شبیه سازی بهره برداری از سد مخزنی دز در شرایط افزایش ارتفاع با اهداف تولید انرژی و کنترل سیلاب با استفاده از مدل Hec-Ressim

نویسندگان:هادی بلوطی[1]، غلامرضا یاقوت زاده[2]، مهدی اسدی لور[3]،
محمد حیدرنژاد[4]
1-نویسنده مسئول،دانشجوی رشته سازه های آبی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
2-دانشجوی رشته سازه های آبی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
3-استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد واحد اهواز
4-ستادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد واحد اهواز
Email: hadibalooti66@yahoo.com

چکیده

جهت استخراج سیاست های بهینه بهره برداری از مخازن، مد نظر داشتن اهداف مهم چندگانه در کنار یکدیگر و به صورت همزمان، دارای اهمیت فراوانی است. در این راستا ما با افزایش ارتفاع سد دز چند هدفه تکاملی شامل کنترل سیلاب در مخزن، و تولید انرژی برقابی را در کنار یکدیگر پرداخته ایم. برای این منظور از نرم افزار Hec-ResSim جهت شبیه سازی مخزن سد استفاده گردید. بر اساس نتایج حاصله از شبیه سازی، 4 سناریوی مختلف برای سد معرفی شد که در سناریو 4 بیشترین تولید برق و کنترل تمام سیلاب های ورودی به سد دز مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: سد دز، منحنی بهره برداری، افزایش ارتفاع سد، تولید برق، کنترل سیلاب، Hec-Ressim

مقدمه

امروزه آب این منبع حیات‌بخش، به عنوان یکی از سه عامل تشکیل و بقای محیطزیست (خاک، هوا و آب) بیش از هر زمان دیگر مورد توجه می‌باشد. بی‌شک امروزه حفظ و صیانت از منابع آب و بهره‌برداری بهینه و اقتصادی و عادلانه از آب یک مساله جهانی است و به همین جهت در قرن 21 از آب به عنوان یک چالش فراگیر بشری یاد می‌شود. تاکید جامعه جهانی این است که دولت‌ها و ملت‌ها به مقوله آب به عنوان کلید توسعه نگاه کنند. منابع آب اگرچه تجدیدپذیر هستند ولیکن حجم آنها ثابت بوده و در مقابل، تقاضای بشری برای آن روبه افزایش است به گونه‌ای که طی صد سال اخیر تقاضای جهانی برای آب بیش از شش برابر شده است در صورتیکه جمعیت سه برابر شده است. در ایران، به واسطه ضعف در برنامه ریزی جامع و عدم وجود یک تشکیلات مدیریتی هماهنگ در بین سامانه های آبی کشور، این امر (بخصوص در رسیدن به اهداف دراز مدت) به کندی صورت می گیرد. هدف از این تحقیق استفاده از تکنیک شبیه سازی مخزن جهت برنامه ریزی و بهره برداری مناسب از سد می باشد. شبیه سازی یک تکنیک مدل کردن است که با معرفی نمودن تمام خصوصیات سیستم به طور گسترده توسط یک توصیف ریاضی، رفتار یک سیستم در آینده تخمین زده می شود. مدل شبیه سازی واکنش سیستم به خروجی های معین که شامل قوانین تصمیم می شود را فراهم می کند، به طوریکه یک تصمیم گیرنده را قادر می سازد تا توالی سناریوهای گوناگون سیستم موجود را بدون اینکه واقعاً آن را تشکیل دهد، آزمایش نماید.

مهار سیلاب با استفاده از مخازن اغلب در عمل با پیچیدگی های ناشی از تعدد اهداف بهره برداری روبرو است. محدودیت های مربوط به دبی ایمن رودخانه پایین دست، آماده سازی مخزن برای مهار سیلاب های محتمل بعدی و ذخیره سازی حداکثر آوردهای سیلابی برای تامین مصارف و تولید انرژی از جمله این موارد هستند. مدل های بهینه سازی که برای بهر هبرداری از مخزن در شرایط سیلابی توسعه داده می شوند، بایستی امکان در نظر گرفتن این اهداف را با حفظ اولویت حداقل کردن خسارات ناشی از سیلاب فراهم نمایند.

