شبیه‌سازی بهره‌برداری از مخزن سد سورک با استفاده از مدل Hec-ResSim

مرضیه اکبری[۱]، رسول میرعباسی نجف[۲*]، محمد حسین باقری[۳]

۱) کارشناس ارشد منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران، شهرکرد

۲) استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران، شهرکرد

۳) کارشناس ارشد منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران، تهران

[*]نویسنده مسئول: mirabbasi_r@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۸**

چکیده

با توجه به رشد فزاینده تقاضای آب و تنوع نحوه مصرف آب، شبیه‌سازی پارامترهای بهره‌برداری مخازن آبی از کاربردی‌ترین و ضروری‌ترین اقدامات جهت دست‌یابی به مدیریت بهینه سدها است. در این مطالعه، نحوه بهره‌برداری از مخزن سد سورک با استفاده از مدل HEC-ResSim شبیه‌سازی گردید. شبیه‌سازی با توجه به آبدهی ورودی سال‌های آبی ۸۱-۱۳۸۰ تا ۹۱-۱۳۹۰، نیازهای آبی پایین‌دست و ویژگی‌های فیزیکی و بدنه مخزن انجام گردید. نتایج اولیه نشان داد که مخزن سد در اکثر مواقع قادر به تأمین نیازهای پایین‌دست (کشاورزی و زیست‌محیطی) نمی‌باشد. در نتیجه جهت بررسی عملکرد سد در شرایط مختلف سه سناریو ارائه شد. در این سناریوها تأمین کامل نیاز زیست‌محیطی و تأمین درصدی از نیاز کشاورزی با در نظر گرفتن شیوه صحیح آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از تأمین نیازهای پایین‌دست در برخی از مواقع بود. با تغییر الگوی کشت و افزایش راندمان آبیاری می‌توان بهترین بهره‌وری را از آب موجود در این منطقه داشت.

واژه‌های کلیدی: بهره‌برداری از مخزن، تخصیص، سد سورک، شبیه‌سازی، HEC-ResSim.

مقدمه

در نگرش جهانی، آب کالایی اجتماعی- اقتصادی و به عنوان نیاز اولیه انسان محسوب می‌شود. هرچند آب به عنوان منبع تجدیدپذیر به شمار می‌رود، ولی مقدار آن محدود است. اگر چه بیش از دوسوم کره زمین را آب فرا گرفته اما کمتر از یک درصد از کل آن، منابع آب شیرین قابل بهره‌برداری است. با توجه به محدودیت منابع آب، رشد جمعیت ساکن کره زمین و نیاز بیشتر به آب برای انواع مصارف از جمله کشاورزی، صنعت و مصارف شرب و بهداشتی، فشار بر روی این منابع محدود روز به روز بیشتر می‌شود (Gohari et al., 2014). افزایش جمعیت، نوسعه فعالیت‌های وابسته به آب و رقابت شدید بین بخش‌های مصرف‌کننده از سویی و محدودیت روز افزون منابع آب در دسترس از سویی دیگر، تأمین مصارف یک حوضه را با مشکلات جدی روبرو نموده است. لذا برنامه‌ریزی تخصیص عادلانه آب و بر اساس توسعه پایدار، امری بسیار ضروری است (باقری هارونی و فتحیان، ۱۳۹۱). بخشی از تأمین نیازها از طریق مهار آب‌های سطحی است که توسط ساخت سد تأمین می‌گردد. محدود بودن آب‌های قابل کنترل و افزایش مداوم نیازها، وجود برنامه‌ریزی صحیح به منظور مدیریت آب و بهره‌برداری بهتر از این منابع محدود را طلب می‌کند. در صورتی که از همین منابع موجود به شکل بهتری بهره‌برداری گردد، می‌توان نیازهای فعلی و حتی آینده نزدیک را مرتفع ساخت. اهداف مختلف در تحلیل سیستم‌های مخازن سبب ایجاد مدل‌های گوناگونی از این سیستم‌ها گردیده است. هدف اصلی این گونه مدل‌ها، قانونمندکردن و ارزیابی طرح‌های مختلف به منظور پاسخگویی به مسائل و نیازهای آبی می‌باشد. مدل‌های مرسوم مهندسی سیستم‌ها که در مخازن به کار گرفته شده‌اند، مدل‌های شبیه‌سازی، بهینه‌سازی و ترکیب بهینه‌سازی و شبیه‌سازی می‌باشند. اساس مدل‌های بهینه‌سازی بر کمینه یا بیشینه نمودن یک تابع هدف که شامل تعدادی متغیرهای تصمیم-گیری می‌باشد، با در نظر گرفتن قیود، استوار است. به عبارت دیگر، این گونه مدل‌ها به صورت خودکار به دنبال بهینه‌ترین مقدار متغیرهای تصمیم‌گیری می‌گردند، به طوری که تمام قیود را تأمین کنند. هدف مدل‌های شبیه‌سازی، بهبود بخشیدن به طرح‌ها و سیاست‌های بهره‌برداری است. این مدل‌ها با توجه به مقدار متغیرهایی که توسط کاربر مشخص می‌شود، به پیش‌بینی رفتار سیستم می‌پردازند. اعتبار روش‌های شبیه‌سازی در توانایی آنها برای حل مدل‌هایی از تحلیل سیستم‌های منابع آب است که دارای روابط و قیدهای غیرخطی هستند، در حالی که روش‌های بهینه‌سازی به ندرت توانایی رسیدگی به آنها را دارند (رحیمیان و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به پیچیدگی‌های موضوع، مدل‌های ریاضی این فرصت را فراهم می‌کنند که با پیاده‌سازی ساختار شماتیکی از یک حوضه واقعی، فرآیندهای طبیعی و هیدرولوژیکی مرتبط با سیستم منابع آب و روابط حاکم بین بخش‌های عرضه و تقاضا شبیه‌سازی گردد و نحوه حصول به اهداف مدیریت منابع آب را با این رویکرد ارزیابی نمود. همچنین در سال‌های اخیر مدل‌ها و بسته‌های نرم‌افزاری متعددی در راستای شبیه‌سازی منابع آب توسعه یافته‌اند. از مدل‌های مطرح در منابع آب می‌توان به مدل‌های AQUQQTOOL, MADISM, MIKE BASIN, WEAP, RIBASIM و HEC-RESSIM اشاره کرد (باقری هارونی و فتحیان، ۱۳۹۱). هر یک از مدل‌های مذکور بنابر قابلیت‌ها و ویژگی‌هایشان عملکرد و کارایی خاصی در یک

