصد تامین نیازهای مراکز تقاضا با توجه به اولویت در عرضه و تقاضا، تعادل جرمی وسایر قیود می‌باشند. تمامی قیود به طور متناوب برای هر گام زمانی و با توجه به اولویت در عرضه و تقاضا تعریف می‌شود. ویپ در هر گام زمانی معادله تعادل جرمی آب را برای هر گره و شاخه محاسبه می‌کند با این فرض که عملکرد اجزا سیستم به جز در مخازن و رطوبت خاک در هر گام زمانی مستقل از گام‌های دیکر می‌باشد (زارع‌زاده مهریزی و مرید، 1389).

در این تحقیق الویت مراکز تقاضا به صورت زیر مشخص می‌شود:

1- نیاز شرب و صنعت 2- نیاز زیست محیطی 3- نیاز باغ 4- نیاز کشاورزی

آنالیز ریسک

با استفاده از مدل شبیه‌سازی و سری تاریخی ورودی‌ها و مصارف در هر ماه، کمبودهای سالانه از نیاز برآورد می‌شود. به این منظور با فرض یک حجم ذخیره ثابت در ابتدای ماه مورد نظر در کل سری زمانی موجود، مدل شبیه‌سازی برای یک سال پیش‌رو و به تعداد سال‌های تاریخی اجرا و کمبودهای سالانه در هر سال محاسبه می‌شود. بدین ترتیب می‌توان با استفاده از فرمول احتمال ویبول، احتمال وقوع هر یک از کمبودها را بدست آورد. در این تحقیق 21 حجم ذخیره فرضی در نظر گرفته شد. در واقع مدل شبیه‌سازی باید به ازای هر یک از حجم‌های ذخیره مخزن در ابتدای هر یک از 12 ماه سال و در تمامی سال‌های تاریخی موجود اجرا شود. بدین ترتیب بعد از اتمام شبیه‌سازی‌ها، به ازای هر ماه و هر حجم یک نمودار احتمال تجمعی با استفاده از فرمول ویبول بدست می‌آید. فرمول احتمال ویبول به صورت رابطه 1 است:

$$P = \frac{m}{n+1} \qquad (1)$$

که در آن m شماره ردیف، n تعداد داده‌ها و P احتمال وقوع می‌باشد. چنانچه ارقام کمبود را نسبت به احتمال وقوع آن رسم کنیم منحنی حاصله را توزیع احتمال تجمعی وقوع کمبودها گویند.

تعاریف ریسک به دو دسته عمده تقسیم‌بندی می‌شوند: تعریف ریسک بر اساس احتمال وقوع یک پدیده مضر (مانند سیل، خشکسالی و ...) و تعریف ریسک بر اساس اثرات مورد انتظار از وقوع یک پدیده. رویکرد اول به مفهوم ریسک در هیدرولوژی آماری اشاره دارد و ریسک به صورت احتمال شکست سیستم تعریف می‌گردد (Nicolosi et all., 2009). در این تحقیق از رویکرد اول برای ارزیابی ریسک استفاده شده است. به این ترتیب که براساس میزان کمبود واقعی ابتدا چهار سطح کمبود انتخاب می‌شود که هر کدام معرف یک سطح هشدار می‌باشد. میزان کمبود واقعی نیز، از محاسبه‌ی مجموع ذخیره مخزن در ابتدای ماه و جریان در یک سال آینده با استفاده از داده‌های مشاهداتی و اختلاف آن از مجموع تقاضا تا یک سال آینده بدست می آید. سپس مقدار احتمال وقوع سطوح کمبود انتخابی، بر اساس منحنی احتمال تجمعی کمبودها بدست می‌آید. در اینجا مفهوم ریسک به صورت احتمال وجود کمبود کوچک‌تر یا مساوی مقدار انتخاب شده تعریف شد. بنابراین با محاسبه (احتمال وقوع کمبود انتخابی-1) مقدار ریسک هر یک از سطوح کمبود بدست آمد و منحنی حجم-ریسک مرتبط با هریک از سطوح کمبود انتخابی در هرماه تولید شد. بر اساس منحنی‌های حجم-ریسک مربوط به هر سطح کمبود، مقدار حجم مورد نیاز به ازای هر سطح ریسک و در هر ماه بدست آمد. در نهایت منحنی‌های کمبود-ریسک-حجم مخزن تولید شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه ارتباط بین بحران آب، سیستم تامین آب و حجم ذخیره مخزن، به وسیله منحنی‌های کمبود-ریسک-حجم مخزن

1- WEAP (Water Evaluation and Planning System)