همانطور که توسط Wardlaw and Sharif (1999) تاکید شده، الگوریتم ژنتیک تا کنون کاربرد محدودی در بهینه سازی بهره برداری از سیستمهای رودخانه– مخزن داشته است[3]. در زمینه برنامه ریزی و تصمیم گیری برای بهر ه برداری از مخازن سدها در هنگام وقوع سیلاب در سامانه های رودخانه و مخزن تحقیقات معدودی صورت گرفته که از آن جمله می توان به تحقیقات انجام شده توسط(Akter & Simonovic 2004) برای مدل نمودن عدم قطعیت ها در بهره برداری کوتاه مدت با استفاده از مجموعه فازی و الگوریتم ژنتیک اشاره نمود[4].

اولین مدل شبیه سازی برای سیستم مخازن آبی توسط مهندسین ارتش آمریکا و در سال 1953 جهت مطالعات بهره برداری شش مخزن بر روی رودخانه میسوری صورت گرفت[5].توماس و فایرینگ (Tomas and Faring) [6] و و هوف اشمیت و فایرینگ (Hufschmidt and firing)[7] نیز در برنامه توسعه لی هایگ از شبیه سازی برای سیستم های چند منظوره و چند مخزنی استفاده کردند. در ایران، کارآموز و همکاران (Karamouz et. al., 1992)[6] و همچنین محررزاده [1] به ترتیب در بهره برداری از مخازن چند منظوره و بهره برداری از مخزن سد قشلاق، از مدل های ترکیبی شبیه سازی و بهینه سازی استفاده کردند.

در تحقیقی که بر روش پویایی سیستم در مدلسازی بهره برداری از مخزن چند منظوره زاینده رود استان اصفهان انجام شد بیان گردید که با اتخاذ تصمیم مناسب در بهره برداری از مخزن سد زاینده رود و تخصیص دقیق تر آب سطحی بین شبکه های آبیاری مختلف می توان علاوه بر توسعه و تامین نیازهای کشاورزی از افت سطح آب زیرزمینی دشت نیز جلوگیری کرد[2]. مدل های بهینه سازی ساده بر روی ارضاء یک هدف خاص میتوانند تمرکز داشته باشند حال آنکه پروژه های بزرگ منابع آب غالباً جهت تأمین چندین هدف مختلف باید مدیریت شوند[9].کارشناسان USACE در کشور افغانستان این مدل را برای شبیه سازی منابع آب در این کشور مورد استفاده قرار دادند. مهندسین ارتش آمریکا و مهندسین افغانی تیمی را برای شبیه سازی سد مخزنی کاجاکی و پروژه طرحهای توسعه دشتهای پایین دست تشکیل داده اند. مدل تهیه شده برای سیستم مورد نظر توانایی، بهره برداری سیستم را برای شرایط برقابی، کنترل سیلاب، آبیاری، تغییرات ظرفیت تولید انرژی، حجم زنده و ادوات تخلیه را دارد[10]. از جمله مدل های شبیه سازی عمومی میتوان مدل HEC3(آنالیز مخزن جهت کنترل سیل) و مدل HEC5 (شبیه سازی سیل و کنترل و حفاظت آن) را نام برد. ویژگی هر دو مدل، شبیه سازی واکنش سیستم های منابع آب نسبت به نیازهای آبی گوناگون می باشد. علاوه بر این، هر دو مدل نسبت به پذیرش هر ترکیب اختیاری از مخازن و کانال ها انعطاف پذیر می باشند.

مدل Hec5 جهت بهره برداری ماهانه، روزانه و ساعتی سیستم مخازن چند منظوره توسعه داده شده است. مطالعه کنترل سیل بر روی سیستم مخازن ساسکوهانا توسط مدل Hec5 مورد بررسی قرار گرفته است ((Eichert and davis, 1976) [11]. همچنین این مدل به منظور تعیین خسارات سیل ارزیابی گزینه های مختلف بهره برداری استفاده می شود.