سیستم منابع آب ایفا می‌کنند. تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه بکارگیری این مدل‌ها برای تخصیص منابع آب انجام گرفته است که در ادامه به برخی مطالعات مدل HEC-ResSim که این تحقیق از آن‌ها بهره گرفته، اشاره می شود. عصاری و همکاران (۱۳۸۷) با شبیه‌سازی مخزن سد کلقان، نحوه بهره‌برداری این سد را با استفاده از مدل Hec-Resim ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که مخزن سد کلقان قادر به تأمین نیاز آبی پایین‌دست در فصل تابستان نمی‌باشد و برای حل این مشکل راهکارهایی از قبیل اتخاذ سیاست‌های مناسب از جمله ذخیره آب در مخزن در ماه‌های بهار و اختصاص ۸۰ درصد نیاز واقعی در ماه‌های تابستان پیشنهاد شد. در این تحقیق، بر سایر قابلیت‌های این مدل از قبیل توانایی پذیرش هر ترکیب اختیاری از مخازن نیروگاه‌ها، محل برداشت آب و محل‌های ورود آب به سیستم، با توجه به تأثیر سیستم‌های موازی و متوالی بر یکدیگر اشاره شده است. همچنین نتایج نشان داد که این مدل قادر است که در سال‌های وقوع سیلاب نحوه کاربری مخزن از آب ورودی و نوع جریان خروجی را پیش‌بینی کرده و این شبیه‌سازی را برای دوره‌های زمانی کوتاه مدت (ساعتی) تا دوره‌های زمانی طولانی مدت (ماهانه) انجام دهد (عصاری و همکاران، ۱۳۸۷). Babazadeh و همکاران (۲۰۰۷) عملکرد مخزن سد جیرفت در تأمین آب مورد نیاز را با استفاده از مدل Hec-ResSim مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که این مدل به خوبی قادر به شبیه‌سازی رفتار سیستم می‌باشد. در این راستا، سد جیرفت بر اساس سناریوهای مختلف در شرایط حاضر، با توجه به رسوب دوره‌های مختلف، گسترش پروژه و افزایش بهره‌وری شبیه‌سازی شد. مدل کمبود جدی و شکست قابل توجهی را در ۲۵ درصد از دوره زمانی بهره‌برداری نشان داد. اما نتایج نشان داد که با افزایش بهره‌وری آبیاری از ۳۰ درصد کنونی به ۵۰ درصد، شکست در سیستم ۱۲ درصد کاهش و انعطاف‌پذیری به ۱۷ درصد افزایش می‌یابد. Modini (۲۰۱۰) با استفاده از Hec-ResSim کنترل سیلاب رودخانه کلمبیا را تا سال ۲۰۲۴ شبیه‌سازی نمود. نتایج نشان داد که این نرم افزار به خوبی قادر به شبیه‌سازی می‌باشد و می‌تواند در مطالعات ارزیابی کنترل سیلاب بعد و قبل از ۲۰۲۴ مورد استفاده قرار گیرد. Arias و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعاتی چگونگی توسعه چندین سد و بهره‌برداری از آنها در انشعابات سی‌سان[1] و پرپک[2] که می‌تواند در جریان شاخه اصلی مکونگ (واقع در کشور ویتنام) تأثیر بگذارد را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، بهره‌برداری از سد در امتداد انشعابات سی سان و پرپک با HEC-HMS(مدل‌سازی سیستم هیدرولوژیکی) و HEC-ResSim (شبیه‌سازی مخزن) مدل شدند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که مدیریت هماهنگ سدها تحت یک مجموعه وسیع‌تری از قوانین بهره‌برداری برای به حداقل رساندن تغییرات پالس جریان طبیعی، می‌تواند راه حلی برای به حداکثر رساندن بازدهی کل اقتصادی از جمله ارزش خدمات اکوسیستم پایین‌دست باشد. Klipsch و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای عملکرد مدل Hec-ResSim را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که این مدل برای شبیه‌سازی سیستم تک مخزنی و چند منظوره قابل اجراست و ابزاری مؤثر و قدرتمند برای پشتیبانی تصمیم‌گیری در زمان