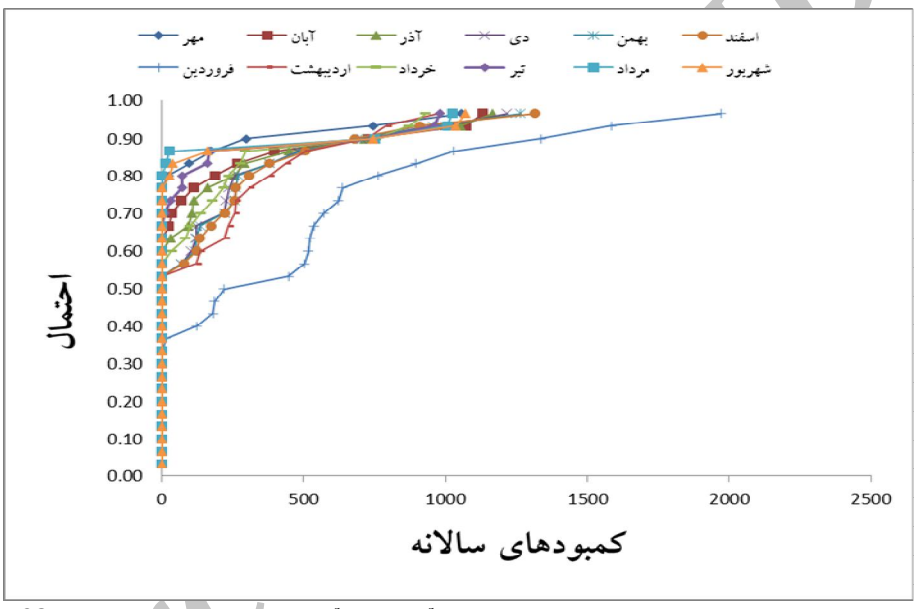
Archive of SID

www.SID.ir

نشان داده شده است. این منحنی‌ها، توسط شبیه‌سازی‌های کوتاه مدت با افق زمانی یک ساله، بدست می‌آید. همان‌طور که در بالا اشاره شد این شبیه‌سازی‌ها به ازای 21 حجم ذخیره (13 فاصله (هر کدام 2,5%) بین 15% تا 50%، 4 فاصله بین 50% تا 90% ، حداقل حجم ذخیره مخزن (108 میلیون‌متر مکعب) و حداکثر حجم ذخیره مخزن (762 میلیون‌متر مکعب) در ابتدای هر ماه انجام شد. برای هر حجم ذخیره اولیه در هر ماه منحنی احتمال تجمعی کمبودها، مشابه شکل 2 تخمین زده شد. این نمودارها می‌توانند در ابتدای هر ماه، احتمال کمبود کوچک‌تر یا مساوی درصدی از نیازها را تا افق زمانی یک سال آینده، بر اساس یک حجم ذخیره مشخص برآورد نمایند. نمودار شکل2 منحنی احتمال تجمعی کمبودهای سالانه را براساس حجم ذخیره 108میلیون متر مکعب در آغاز شبیه‌سازی نشان می‌دهد.

به طور مثال در نمودار شکل 2، در ماه فروردین به ازای حجم ذخیره 108 میلیون متر مکعب در ابتدای این ماه، به احتمال 50% تا یک سال آینده کمبودی کم‌تر یا مساوی با 219/588 میلیون متر مکعب خواهیم داشت.

در ادامه جهت تعیین سطوح کمبود انتخابی (پارامتر d) ابتدا مقادیر کمبود واقعی براساس داده‌های مشاهداتی ورودی به مخزن و حجم ذخیره مخزن در ابتدای سال آبی برآورد شد. و در نهایت چهار سطح کمبود به ترتیب برابر با 15، 20، 25، 30 درصد انتخاب شدند. سپس، مقدار ریسک متناظر با هر یک از مقادیر پارامتر d از روی نمودارهای احتمال تجمعی رسم شده بدست آمد.



