بهینه سازی بهره‌برداری از مخازن سدها برای مصارف کشاورزی (مطالعه موردی: سد علویان)

محبوب آبش‌زاده اصل[۱]، احمد فاخری فرد[۲*]، علی حسین‌زاده دلیر[۲]، میر کمال میرنیا[۳]، داوود فرسادی‌زاده[۴]

چکیده

در پژوهش حاضر برای مدیریت و بهره برداری بهینه‌ی برداشت آب از مخزن سد علویان با استفاده از ورودی‌های ماهانه به مخزن، اقدام به کاربرد مدل‌های ریاضی بهینه سازی گردید. با توجه به منحنی‌های شدت-مدت-فرکانس خشکی چنین استنباط می‌شود که به ازای حجم فعال ۶۰ میلیون مترمکعبی مخزن سد علویان به ازای دوره‌های بازگشت ۳۳، ۱۷، ۱۰، ۶ و ۳ ماهه مقادیر پریودهای پاسخ‌گویی به‌ترتیب برابر با ۲/۰۷، ۲/۱۳، ۲/۱۷، ۲/۲۰ و۲/۵ ماه است. برای ماکزیمم نمودن برداشت آب، یک مدل بهینه سازی خطی با محدودیت احتمالی نوشته و با استفاده از نرم افزار لیندو حل گردید. آب مورد نیاز گیاهان با روش پنمن – مانتیث محاسبه و در برابر مقادیر دبی ورودی به مخزن رسم گردید. حجم-های کمبود و ذخیره محاسبه شده، مبنای تعیین پریود بحرانی قرار گرفت [طول پریود بحرانی ۵۲ ماه شد (پریود آماری مورد مطالعه ۳۴۸ ماه می‌باشد)]. تابع هدف مدل به‌صورت ماکزیمم نمودن مقدار برداشت آب با توجه به محدودیت‌های مختلف تعریف گردید. دو حالت برداشت ثابت و برداشت ماهانه در طول پریود بحرانی مورد بررسی قرار گرفت و برای هر دو حالت ماکزیمم برداشت محاسبه شد. نتایج حاصله نشان داد که مقادیر برداشت ماکزیمم در هر دو حالت پاسخ‌گوی نیاز ماهانه نبوده و حجم فعال اولیه مخزن با توجه به مدیریت بهینه سازی به‌طور صحیح انتخاب نگردیده است، اما در حالت ماکزیمم سازی برداشت ماهانه وضعیت کمی بهتر است.

واژه‌های کلیدی: بهینه سازی، برنامه‌ریزی خطی، بهره‌برداری، مدیریت بهره‌برداری مخزن

Archive of SID

۱، ۲ و ۴. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیاران و استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاوری، دانشگاه تبریز، تبریز
۳. استاد گروه ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه تبریز، تبریز
*: نویسنده مسؤل

www.SID.ir

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور، تقاضای روز افزون به آب کشاورزی و هزینه قابل توجه احداث سدها و مخازن آب، استفاده از روش‌های بهینه سازی در طراحی- اجرا و بهره‌برداری از منابع آب ضروری است.

بیدختی و ابریشم‌چی (۱۳۸۰) در پژوهش خود به‌منظور بهره‌برداری بهینه از مخزن سد روشی مبتنی بر اصول نظریه فازی و به‌صورت برنامه ریزی پویا با استفاده از نتایج یک مدل پیش‌بینی جریان،طراحی نمودند. در این روش که برای تعیین سیاست بهره‌برداری بهنگام از مخازن توسعه داده شده بود، بازه‌های زمانی به‌صورت ماهانه تعریف گردیده بودند. محدودیت‌های حداکثر و حداقل تراز آب دو مخزن در انتهای هر دوره، حداکثر و حداقل آب خروجی از مخزن در هر دوره و نیز هدف مینیمم کردن میزان خسارت، به‌صورت محدودیت‌های فازی در هردوره معرفی گردیده است. جهت برآورده سازی تنظیم برون‌سالی مخزن، تابع هدف فازی به‌صورت حداقل نمودن حجم مخزن در انتهای سال که از نتایج شبیه سازی مخزن بر اساس منحنی فرمان به‌دست آمده است، تعریف گردید. به‌منظور تحلیل و ارزیابی کارایی مدل ارائه شده در تعیین سیاست بهره‌برداری بهینه از مخزن، نتایج این مدل با نتایج کارهای مشابه انجام شده در این زمینه مقایسه و توانایی‌های آن در برابر تحقیقات گذشته بررسی گردید. هم‌چنین جهت بررسی امکان بهبود معیارهای بهره‌برداری در صورت استفاده عملی از این مدل، نتایج بهره‌برداری واقعی در شرایط موجود، عملکرد مخزن در ارزیابی فوق دخالت داده خواهد شد.