[1] Se San
[2] Sre Pok

واقعی و استفاده در مطالعات برنامه‌ریزی است. Ahn و همکاران (۲۰۱۴) مدل SSARR[3] را برای برآورد جریان طبیعی در ۱۴ زیر حوضه رودخانه گوم[4] واقع در کشور کره بکار بردند. آنها همچنین از مدل HEC-ResSim برای ارزیابی تغییرات رواناب، تأمین آب و تولید انرژی برقابی از سدها و کانال‌های چند منظوره استفاده نمودند. علاوه بر این از روش توسعه یافته مدیریت یکپارچه منابع آب[5] برای تجزیه و تحلیل جریان‌های زیست‌محیطی و کاهش اثرات نامطلوب در این تحقیق با توجه به و نیازهای موجود پایین‌دست سد سورک و ضرورت مدیریت صحیح منابع آب نحوه بهره‌برداری از مخزن سد سورک با استفاده از مدل HEC-ResSim شبیه‌سازی و عملکرد مخزن این سد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

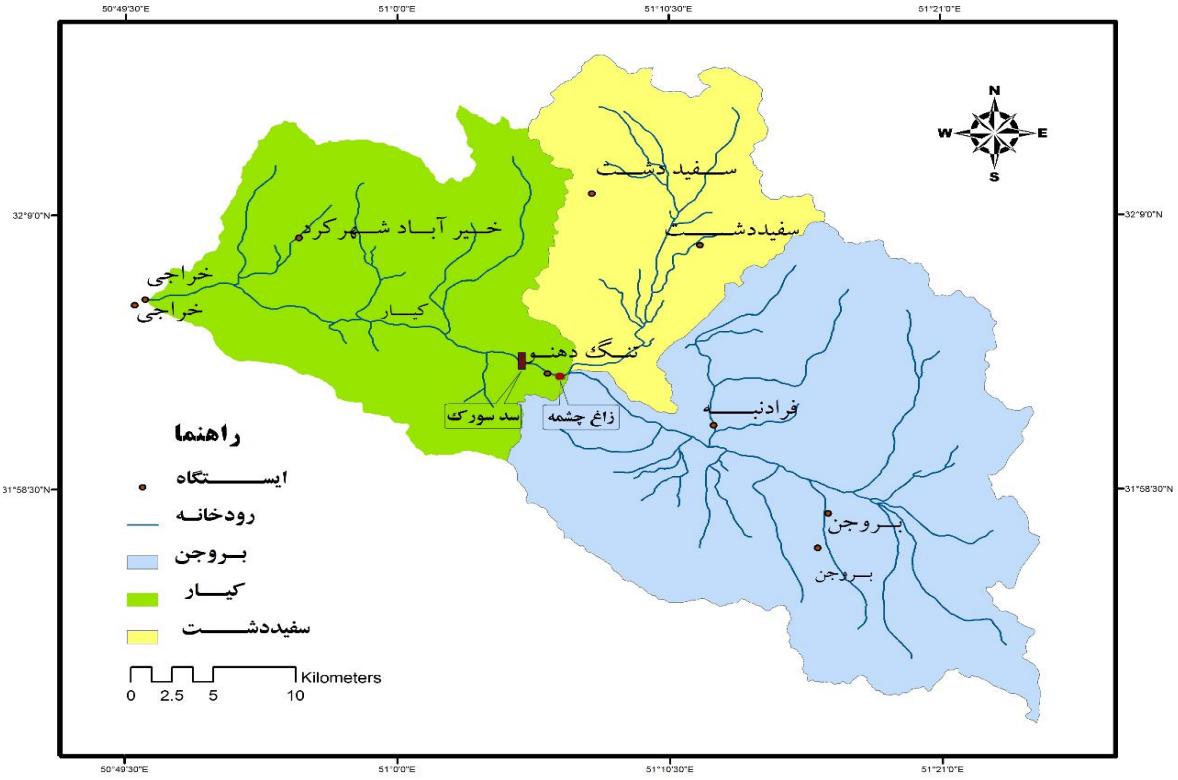
سد سورک با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵ دقیقه و ۱۵ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه و ۱۹ ثانیه، بر روی رودخانه کیار در نزدیکی روستای سورک به فاصله ۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرکرد ساخته شده است. منطقه بالادست سد شامل روستای دهنو و سورک و منطقه پایین‌دست سد شامل روستاهای سورک، ایرانچه، دستگرد امامزاده، ده‌زک، قلعه سلیم، گشنیزجان موسی آباد، سرتشنیز و خیرآباد می‌باشد. در منطقه مخزن تنها یک چشمه کارستی (زاغ چشمه) در بخش بالادست آن وجود دارد که از آهک‌های جناح چپ مخزن تغذیه می‌کند و نمی‌تواند نقشی در انتقال آب مخزن به پایین‌دست یا نواحی مجاور داشته باشد. چون سنگ آهک‌هایی که چشمه را تغذیه می‌نمایند در تراز بالاتری از سطح آب مخزن قرار دارند. این سد از نوع خاکی با هسته رسی است که دیوار بتونی آب بندان آن از جنس پلاستیک است. مساحت دریاچه سد ۲۲۵ هکتار است. سد سورک دارای یک تونل انحرافی به طول ۱۸۰ متر و قطر ۳ متر با ظرفیت تخلیه ۴۶ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. ارتفاع سد ۳۹ متر، طول تاج ۵۹۰ متر، حجم مخزن ۲۵ میلیون مترمکعب و عرض پی سد ۲۱۰ متر است. تأمین آب کشاورزی، کنترل سیلاب‌های رودخانه کیار و ذخیره بارش‌ها از اهداف احداث این سد می‌باشد. شکل (۱) موقعیت سد سورک را نشان می‌دهد.