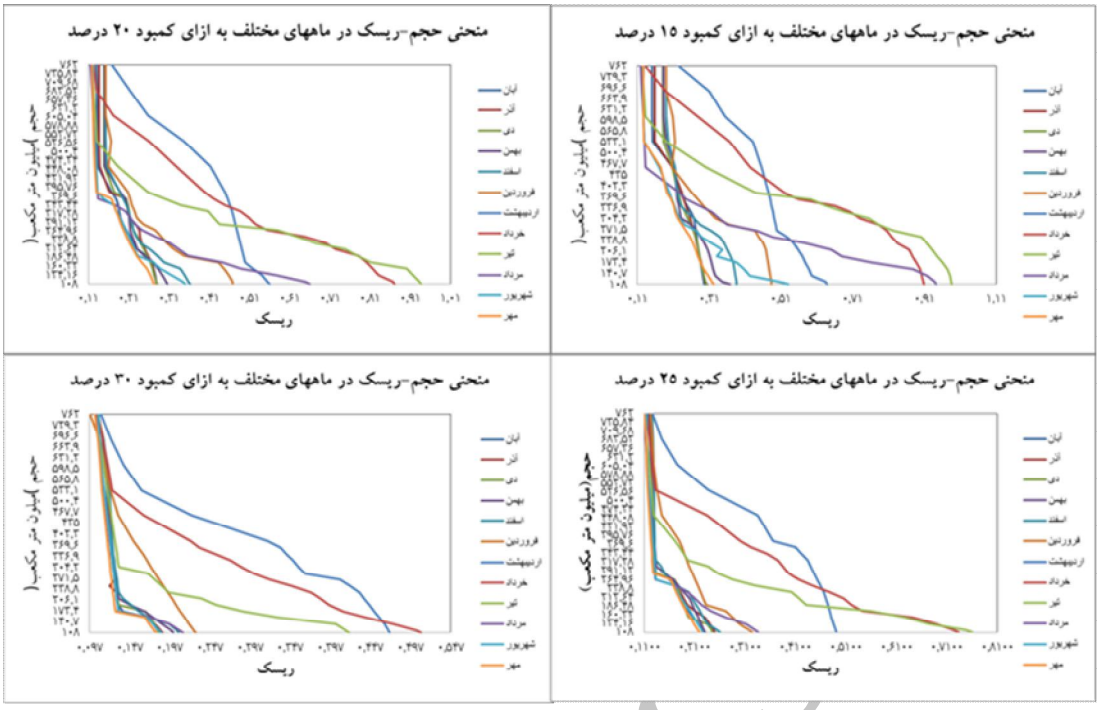
شکل 2- توزیع احتمال تجمعی کمبودهای سالانه از تقاضا در سیستم منابع آب حوضه آبریز زرینه‌رود برای حجم ذخیره 108 میلیون متر مکعب در ابتدای هر ماه

در اینجا ریسک به صورت احتمال وجود کمبودی بیش‌تر یا مساوی با کمبود انتخابی d تعریف و منحنی حجم-ریسک مرتبط با هریک از سطوح کمبود انتخابی در هر ماه تولید شد. منحنی‌های موجود در شکل 3 به ترتیب از بالا به پایین و از راست به چپ، به ازای سطح کمبود 15% ، 20%، 25% و 30% رسم شده‌اند.

همان‌طور که از نمودارهای شکل 3 پیداست به ازای حجم‌های بالاتر مقدار شکست سیستم کم‌تر می‌شود. همچنین به ازای کمبودهای بالاتر و حجم ذخیره ثابت، ریسک کم‌تر می‌شود. این نشان می‌دهد که با یک حجم ثابت احتمال کمبود بیش‌تر، کم‌تر است. به طور مثال در مهر ماه، به ازای حجم 108 میلیون‌متر مکعب، احتمال وجود کمبودی بیش‌تر یا مساوی با 15% از نیاز بیش‌تر است تا وجود کمبودی بیش‌تر یا مساوی با 30% از نیاز.

برای هر سطح کمبود 8 سطح ریسک به صورت (r_i) انتخاب شد. این سطوح ریسک به ترتیب 20%، 25%، 30%، 35%، 40%، 50%،60% و 70% می‌باشند. از روی منحنی‌های حجم-ریسک مربوط به هر سطح کمبود، مقدار حجم مورد نیاز به ازای هر سطح ریسک و در هر ماه بدست آمد. در نهایت منحنی‌های کمبود-ریسک-حجم مخزن تولید شد.

www.SID.ir



شکل 3- منحنی‌های حجم-ریسک متناظر با سطوح کمبود انتخابی در ماه‌های مختلف و به ازای حجم‌های ذخیره متفاوت.