دوران‌یلدز و همکاران (۱۹۹۹) تحقیقات خود را براین اساس که ورودی‌های طبیعی بر روی نتایج مسئله بهینه‌سازی تاثیر گذار است ،پایه‌ریزی نمودند، چون این ورودی‌ها ذات تصادفی داشتند باید در محاسبات دخالت داده می‌شدند، به‌همین خاطر یک مدل برنامه‌ریزی خطی LP با محدودیت احتمالی را ارائه کردند تا این فاکتور مهم در محاسبات در نظر گرفته شود. ایشان سیاست‌های بهره‌برداری بهینه ماهانه را برای پریود یکساله، با ورودی‌های متفاوت و با سطوح احتمالی مختلف برای سیستم تامین آب معین کردند، تا در مدل به‌کار برده شود. نتایج به‌دست آمده از این کار نشان می‌داد که درصد کمبود آب هدف، صفر می‌باشد. هم‌چنین ماکزیمم برداشت ثابت را مورد بررسی قرار دارند. به‌طور مشابه نتایج متفاوت با درصدهای کمبود مختلف مورد بررسی قرار گرفته و با در نظر گرفتن کمی ریسک محاسبه شدند.در پژوهش آن‌ها میان نتایج به‌دست آمده از برنامه‌ریزی خطی و پویا تفاوتی مشاهده نشد. هم‌چنین برای بهینه سازی بهره‌برداری کوتاه مدت، مدلی از برنامه‌ریزی خطی را ارائه کردند که ماهیت احتمالی بودن جریان‌های طبیعی را در محاسبات وارد می‌نمود که به‌نظر خیلی مناسب می‌آمد.

کومار و همکاران (۲۰۰۲) مدل بهره‌برداری بهینه‌ی مخزن را برای استفاده در برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی (MOFLP) توسعه دادند که برای تخمین، ساده و آسان بوده و جایگاه واقعی بهره‌برداری مخزن را مشخص می‌نمود. مساله با دو تابع هدف یعنی ماکزیمم نمودن برداشت‌ها برای آبیاری و ماکزیمم نمودن انرژی تولید شده، با چندین محدودیت فرمول‌بندی شد و از تابع‌های عضویت خطی برای فازی نمودن تابع هدف استفاده نمودند. فقط هدف‌های مورد نظر به-صورت فازی در آمده و تمام پارامترهای دیگر مدل در ماهیت پیچیده‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. از مدل MOFLP استفاده کردند تا هم هدف‌های فازی شده را بهینه کند و هم سطح رضایت مورد نظر را فراهم کند. برای سطوح مختلف رضایت هر دو هدف فازی شده، مدل MOFLP به‌کار گرفته شد.

کومار و بالیار سینگ (۲۰۰۳) برنامه‌ریزی خطی احتمالی (SLP) را برای پیدا نمودن یک روش بهره-برداری مناسب برای مخزن سدی در هندوستان به‌کار بردند تا بهره‌برداری از مخزن را بهینه کنند. روش بهره-برداری را به‌صورت ماهانه انتخاب کرده و از داده‌های ماهانه ثبت شده ۳۵ ساله مقادیر واقعی ورودی‌ها به مخزن را پیدا نمودند و ارتباط مساحت منحنی فرمان نیاز واقعی، ذخیره هدف مخزن و برداشت هدف را برای هر ماه دسته‌بندی کردند. هم‌چنین کارکرد مدل، برای تمام بهره‌برداری‌های ممکن، مثل مجذور مجموع انحرافات از ذخیره هدف و برداشت هدف را مورد ارزیابی

Archive of SID
www.SID.ir

قرار دادند. سپس روش بهره‌برداری بهینه را به‌وسیله مدل بهینه برنامه‌ریزی خطی احتمالی در نرم‌افزار LINDO که کارکرد بهینه مورد انتظار سیستم را فراهم می‌کند،پیدا نمودند. روش بهره‌برداری ماهانه می‌تواند بر پایه زمان واقعی به‌کار برده شود تا منفعت‌های درازمدت در سیستم مخزن را ماکزیمم کند.