روش کار

استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی یکی از ارزانترین و کارآمدترین راه‌های تجزیه و تحلیل سیستم‌های منابع آب است که شامل روابط فیزیکی همراه با یک سری از قوانین عملیاتی برای شبیه‌سازی پدیده‌ها و رفتار سیستم تحت یک سیاست مشخص است (Babazadeh et al., 2007). Hec-ResSim نسخه توسعه یافته و تحت ویندوز نرم افراز HEC 5 می‌باشد که توسط مرکز

[3] Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation
[4] Geum
[5] International Water Management Institute

مهندسین هیدرولوژی ارتش آمریکا در اواسط دهه ۱۹۹۰ (HEC) تهیه گردیده است. این نرم افزار قادر به شبیه‌سازی عملکرد مخزن و الگوهای مختلف بهره برداری از آن می‌باشد. از خروجی‌های این نرم افزار می‌توان در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، تخصیص منابع آبی، طراحی مخازن سدها، بررسی مسائل زیست‌محیطی، برنامه‌ریزی توان تولید انرژی برقابی، کنترل سیلاب و ... استفاده نمود.



شکل ۱: محدوده و موقعیت سد سورک

این نرم‌افزار از سه مدول معرفی حوضه[۶]، شبکه مخزن[۷] و شبیه‌سازی[۸] تشکیل شده است. مدول معرفی حوضه به منظور معرفی شمای کلی حوضه به کار می‌رود. در این مدول می‌بایست شکل و موقعیت جغرافیایی حوضه و عناصر وابسته از قبیل: رودخانه‌ها، مخازن، ایستگاه‌های اندازه‌گیری و سایر پروژه‌های موجود در آن مشخص گردد. مدول شبکه مخازن در جهت معرفی شبکه مخازن مورد نظر و ورود مشخصات فیزیکی و نحوه بهره‌برداری از آن‌ها به کار می‌رود. مدول شبیه‌سازی به منظور معرفی دوره شبیه‌سازی و نمایش خروجی‌های مدل طراحی گردیده است. در این مدول می‌بایست زمان و دوره شبیه‌سازی و الگوی بهره‌برداری مورد نظر تعیین گردد (Modini, 2010). بدین ترتیب کاربر قادر است خروجی‌های مدل از قبیل هیدروگراف ورودی و خروجی به مخازن، منحنی تغییرات ذخیره، منحنی تولید انرژی و ... را در نقاط کنترل معرفی شده در مدول شبکه مخزن را مشاهده کند. داده‌های مورد نیاز برای ورود به نرم‌افزار HEC-ResSim شامل: مشخصات فیزیکی سد و مخزن (ابعاد هندسی

[6] Watershed Setup
[7] Reservoir Network
[8] Simulation

سازه سد و مشخصات نواحی ذخیره سد)، تبخیر از سطح مخزن، منحنی ارتفاع- ذخیره و ارتفاع- سطح مخزن، منحنی فرمان سد (بر اساس نیاز پایین‌دست در هر ماه) هیدروگراف ورودی به سد و هیدروگراف خروجی از سد می‌باشد. در این مطالعه نحوه بهره‌برداری از مخزن سد سورک با استفاده از مدل HEC-ResSim شبیه‌سازی گردید. برای شبیه‌سازی ابتدا سیستم رودخانه مخزن وارد مدل شد. بدین منظور می‌توان نقشه حوضه مورد نظر را با فرمت DXF، SHP و... را وارد کرد. موقعیت قسمتی از رودخانه که سد بر روی آن قرار دارد و موقعیت مخزن سد توسط عناصر موجود در منوی ابزار مدول، به نرم افزار معرفی شد. لازم است اطلاعات مربوط به نقاط پایین‌دست، بالادست و مخزن سد نیز به مدل وارد گردد. این مدل می‌تواند وجود چند ورودی برای یک مخزن و یا تأثیر مخزن‌های دیگر بر جریان ورودی را از طریق شاخص ضریب جریان[9] در نظر بگیرد. در این مطالعه، ضریب جریان به دلیل تک شاخه‌ای بودن جریان رودخانه، یک در نظر گرفته شده است. مشخصات فیزیکی سد و مخزن از قبیل: ارتفاع و طول سد، داده‌های مربوط به منحنی‌های حجم-سطح و حجم-ارتفاع، تبخیر از سطح مخزن، طول ارتفاع و ضریب سریز، در بخش مربوطه (Physical) به مدل وارد می‌شوند. در گام بعدی لازم است قوانین بهره‌برداری از سد مشخص گردد. بدین ترتیب می‌توان محدوده هریک از نواحی ذخیره سد از قبیل ناحیه حجم مرده، ناحیه ذخیره مفید و ناحیه کنترل سیلاب و همچنین قوانین بهره‌برداری را اعمال کرد. در این مطالعه، برای ناحیه ذخیره با توجه به نیازهای پایین دست (کشاورزی و زیست محیطی) منحنی فرمان تحت یک قانون وارد شد. شبیه‌سازی با توجه به دبی ورودی سال‌های آبی ۸۱-۱۳۸۰ تا ۹۰-۱۳۸۹، نیازهای آبی پایین دست و ویژگی‌های فیزیکی و بدنه مخزن انجام گردید. آمار دبی‌های ورودی در فایل DSS تهیه شد. مهم‌ترین موضوعی که باید مورد توجه قرار گیرد، زمان داده‌ها و تهیه فایل DSS می‌باشد. همچنین می‌توان آلترناتیوهای مختلفی را تعریف نمود و شبیه‌سازی را بر اساس هر کدام از آن‌ها انجام داد. در جدول (۱) مقادیر نیاز کشاورزی منطقه سد نشان داده شده است.