شکل(4) منحنی‌های کمبود-ریسک-حجم مخزن را به ازای سطوح کمبود و ریسک انتخابی در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد. با استفاده از این نمودارها می‌توان مقدار حجم ذخیره مورد نیاز مخزن به ازای کمبود (di) و ریسک (ri)، درتمامی ماه‌ها بدست آورد. سناریوهای مختلف از پارامترهای مدل، سطوح مختلف هشدار خشکسالی را مشخص می‌سازد. طبق سناریوی انتخابی، آستانه‌های حجم ذخیره جهت هشدار خشکسالی، از نمودارهای شکل 4 در ماه‌های مختلف استخراج خواهند شد. هر سطح هشدار در هر ماه، یک حجم ذخیره را مشخص می‌کند. به این صورت که هر گاه حجم مخزن کم‌تر از یکی از این سطوح باشد، هشدار مربوط به آن سطح اعلام می‌شود. با توجه به نمودار شکل 4 سطوح هشدار برای تعیین آستانه هشدار خشکسالی را می‌توان بین سطح کمبود 15% و ریسک 25% با بیش‌ترین حجم مخزن و کمبود 30% و ریسک 70% با کم‌ترین حجم مخزن در نظر گرفت.

هشدار خشکسالی را می‌توان بین سطح کمبود 15% و ریسک 25% با بیش‌ترین حجم مخزن و کمبود 30% و ریسک 70% با کم‌ترین حجم مخزن در نظر گرفت. همچنین نمودارهای حجم-ریسک-کمبود نشان می‌دهند که به ازای حجم 108 میلیون متر مکعب در تمامی ماه‌های سال با احتمال 70%، کمبودی بیش‌تر یا مساوی با 30% از نیاز، یا به عبارتی کمبودی بیش‌تر یا مساوی با 654 میلیون متر مکعب تا یک سال آینده رخ خواهد داد.

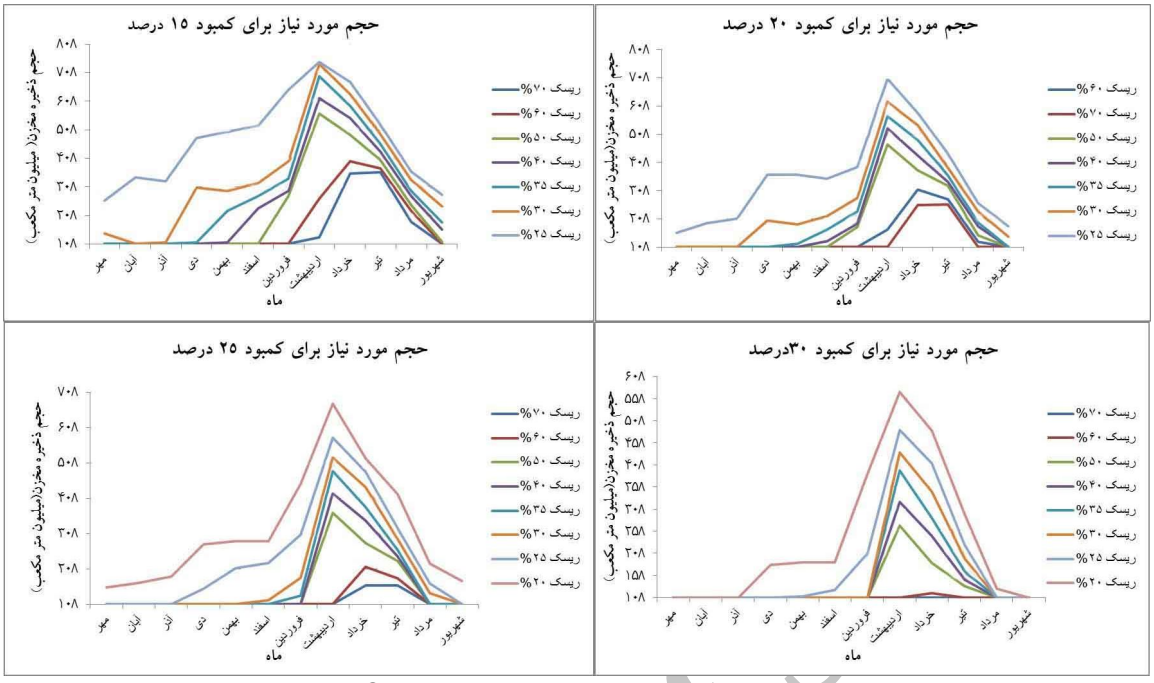
نتیجه‌گیری

تاکنون سیستم‌های پایش متفاوتی برای مدیریت خشکسالی ارایه شده است و مقاله حاضر نیز تلاشی بود برای طراحی چنین سیستمی با رویکردی جدیدتر. در این مطالعه ارتباط بین بحران آب، سیستم تامین آب و حجم ذخیره مخزن، به وسیله منحنی‌های کمبود-ریسک-حجم مخزن نشان داده شد و با استفاده از نمودارها می‌توان مقدار حجم ذخیره مورد نیاز مخزن به ازای کمبود (di) و ریسک (ri)، درتمامی ماه‌ها بدست آورد. همچنین ارتباط بین بحران آب، شکست سیستم تامین آب و حجم ذخیره مخزن، توسط منحنی‌های حجم-کمبود-ریسک ارایه می‌شود. این گروه منحنی‌ها برای توسعه سیاست‌های بهره‌برداری از مخزن تحت شرایط خشکسالی، نقشی اساسی دارند.