هدف از پژوهش حاضر بررسی توانایی تامین آب مورد نیاز کشاورزی مخزن سد در جواب‌گویی به دوره های مختلف خشک‌سالی با دوره‌های بازگشت مختلف می‌باشد، دوره‌های بازگشت با توجه به مقادیر کمبود و ذخیره از نمودار شکل (۳) استخراج گردیدند، مخزن سد علویان صرفاً برای تامین تقاضای آب کشاورزی پایین دست سد با حجم محدودی طراحی شده است.

مواد و روش

سد علویان در شمال غربی ایران و دامنه‌ی جنوبی کوه سهند و جنوب شرقی دریاچه ارومیه در ۱۲۰ کیلومتری جنوب غربی تبریز بین °۳۶ تا ″۲۵ °۳۶ طول شرقی و ″۱۱ °۳۷ تا ″۲۸ °۳۷عرض شمالی در ۳/۵ کیلومتری شمال مراغه قرار دارد (مهندسین مشاور آشناب، ۱۳۷۶).

بر اساس آمار ۲۰ سال اخیر شهر مراغه، سردترین دما c°۲۵- (دیماه سال ۱۳۵۱) و گرم‌ترین دما c°۴۵ (مرداد ماه ۱۳۵۲) بوده است. متوسط تبخیر سالانه حوزه علویان ۱۴۷میلی‌متر بوده است که ماکزیمم آن در مرداد ماه معادل ۳۷۲ میلی‌متر و مینیمم در زمستان ماه‌های بهمن و اسفند می‌باشد (مهندسین مشاور آشناب، ۱۳۷۶) .

محاسبه مصرف نا خالص آب محصولات مختلف

مصرف ناخالص آب محصولات مختلف با فرمول زیر محاسبه شده است (مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۶):

$$U = \frac{A_C (ET_c - R_e) B}{C_f} \qquad [۱]$$

[۲]

$$R_e = 0.778(1.25R^{0.824} - 2.93)10^{0.000955ET_c}$$

[۳]

$$ET_c = K_c \times ET_O$$

که در آن:

U: مصرف ناخالص آب آبیاری (متر مکعب در ماه)

A_c : مساحت زیر کشت محصولات (مترمربع)

ET_c: آب مورد نیاز گیاهی(متر در ماه)

R_e: بارندگی موثر (متر در ماه)

B: درصد آب تامین شده از سد

C_f: راندمان آبیاری

R: بارندگی کل (متر در ماه)

K_c: ضریب گیاهی [در طول فصل زراعی به‌صورت متغیر در نظر گرفته شده است (مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۶)].

ET_o: تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده با روش پنمن - مانتیث

مقدار B ثابت و برابر۷۳ درصد و هم‌چنین راندمان آبیاری در مناطق کاشت شده برابر با ۳۵ درصد می‌باشد (مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۷). ۷۳ درصد از آب موردنیاز کشاورزی پایین‌دست سد از مخزن سد علویان و ۲۷ درصد نیاز نیز از سایر منابع مانند رودخانه مردوق چای و .... تامین می‌شود و برای دقیق بودن محاسبات، این مقدار در رابطه [۱] وارد شده است.

مصرف ناخالص آبیاری تامین شده از سد علویان با استفاده از رابطه [۱] محاسبه شد و سپس با ترسیم منحنی مصرف کلی آب برای کشاورزی در سال‌های مختلف در مقابل منحنی ورودی کل آب درسال‌های متناظر، با استفاده از روش مستطیل،حجم‌ای ذخیره وکمبود محاسبه شد. حجم‌هایی که بالای منحنی ورودی و زیر منحنی مصرف قرار دارند حجم‌های کمبود هستند. از تفاضل مقدار این دو حجم از همدیگر مقدار کمبود یا ذخیره برای هر سال به‌دست آمد. ذخیره سد (S_t) از رابطه ذیل محاسبه می‌شود.