جدول ۱: نیاز کشاورزی پایین دست سد سورک

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
Q(m^3/s)	۰/۵۰۰	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۳۰	۰/۷۴۲	۱/۶۴۳	۲/۸۰۹	۲/۵۴۴	۱/۸۰۲	۱/۰۶۰

نیاز زیست‌محیطی با استفاده از روش مونتانا به عنوان مستندترین روش موجود محاسبه شد. برطبق این روش پس از محاسبه متوسط آبدهی ورودی مخزن سد برای ماه‌های سال در طول دوره آبدهی درصدی از این متوسط آبدهی که برای ۶ ماهه اول و دوم سال متفاوت است به عنوان نیاز زیست‌محیطی سد در مدل لحاظ می‌شود. جدول (۲) مقادیر مختلف این درصدها را بر اساس شرایط مختلف نشان می‌دهد. برای سد سورک ۳۰ درصد آبدهی در شش ماهه اول سال و۱۰ درصد آبدهی برای ۶ ماهه دوم به عنوان نیاز زیستی لحاظ شده است (جدول ۳). در شکل (۲) سری زمانی دبی ورودی به سد نشان داده شده است.

[9] Flow Factor

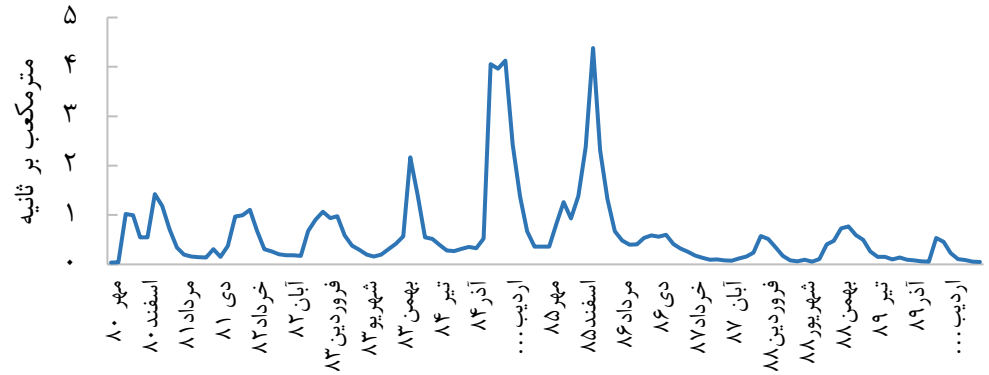
همچنین در شکل (۳) منحنی فرمان سد سورک که مجموع نیازهای پایین‌دست سد (کشاورزی و زیست‌محیطی) نسبت به زمان را نشان می‌دهد، ارائه شده است.

جدول ۲: روش مونتانا

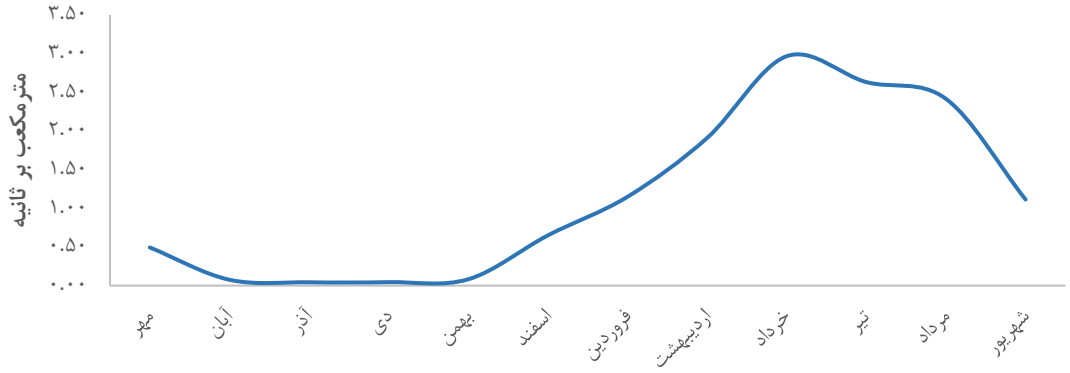
کیفیت حیات آبزیان	حداقل سهم از میانگین بلندمدت رودخانه (درصد)	
	مهر تا نیمه فروردین	از نیمه فروردین تا شهریور
وضعیت ایده آل	۶۰-۱۰۰	۶۰-۱۰۰
بسیار عالی	۴۰	۶۰
عالی	۳۰	۵۰
خوب	۲۰	۴۰
قابل قبول	۱۰	۳۰
ضعیف	۱۰	۱۰
کمبود شدید	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰

جدول۳: نیاز زیست محیطی پایین دست سد سورک

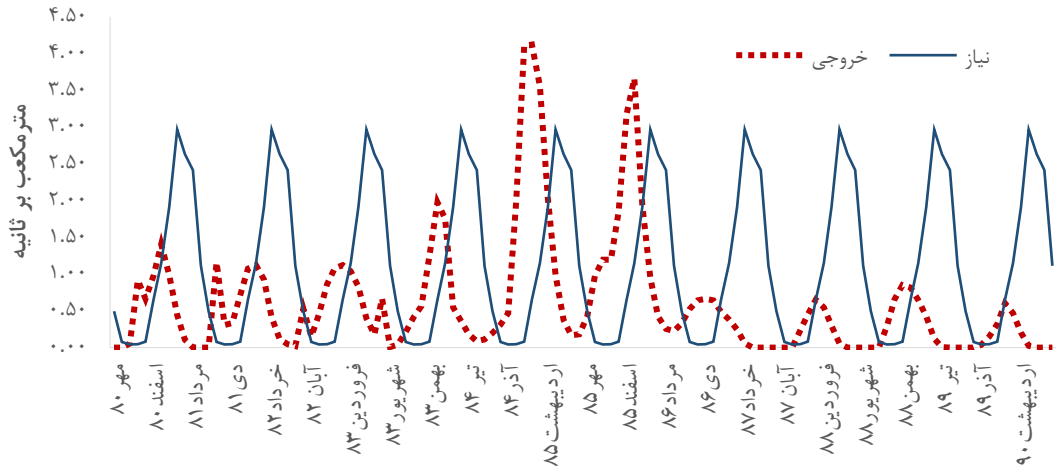
ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
Q(m^3/s)	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰	۰/۰۴۳	۰/۰۴۰	۰/۰۸۰	۰/۱۲۰	۰/۴۰۷۲	۰/۲۶۶۵۵	۰/۱۵۸	۰/۰۹۰	۰/۰۶۱	۰/۰۵۳



شکل ۲: دبی ورودی به سد سورک



شکل۳: منحنی فرمان سد سورک



شکل ۴: سری های زمانی دبی خروجی شبیه‌سازی شده و نیازهای پایین دست سد سورک

نتایج و بحث

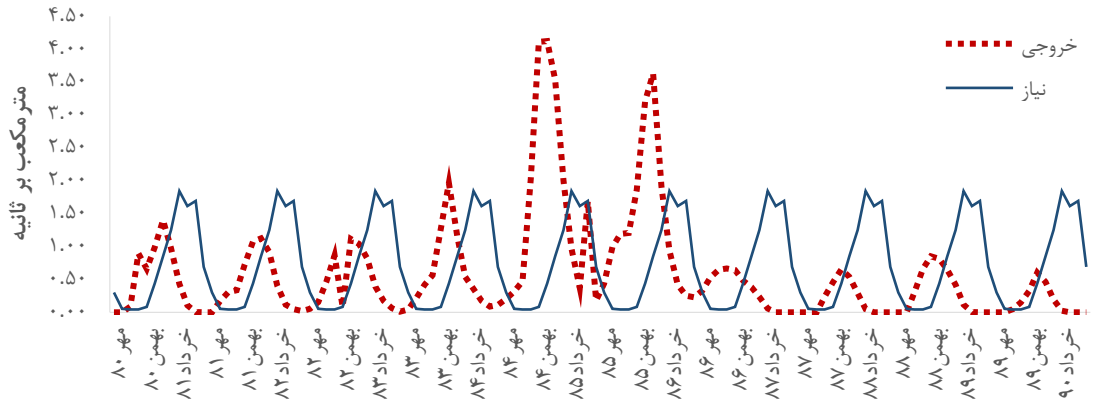
پس از وارد کردن کلیه داده‌های مورد نیاز، نرم‌افزار دبی خروجی شبیه‌سازی شده را ارائه می‌دهد. بررسی دبی خروجی و نیازها نشان داد که سد سورک در اکثر مواقع قادر به تأمین نیازهای پایین دست نمی‌باشد. علت عدم تأمین نیازها می‌تواند کمبود باران در سال‌های اخیر و یا استفاده از شیوه نامناسب در آبیاری زمین‌های زیر کشت باشد. شکل (۴) سری‌های زمانی خروجی شبیه‌سازی شده و نیازهای پایین دست سد سورک را بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. در این مطالعه، با توجه به نتیجه اولیه و با فرض تغییر شیوه آبیاری از سنتی به تحت فشار، چهار سناریو تعریف و بر مدل اعمال گردید. در واقع هدف ارزیابی اثر این سناریوها در مدیریت منابع آب سد سورک می‌باشد نه انتخاب بهترین گزینه. در جدول (۴) جزئیات مربوط به سناریوهای مورد بررسی ارائه شده است.