در این مدل با استفاده از مدل Hec-ResSim به شبیه سازی بهره برداری از مخزن سد دز با افزایش ارتفاع پرداخته شد تا بتوان کارایی آن را در تولید نیروی برقابی و کنترل سیلاب های ورودی به سد را مورد ارزیابی قرار داد.

معرفی مدل Hec-ResSim

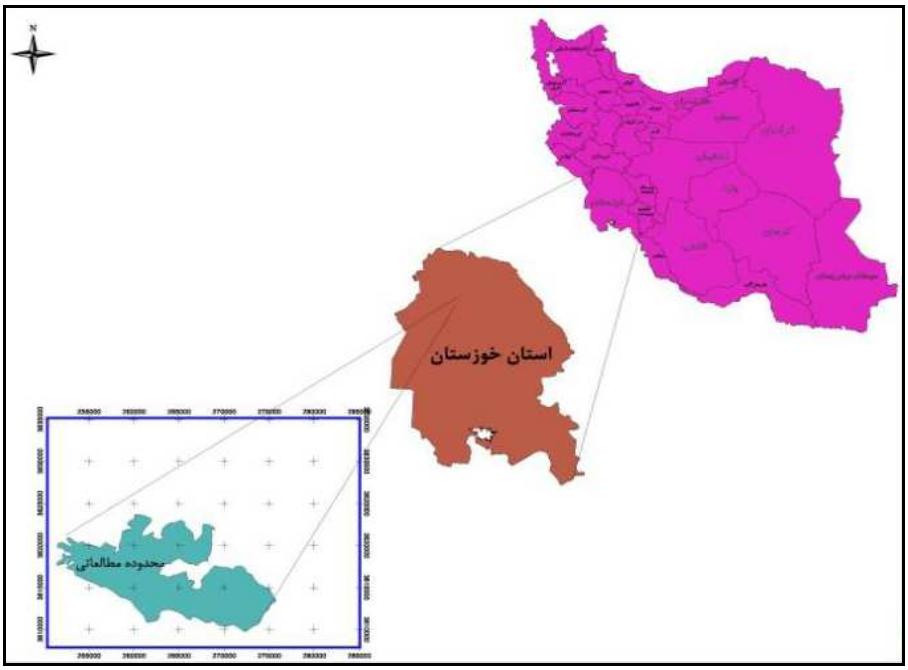
شبیه سازی بهره برداری از یک مخزن در بر گیرنده تعریف کلیه ویژگی های یک مخزن و کانال های پایین دست می باشد. مدل Hec-ResSim از یک واسط گرافیکی کاربر(GUI)، یک برنامه محاسباتی برای عملیات شبیه سازی مخزن، قابلیت های ذخیره سازی و مدیریت داده و امکانات گزارش گیری و گرافیکی دیگر تشکیل یافته است. سیستم ذخیره سازی داده آن (HEC-DSS) برای ذخیره سازی و بازیابی داده های سری زمانی ورودی و خروجی بکار گرفته می شود.

این نرم افزار از سه مدول جداگانه Wateshed Setup که ترسیم و شمای کلی حوضه آبریز، مدل Reservoir Network که اطلاعات ورودی به مخزن و Simulation که کار شبیه سازی را انجام می دهد تشکیل شده است. اطلاعات ورودی مدل شامل ترسیم آبراه ها، مسیر رودخانه ها و اطلاعات مربوط به مخزن می باشد. اطلاعات ورودی به مخزن شامل منحنی ارتفاع – سطح – حجم، میزان تبخیر و نشت و ظرفیت سرریز بصورت کنترل شده و کنترل نشده می باشد. اطلاعات مربوط به بهره برداری در برگیرنده نواحی کنترل سیل، نگهداری، حجم غیر فعال مخزن و دیگر نواحی تعریف شده توسط کاربر می باشد. برای ناحیه کنترل سیل از تراز سرریز، برای ناحیه نگهداری از تراز آب مخزن در شرایط عادی استفاده شد.