$$S_t = S_{t-1} + R_t + I_t - E_t - q_{dt} \qquad [۴]$$

که

S_t: ذخیره سد بر حسب میلیون مترمکعب در ماه tام

S_{t-1}: ذخیره سد در ماه t-۱ام بر حسب میلیون مترمکعب

Archive of SID

www.SID.ir

R_t: بارندگی مستیقم به سطح دریاچه بر حسب میلیون مترمکعب در ماه tام

I_t: دبی ورودی به دریاچه سد بر حسب میلیون متر-مکعب در ماه tام

E_t: تبخیر از سطح دریاچه بر حسب میلیون مترمکعب در ماه tام

q_{dt}: مقدار حجم تقاضای کشاورزی بر حسب میلیون مترمکعب در ماه tام

برای محاسبه مقدار حجم تبخیر از سطح دریاچه و هم‌چنین بارندگی مستقیم به سطح دریاچه سد، باید مساحت دریاچه را در هر ماه t حساب کنیم که این کار با فرمول زیر میسر می‌شود (مهندسین مشاور آب و خاک تهران، ۱۳۸۲):

$$A = 0/0449 + 0/2429S_t \qquad [۵]$$

A: مساحت سطح دریاچه بر حسب کیلومتر مربع است.

مشخصات خشکی منطقه

با استفاده از داده‌های آماری در دسترس، مقدار مصرف از ورودی کسر و منحنی مربوطه ترسیم شد که در شکل (۳) آورده شده است. با توجه به این شکل اسپل‌های کمبود در سال‌های مختلف استخراج گردید و بعد از محاسبات مربوط به منحنی شدت–مدت، این منحنی‌ها رسم شده و با استفاده از مقادیر منحنی‌های شدت– مدت، منحنی‌های شدت–مدت–فرکانس برای دوره‌های بازگشت مختلف ترسیم گردید شکل (۴).

بهینه سازی بهره‌برداری سد علویان

در این مقاله مدل برنامه‌ریزی خطی با محدودیت احتمالی استفاده شده است که با روش دوران‌یلدز مطابقت دارد و نتایج ذیل به‌دست آمد (دوران‌یلدز و همکاران، ۱۹۹۹).

با توجه به بیلان آبی منطقه و سایر ملاحظات (ذخیره مخزن، بارندگی، تبخیر و نشت از کف سد و کانال‌های انتقال و توزیع و...) و هم‌چنین توجه به این نکته که سعی می‌شود تا با توجه به محدودیت‌ها، مقدار برداشت آب از مخزن سد برای مصارف کشاورزی ماکزیمم باشد، به‌طوری‌که مشکل کم آبی در طول فصل زراعی رخ ندهد. با این تعاریف مدل بهینه‌سازی به‌صورت زیر نوشته شد:

$$Maximize \qquad z = q$$

$$S_t \le c \qquad t = 1,2,...,52 \qquad [۵]$$

$$t = 1,2,...,52 \quad S_t - S_{t-1} + q + w_t = i_t \qquad [۶]$$

$$q - S_{t-1} \le i_t^{0.1} \qquad t = 1,2,...,52 \qquad [۷]$$

$$S_n - S_o \ge o \qquad [۸]$$

$$S_t \ge o \qquad t = 1,2,...,52 \qquad [۹]$$

$$q \ge o \qquad [۱۰]$$

$$w_t \ge o \qquad t = 1,2,...,52 \qquad [۱۱]$$

Z :تابع هدف مدل

q: برداشت از مخزن سد در طول هر ماه

S_t:ذخیره در انتهای ماهt-ام، متغیر تصادفی

c: ظریت مخزن (ظرفیت مخزن مورد نظر ۶۰ میلیون مترمکعب می‌باشد)

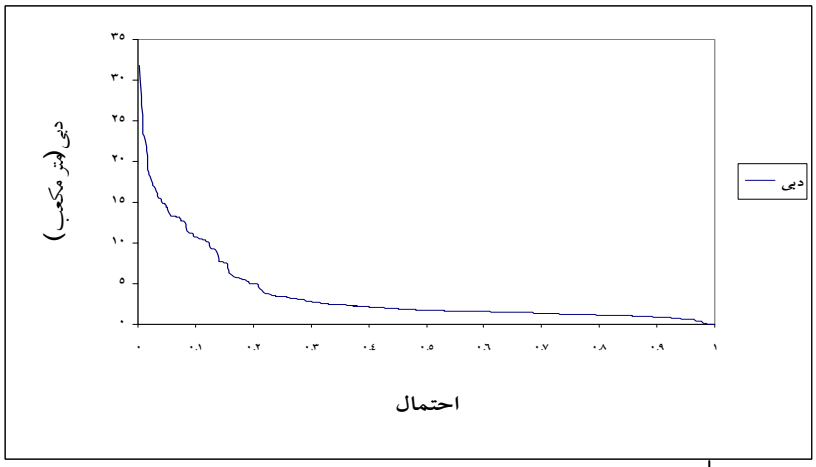
w_t: مقدار آب تلف شده در طول پریود t که شامل تبخیر و نفوذ می‌شود و براساس جریان‌های ورودی و خروجی پایه‌ریزی شده است

i_t: جریان ورودی در ماه tام (آمارهای ثبت شده)