جدول ۴: مشخصات سناریوهای مورد بررسی در بهره‌برداری از سد سورک

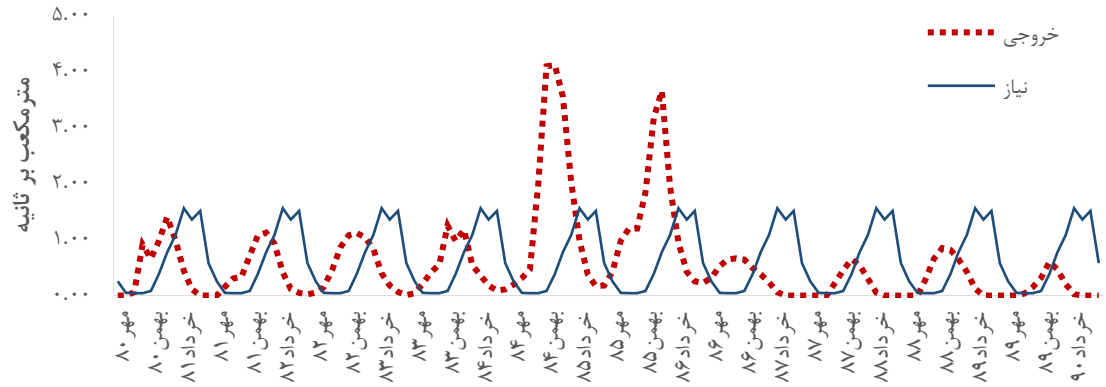
سناریو	تعریف
۱	تأمین نیاز زیست‌محیطی + ۶۰٪ نیاز کشاورزی
۲	تأمین نیاز زیست‌محیطی + ۵۰٪ نیاز کشاورزی
۳	تأمین نیاز زیست‌محیطی + ۴۰٪ نیاز کشاورزی

بررسی نتایج حاصل از سناریوها نشان می‌دهد که در سناریوهای اول و دوم در سال‌های آبی ۸۱-۸۰ تا ۸۴-۸۳ دبی خروی شبیه‌سازی شده قادر به تأمین نیازهای پایین‌دست در تابستان نمی‌باشد. همچنین در سال‌های آبی ۸۵-۸۴ تا ۸۶-۸۵ دبی خروجی به یکباره افزایش پیدا می‌کند، به طوری که در همه زمان‌ها نیازها تأمین می‌شوند که علت آن می‌تواند افزایش بارندگی و دبی ورودی باشد. در سال‌های آبی ۸۷-۸۶ تا ۹۰-۸۹ دبی کاهش چشم‌گیری پیدا می‌کند؛ در نتیجه در تابستان و کمی هم در بهار نیازها بطور کامل تأمین نمی‌شوند، علت آن را می‌توان کاهش بارندگی دانست. سناریو سوم هم مشابه دو سناریو قبل

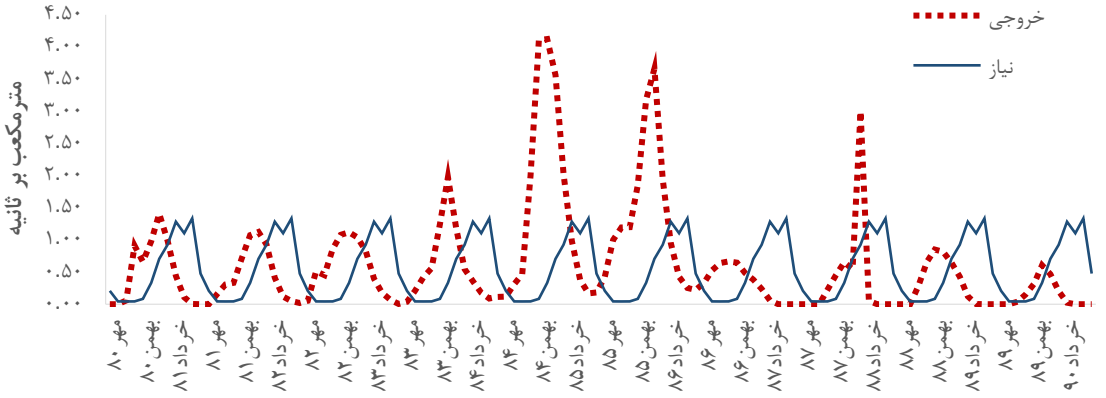
می‌باشد، با این تفاوت که در سال‌های آبی ۸۴-۸۳ تا ۸۶-۸۵ دبی خروی افزایش شدیدی پیدا می‌کند و در نتیجه همه نیازها تأمین می‌شود. هم‌چنین با وجود افزایش قابل توجه دبی در سال آبی ۸۹-۸۸ باز هم نیازها در تابستان بطور کامل تأمین نمی‌شود. در شکل‌های (۵)، (۶) و (۷) نتایج حاصل از اعمال سناریوها به مدل ارائه شده است.