شکل 1. مدل Hec-ResSim

معرفی منطقه مورد مطالعه

سد دز در فاصله 25 کیلومتری شمال شرقی شهرستان دزفول در دره ای عمیق با دیوارهای عمودی که تا ارتفاع 500 متر بالا رفته اند بر روی شعبه اصلی رودخانه دز در 100 کیلومتری بالادست ملتقای دو رودخانه دز و کارون احداث گردیده است. رودخانه دز از ارتفاعات اشترانکوه و بختیاری سرچشمه گرفته و پس از الحاق شاخه های متعددی به آن در ایستگاه "تله زنگ" وارد دریاچه سد در شمال دزفول می شود. طول تقریبی رودخانه دز 186 کیلومتر می باشد. (شکل 2).



شکل2. منطقه مورد مطالعه

مشخصات سد مخزنی دز

این سد از نوع بتنی دو قوسی[1] جدار نازک می باشد. ارتفاع سد 203 متر و طول تاج آن 212 متر رقوم تاج سد 354 متر از سطح دریا می باشد. ضخامت تاج در ارتفاع 345 متر برابر 4/5 متر و در ارتفاع 180 متر برابر 21 متر می باشد. طول دریاچه سد برابر با 65 کیلومتر که محیطی با وسعت 17000 کیلومتر مربع را می پوشاند. ساختمان این سد در سال 1338 شروع و در سال 1341 تکمیل و آبگیری مخزن شروع شد. حداکثر آب قابل کنترل 352 متر و حداقل آن 290 متر می باشد و سطح اساس رودخانه 175masl می باشد و در نتیجه حداکثر ارتفاع مؤثر آب 177 متر و حداقل ارتفاع مؤثر آب 115 متر می باشد (جدول1).

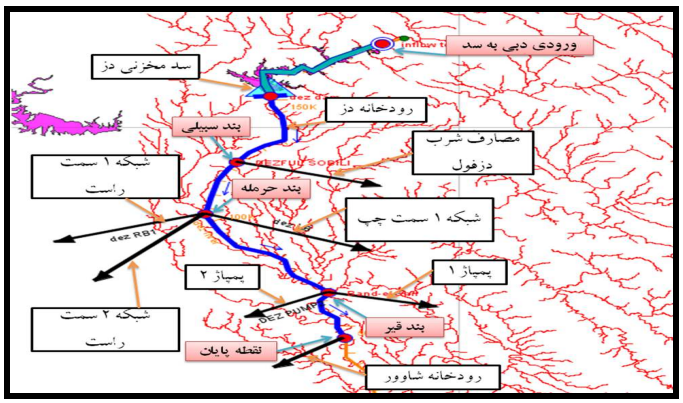
جدول1. مشخصات فنی سد دز

ارتفاع از پی	203متر
طول تاج	121متر
عرض تاج	4/5متر
رقوم حداکثر بهره برداری (masl)	352
رقوم حداقل بهره برداری (masl)	310
حجم در رقوم حداقل بهره برداری در شرایط نرمال (mcm)	942/33
نوع سرریز	قطاعی دریچه دار
تعداد سرریز	2 عدد
حداکثر ظرفیت تخلیه سرریزها	6000 مترمکعب

1-Double Arc

تامین نیازهای پایین دست

مهمترین مصرف کننده شرب و کشاورزی در پائین دست سد دز شامل برداشت از بند سبیلی دز برای مصرف شرب شهر دزفول، بند انحرافی حرمله شامل شبکه 1 و 2 سمت راست و شبکه سمت چپ دز، پمپاژ 1 و 2 دز از بند انحرافی بند قیر و در انتها برای رودخانه شاوور جهت کشاورزی می باشد. (شکل3)



شکل3. پیکربندی منابع و مصارف آب رودخانه دز و سد مخزنی دز

شبیه سازی

در بحث شبیه سازی مخزن سد دز دو دسته اطلاعات (فیزیکی و بهره برداری) مورد نیاز می باشد. در قسمت فیزیکی، اطلاعات سطح – حجم – ارتفاع، مشخصات بدنه مخزن، تبخیر از سطح دریاچه، نشت از خزن و مقدار خروجی کنتری شده از مخزن داده شده است. در قسمت بهره برداری نیز اطلاعات مربوط به نحوه کنترل سیلاب، نگهداری و حجم غیر فعال داده می شود. در این تحقیق اطلاعات مورد نیاز براساس گزارش های تحقیقاتی موجود و به صورت زیر تهیه شده است.