S_O: مقدار ذخیره اولیه

با استفاده از روش ویبول (Weibull) نمودار دبی کلاسه ترسیم و به‌دلیل کم نمودن احتمال ریسک از این نمودار عدد مربوط به احتمال ۹۰ درصد برای $i_t^{0.1}$ استخراج می‌گردد که مقدارش $۱/۲۵ \frac{m^3}{s}$ می‌باشد شکل (۱).

Archive of SID
www.SID.ir

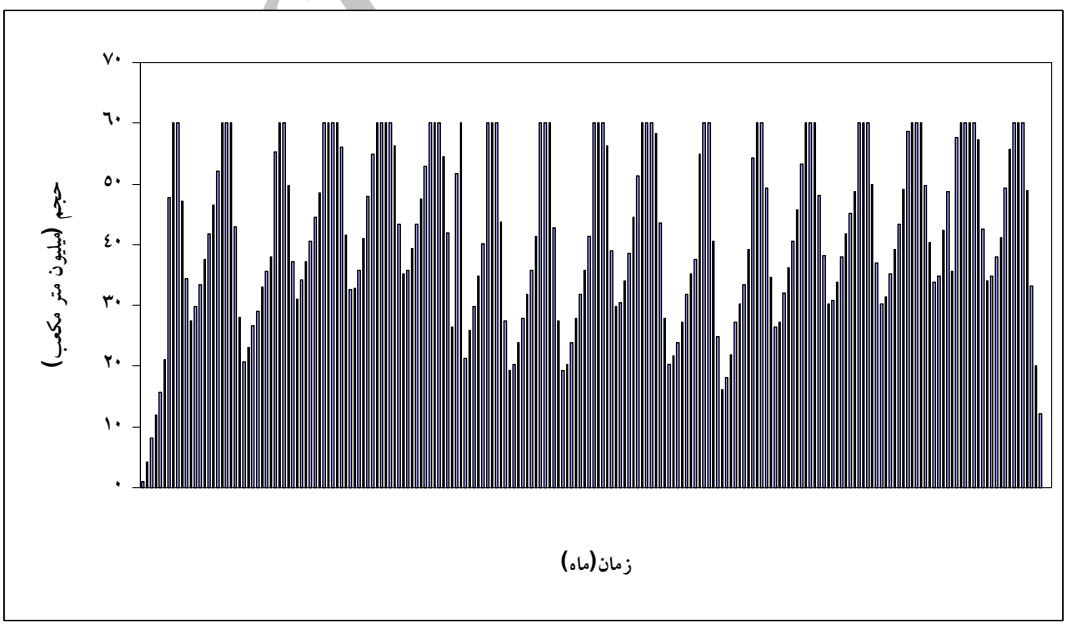


شکل۱: نمودار دبی کلاسه

نتایج

با استفاده از رابطه [۵] و داده‌های ثبت شده، مقادیر E_t و R_t در هر ماه محاسبه، سپس با رابطه [۴] حجم ذخیره مخزن سد محاسبه گردید، که در شکل (۲) به اختصار آورده شده است.