شکل ۵: نمودار دبی خروجی شبیه‌سازی شده و نیازهای پایین‌دست سد در سناریو (۱)



شکل ۶: نمودار دبی خروجی شبیه‌سازی شده و نیازهای پایین‌دست سد در سناریو (۲)



شکل ۷: نمودار دبی خروجی شبیه‌سازی شده و نیازهای پایین‌دست سد در سناریو (۳)

نتیجه‌گیری

در این مطالعه نحوه عملکرد و بهره‌برداری مخزن سد سورک با استفاده از نرم‌افزار Hec- Ressim نسخه۳/۱ شبیه‌سازی شد. پس از وارد کردن داده‌هایی نظیر ارتفاع و طول سد، منحنی‌های سطح – حجم و حجم – ارتفاع، تبخیر از سطح مخزن سد، ارتفاع و ضریب سرریز، نواحی ذخیره سد، منحنی فرمان و ... به مدل، دبی خروجی از سد توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی شد. نتایج اولیه نشان داد که مخزن سد در اکثر مواقع قادر به تأمین نیازهای پایین‌دست نمی‌باشد. در این قسمت ۳ سناریو ارائه شد. پس از بررسی نتایج حاصل از سناریوها، سال‌های شبیه‌سازی شده به سه بازه زمانی تقسیم شدند. بازه اول مربوط به سه سال اول می‌باشد که در فصل تابستان نیازهای موجود تأمین نمی‌شوند. بازه زمانی دوم مربوط به دو سال بعدی می‌باشد که افزایش چشمگیر دبی خروجی مشاهده می‌شود که علت آن می‌تواند افزایش بارندگی‌ها باشد. در پنج سال پایانی کاهش شدید در دبی خروجی رخ داده است که علت آن می‌نواند کاهش بارندگی‌ها و یا تغییر اقلیم و خشکسالی باشد. با اعمال مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح منابع و مصارف آب و شناخت نیازهای موجود می‌توان بر مسئله کمبود آب فائق آمد. تغییر الگوی کشت مناسب و تغییر شیوه آبیاری از سنتی به تحت فشار یکی دیگر از راهکارهای پیشنهادی برای بهره‌وری مناسب از آب موجود و در دسترس می‌باشد.

منابع

باقری هارونی، م. و فتحیان، ف. (۱۳۹۱). تخصیص سیستم منابع آب با مدل MILKE BASIN در سری‌های زمانی روندار و روندزدایی شده جریان رودخانه صوفی چای. نشریه آب و خاک، جلد۲۶، شماره۲، ص۳۹۱-۳۸۱.

رحیمیان، م.، حسینی، خ. و شیخ خوزانی، ز. (۱۳۸۹). مدل‌سازی بهره‌برداری از مخازن چند منظوره به روش پویایی سیستم. مجله مدل‌سازی در مهندسی، سال هشتم، شماره ۲۱، ص۶۸-۵۷.

عصاری، م.، کمالی، م. و محمدی، ک. (۱۳۸۷). شبیه‌سازی مخزن و پارامترهای بهره‌برداری سد کلقان با استفاده از مدلHEC-RESSIM . سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، ۲۳مهر ۱۳۸۷، تبریز، ایران.

Ahn, J. M., Lee, S. and Kang, T. (2014). Evaluation of dams and weirs operating for water resource management of the Geum River. Science of the Total Environment, 478, pp.103–115.

Arias, M. E., Cochrane, T. A., Killeen, T. J. and Teasley, R.L. (2010). Simulated changes in water flows of the Mekong River from potential dam development and operations on the Se San and Sre Pok tributaries. IWA World Water Congress and Exhibition, Montreal, Canada.

Arias, M., Cochrane, T., Green, A., Dat, N. and Piman, T. (2013). Assessment of Flow Changes from Hydropower Development and Operations in Sekong, Sesan, and Srepok Rivers of the Mekong Basin. J. Water Resour Plann Manage, 139(6), pp:723–732.

Babazadeh, H., Kaveh, F., Sedghi, H. and Mousavi Jahromi, H. (2007). Performance evaluation of Jiroft storage dam operation using Hec-ressim 2.0. Eleventh International Water Technology Conference, IWTC11 2007 Sharm El-Sheikh, Egypt.

Gohari, A., Madani, K., Mirchi, A. and Bavani, A. M. (2014). System-Dynamics approach to evaluate climate change adaptation strategies for Iran's Zayandeh-Rud Water System. Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress, 1598-1607.

Klipsch, J.D. and Evans, T.A. (2007). Reservoir operations modeling with HEC-RESSIM. Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA. 530-756-1104.

Modini, C. (2010). Using Hec-ressim for Columbia river treaty flood control. 2nd Joint Federal Interagency Conference, Las Vegas, USA.

Simulation of the Soork reservoir operation using Hec-ResSim

Marzie Akbari[1], Rasoul Mirabbasi Najafabadi*[2], Mohammad Hossein Bagheri[3]

1) Msc. Student of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2) Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3) Msc. Student of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiyat Modares University, Tehran, Iran

***Correspondence Author:** mirabbasi_r@yahoo.com

Received Date: 2021. 05. 10 **Accepted Date: 2021. 10. 10**

Abstract

Due to the growing demand for water and water use variation, simulation of water reservoirs operational parameters is the most practical and important works to achieve the optimum management of dams. In this study, the operation of the Soork Dam's reservoir was simulated using HEC-ResSim. The simulation was performed based on the input flow data during 2001-02 years to 2010-11, downstream water needs and physical properties of the reservoir. Preliminary results showed that the reservoir is not able to meet the downstream demands (Agricultural and environmental) in the most times. Three scenarios were defined and evaluated for dam performance in different situations. In this scenarios supply completely environmental demand and supply Percent of agricultural demand was evaluated by taking the right way irrigation. The results of the considered scenarios indicated that the downstream demands may meet in some cases. By changing planting pattern and increasing the efficiency irrigation can be best efficiency of water available in this area.

Keywords: Allocation, Hec-ResSim, Dam operation, Simulation, Soork dam.