با توجه به اینکه رقوم نرمال سطح آب سد دز در وضعیت موجود 352 متر و در حالت افزایش ارتفاع رقوم نرمال سطح آب 359، 360 و 362 متر می باشد، برای ناحیه کنترل سیلاب در هر سناریو 2 متر بالاتر از رقوم نرمال در نظر گرفته شد و برای ناحیه نگهداری در هر سناریو بصورت ماهانه و طبق جدول 2 و حداکثر و حداقل دبی عبوری از نیروگاه برقابی این ناحیه طبق جدول 3 ارائه شده است. همچنین برای تمامی سناریوها ارتفاع غیر فعال سد در 222/7 متر در نظر گرفته شد.

جدول 2: منحنی فرمان سد دز برای رقوم نرمال در گزینه های مختلف افزایش ارتفاع (ناحیه نگهداری)

ماه	رقوم نرمال 352	رقوم نرمال 357	رقوم نرمال 360	رقوم نرمال 362
فروردین	342/5	348/4	351/6	353/6
اردیبهشت	352	357	360	362
خرداد	352	357	360	362
تیر	352	357	360	362
مرداد	352	357	360	362
شهریور	352	357	360	362
مهر	352	357	360	362
آبان	349/4	354/5	357/5	359/5
آذر	338/4	344/3	348/1	350/1
دی	334/4	340/3	344/2	346/2
بهمن	334/4	340/3	344/2	346/2
اسفند	334/4	340/3	344/2	346/2

جدول 3: منحنی فرمان سد دز برای عبور حداکثر و حداقل دبی در گزینه های مختلف افزایش ارتفاع

رقوم نرمال / دبی	352 متر	357 متر	360 متر	362 متر
حداکثر (cms)	472	496/8	1000/8	1000/8
حداقل (cms)	59	62/1	83/3	83/3

نیروگاه برقابی سد دز

نیروگاه در غاری به طول 700 متر و عرض 18 متر و ارتفاع 36 متر واقع شده است. در این غار 8 واحد توربین نصب گردیده است که قدرت هر یک 65 مگاوات است (مجموعاً 520 مگاوات) دبی هر واحد 59 مترمکعب بر ثانیه است.

مطابق مطالعات ارتقاء ظرفیت نیروگاه قرار بود تا سال 1392 اجرای آن تمام شود، ظرفیت نیروگاه فعلی دز به 720 مگاوات (ارتقاء هر واحد به 90 مگاوات). دومین واحد نیروگاهی سد دز نیز با ظرفیت 720 مگاوات (4 واحد 180 مگاواتی) برنامه ریزی شده است قرار است ساخت آن تا سال 1396 (2017) پایان یافته و وارد مدار شود. در صورتی که دو طرح فوق اجرا شود کل ظرفیت نیروگاهی سد دز برابر 1440 مگاوات خواهد شد (1440=180×4+90×8). خلاصه خصوصیات نیرو گاه سد دز در یک دوره شبیه سازی مورد بررسی در جدول 4 نشان داده شده است.