شبیه‌سازی سیستم منابع آب حوضه زرینه‌رود نشان داد که در دوره 80-1377 سیستم با خشکسالی شدید همراه بوده و شبیه‌سازی سیستم برای این دوره با مصرف فعلی نشان می‌دهد که بدون اعمال مدیریت، در برخی از ماه‌ها مخزن کاملا تخلیه و یا سیستم با کمبود-های بیش از 90 درصد مواجه خواهد شد. این نتایج تاکیدی است بر اهمیت مدیریت خشکسالی و طراحی چنین سیستم‌هایی برای حوضه دریاچه ارومیه.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 4- حجم‌های ذخیره موردنیاز در ماهای مختلف برای چهار سطح کمبود و 8 سطح ریسک در نظر گرفته شد

منابع

زارع‌زاده،م.م و مرید،س. 1389. تخصیص منابع آب حوضه آبریز قزلاوزن- سفیدرود تحت تاثیر تغییر اقلیم با به کارگیری رویکرد ورشکستگی در حل اختلافات. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ص35-27.

هاشمی،س.ع.ا.1390. برقراری ارتباط بین سیستم‌های پایش خشکسالی و اقدامات مدیریتی در مدیریت خشکسالی سیستم منابع آب زرینه‌رود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

غلام‌زاده،م.، مرید،س و دلاور،م. 1390. استفاده از سیستم هشدار سریع خشکسالی برای بهره برداری مخزن سد زاینده رود. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، 15,56: 47-35.

Garrote,L., Martin-Carrasco,F., Flores-MontoyaF and Iglesias,F. 2007. Linking Drought Indicators to Policy Actions in the Tagus Basin Drought Management Plan. Water Resources Management. 21:873–882

Huang,W.C and Chou,C.C. 2008. Risk-based drought early warning system in reservoir operation. Advances in Water Resources. 31: 649–660.

Nicolosi,V., Cancelliere,A and Rossi,G. 2009. Reducing risk of shortages due to drought in water supply systems using genetic algorithms. Journal of Irrigation and Drainage, 58: 171-188.

Palmer,R., Eum,H and Kim,Y.O. 2011. Optimal Drought Management Using Sampling Stochastic Dynamic Programming with a Hedging Rule.

Rossi,G., Garrote,L and Caporali,E. 2012. Definition of risk Indicators for Reservoire Management Optimization. Water Resources Management. 26:981-996

Westphal,K.S., Laramie,R.L., Borgatti,D and Stoops,R. 2007. Drought Management Planning with Economic and Risk Factors. 133(4): 351-362.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 10, Jan.-Feb. 2017, p. 707-713

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 6، جلد 10، بهمن - اسفند 1395، ص. 707-713

Mitigation of Drought Effects on Water Supply Systems (Case Study: zarinehrod basin)

M. Farshadmehr[1], M. Meftahe halaghi[2], M. Moghaddasi[3*], KH. Ghorbani[4] and A. Hezarjaribi[5]
Recived: May.30, 2016 Accepted: Jan.11, 2017

Abstract

Systems monitoring and mitigation measures defined in the main component of drought management plan and link between these two can be a timely and effective implementation of program management in relief operations to help. This study is an attempt to design such a system with the use of a probabilistic approach. In this approach, drought alert thresholds based on reservoir storage volume and the probabilities are defined. A simplified model of the water resources system is built to assess the threshold values and the management rules. short term simulations are carried out using the software package WEAP. Threshold values are identified considering the probability to assure a given fraction of the demand in a certain time horizon. The results of reservoir-deficit/risk curves in the study area showed, Alert levels Can be considered Between the curve risk 25% and deficit 15% and the curve risk 70% and deficit 30%. Also the reservoir-deficit/risk curves show that in each month of the year, for volume of 108 million cubic meters, deficit greater than or equal to 654 million cubic meters until the next year will occur.

Keywords: Drought alarm, Drought management, Probabilistic systems, Zarine dam

Archive of SID

1- Graduate of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
2- Associate Professor of Water Engineering Department., Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
3- Assistance Professor of Water Engineering, College of Agriculture, Arak University
4,5- Assistance and Assistance Professor of Water Engineering Department., Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Respectively
(*- Corresponding Author Email: mah_moghaddasi@hotmail.com)

www.SID.ir