جدول 4. ظرفیت نصب و سال بهره برداری نیروگاه برقآبی سد دز

ویژگی های نیروگاه دز	نیروگاه موجود	ارتقاء نیروگاه	افزودن نیروگاه دوم
کل ظرفیت ژنراتور (مگاوات)	520	720	1440
طراحی ارتفاع	152	164	164
تعداد واحد	8	8	12
دبی ماکزیمم (cms)	473/6	496/8	1000/8
بهره وری طراحی ارتفاع	0/89	0/89	0/89

بحث نتایج

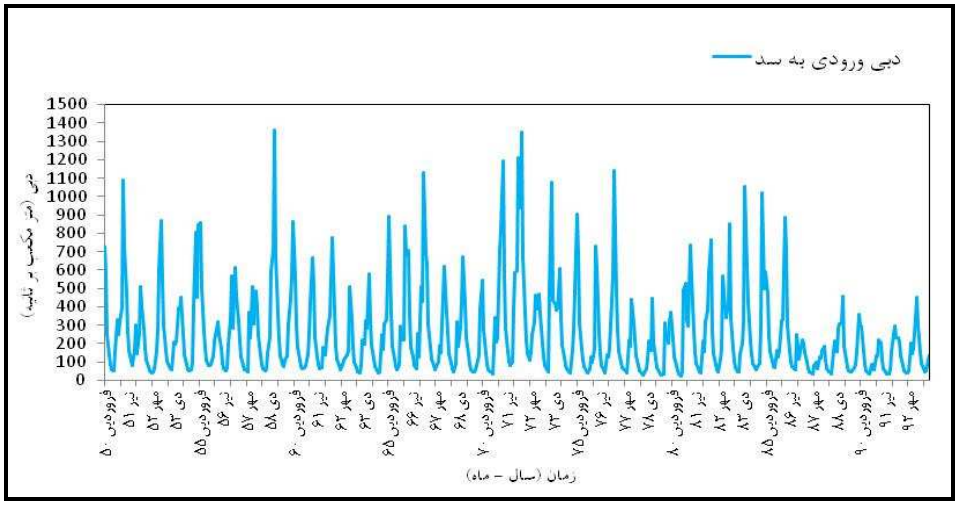
در این تحقیق از نیاز کشاورزی و شرب بر اساس نیازهای پایین دست استفاده شده است. شبیه سازی براساس میزان دبی ورودی به مخزن سد دز در سال های آبی 1350 تا 1392 صورت گرفته است(شکل4).

براساس داده های پایه مدل تهیه شده و سناریوهای منتخب، مدل برای شرایط زیر اجرا شده است:

1- شرایط اولیه: در این گزینه سیستم برای شرایط حاضر مدل شده است و فرض براین است که هیچ تغییری در آینده رخ نخواهد یافت.

2- شرایط اجرای طرح های آتی: این گزینه سیستم شامل افزایش ارتفاع سد دز، ارتقای ظرفیت نیروگاه سد دز، راه اندازی نیروگاه دوم سد دز.

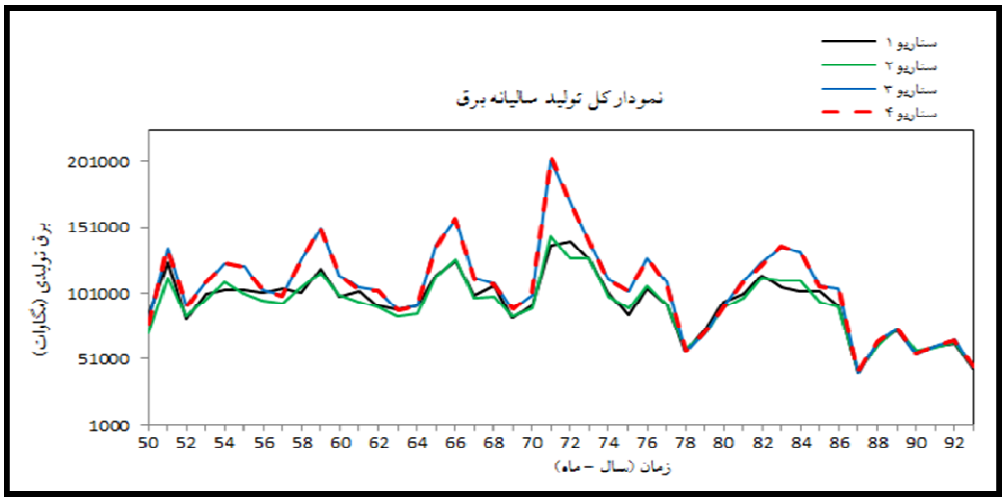
در حالات مختلف و در قالب 4 سناریو در مدل تعریف شده است. برای طرح افزایش ارتفاع سد دز نیز گزینه های افزایش ارتفاع 5، 8 و 10 متری دیده شده است. که در هر سناریو شرایط تولید برق نیروگاه برقآبی مورد بررسی قرار گرفته است.



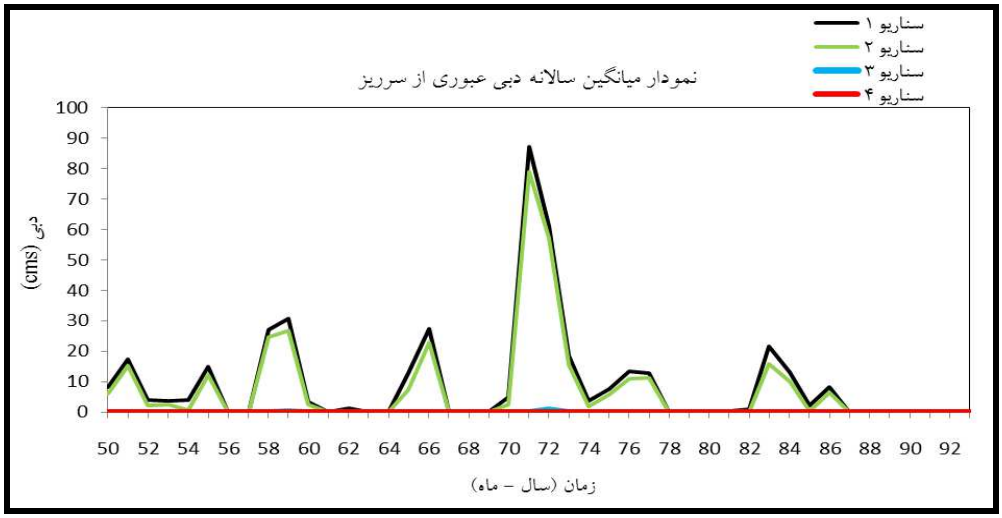
شکل4. نمودار تغییرات ماهانه دبی ورودی به مخزن سد دز

نتایج سناریو ها

سناریو1 با شرایط وضع موجود سد دز، ارتفاع سد 354 متر و ارتفاع سطح نرمال آب 352 متر شبیه سازی شد و نیروگاه سد دارای 8 واحد تولید برق می باشد، سناریو2 با شرایط افزایش ارتفاع 5 متر سد دز، ارتفاع سد 359 متر و ارتفاع سطح نرمال آب 357 متر شبیه سازی شد نیروگاه دارای 8 واحد تولید برق می باشد، سناریو3 با شرایط افزایش ارتفاع 8 متر سد دز، ارتفاع سد 362 متر و ارتفاع سطح نرمال آب 360 متر شبیه سازی شد نیروگاه دارای 12 واحد تولید برق (8×90+4×180=1440)، سناریو4 با شرایط افزایش ارتفاع 10 متر سد دز، ارتفاع سد 364 متر و ارتفاع سطح نرمال 362 متر شبیه سازی شد نیروگاه همانند سناریو 3 دارای 12 واحد تولید برق (8×90+4×180=1440) می باشد و نتایج حاصل از شبیه سازی 4سناریو شبیه سازی تولید برق در شکل 5 و 4سناریو شبیه سازی کنترل سیلاب ورودی به سد دز در شکل 6 قابل مقایسه و مشاهده هستند.



شکل5. نمودار مقایسه کل تولید سالانه برق از نیروگاه برقآبی سد دز بین سناریوهای مختلف



شکل6. نمودار مقایسه کنترل سیلاب ورودی به سد دز بین سناریوهای مختلف

نتیجه‌گیری

با توجه به شبیه سازی انجام گرفته توسط مدل Hec-Ressim می توان به این نتایج رسید که:

1- این مدل قابل کاربرد در شبیه سازی سد دز می باشد و با استفاده از آن می توان سناریوهای مختلف را بررسی کرد.

2- از جمله خصوصیات این مدل توانایی آن در پذیرش هر ترکیب اختیاری از مخازن، محل نیروگاه ها، محل های برداشت آب و محل های ورود آب به سیستم با توجه به تاثیر سیستم های موازی و متوالی بر یکدیگر می باشد.

3- این مدل توانایی این را دارد که سیاست های مختلف را باتوجه به نیازهای کاربر در بهره برداری اعمال نماید.

4- با افزایش ارتفاع سد در هر سناریو، تولید برق نیروگاه نیز افزایش می یابد ولی تولید برق سالانه در سناریو 3 و 4 باهم برابر می باشند چون در سناریو 4 افزایش واحدهای تولید برق نداریم.

5- با افزایش ارتفاع سد دز مشاهده شد که در سناریو4 می توان تمامی سیلاب ورودی به سد دز را کنترل و در زمان های مورد نیاز پایین دست مصرف نمود.

منابع

[1] محررزاده کرد، جلیل، مدلهای بهینه سازی و شبیه سازی بهره برداری از مخزن سد قشلاق به روش پویای احتمالی، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، مدیریت منابع آب، دانشکده شهید عباسپور، 7813.

[2] مومنی،ا. م. تجریشی و ا. ابریشم چی، (1385) ، مدلسازی بهره برداری از مخزن چند منظوره با استفاده از روش پویایی سیستم، فصلنامه علمی–پژوهشی آب و فاضلاب، ش، 57 بهار 85 ، ص47–58.

[3] Wardlaw R., and Sharif M. (1999). "Evaluation of Genetic Algorithms for Optimal Reservoir System Operation." Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 125, No. 1, pp. 25-33.

[4] Akter T., and Simonovic S. P. (2004). "Modelling uncertainities in short-term reservoir operation using fuzzy sets and a genetic algorithm" Journal of Hydrological Science, Vol 49, No 6, pp. 1081-1097.

[5] Ackoff, R. L., (1961). Progress In Operations Research. New York: John Wiley,Inc.,U.S.A, Vol. 1,PP. 136.

[6] Thomas, H. A. and Fiering, M. B. (1962). Mathematical synthesis of Stream flow Sequence for the analysis of River basing by Simulation, in Design of Water Resources System. Edited by A Mass etal., Harvard University Press, Cambridge,Mass.

[7] Hufschmidt, M. M. and Fiering, M. B. (1962). Simulation Thechniques for Design of Water Resources System. Harvard University press, Cambridge.

[8] Karamouz, M., Houck, M.H.and Dellever, J.W. (1992). "Optimization and simulation of multiple reservoir system". Journal of water Resource planning and Management, 118:71-81.
[9] Werbs, R., 1993, "Reservoir-system simulation and optimization models", J. Water Resour. Plan. Manage., 119(4), 455–472.
[10] Hanbali, F. (2004). HEC-ResSim Reservoir Model for Tigris and Euphrates River Basins in Iraq. Advance in Hydrologic Engineering Center-US Army Corps.
[11] Eichert, B. S. and Davis, J. (1976). Sizing Flood Control Reservoir system by system analysis. Hydrol. Eng. Cent., U.S. Army Corps Eng., Tech. Pap.44.

Abstract:
To extract the optimum reservoir operation policies, taking into account multiple important goals together and at the same time, is very important. In this regard we raise the dam height multi-objective evolutionary dose of flood control reservoir, and hydropower energy generation and studied together. For this purpose the software Hec-ResSim was used to simulate reservoir. Based on the results of the simulation, 4 different scenario for the dam was introduced in Scenario 4 most power generation and flood control all incoming Dez was observed.
Keywords: Dez, curve operation, the height of the dam, power generation, flood control, Hec-Ressim