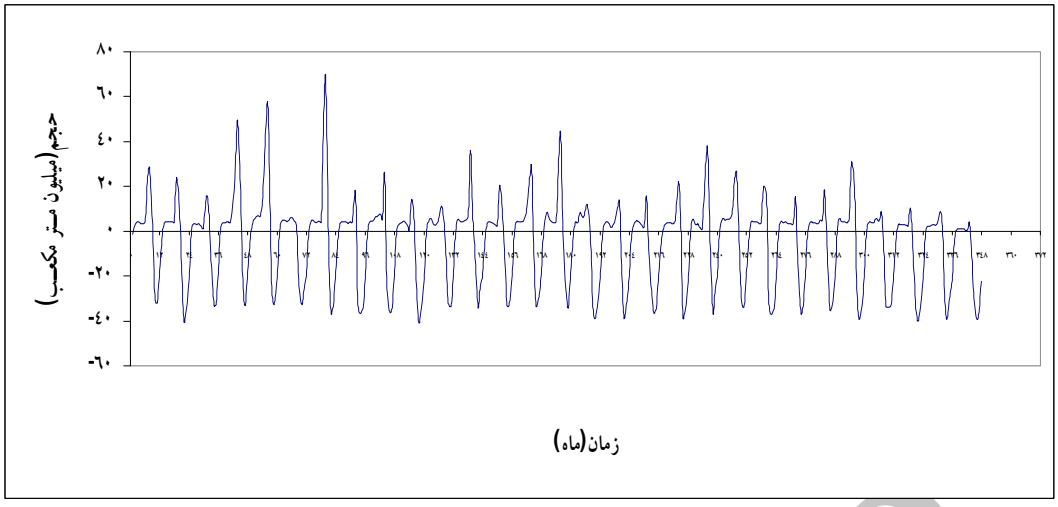
فرض این‌که حجم مخزن ۶۰ میلیون مترمکعب می‌باشد و بیش از این مقدار به‌صورت سرریز از سد خارج می‌شود، مقادیر ذخیره سد محاسبه شده است (مقادیر سرریز در محاسبات وارد گردیدند تا پتانسیل آب موجود که می‌تواند ذخیره شود، به‌دست آید). در داخل پریود آماری تحت مطالعه (کل پریود آماری ۳۴۸ ماه می‌باشد)، پریود خشکی ۵۲ ماهه با کمبودی معادل ۵۵۹۹۴۲۹۶۰ متر مکعب مشاهده گردید که مقدار قابل ملاحظه‌ای است. پس برای بهینه‌سازی سد علویان، از نظر اطمینان برای پاسخ‌گویی به مقدار کمبود، این پریود به‌عنوان پریود بحرانی و مورد مطالعه بهینه سازی انتخاب گردید.



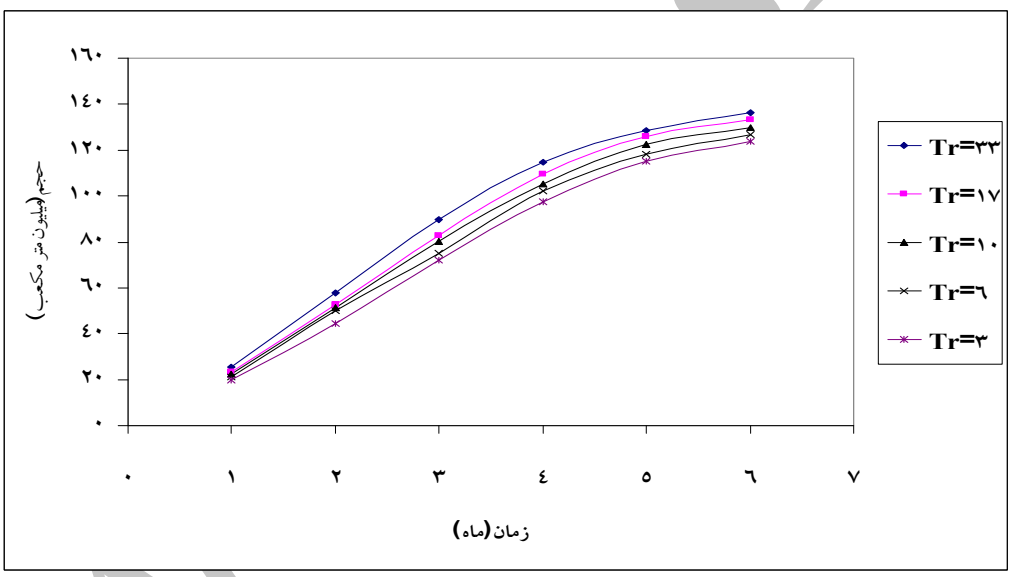
شکل۲: حجم ذخیره مخزن سد در ماه‌های مختلف سال (میلیون مترمکعب)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳: نمودار اسپل‌های کمبود و ذخیره



شکل ۴: منحنی‌های شدت-مدت-فرکانس منطقه سد علویان

با استفاده از نرم افزار Curve Expert منحنی-های شدت-مدت-فرکانس منطقه مورد مطالعه (حوزه سد علویان) فرموله شدند که با مدل ریاضی فرمول ریچاردز هبستگی زیادی داشتند. جدول (۱) این روابط را نشان می‌دهد. که Y حجم (میلیون متر مکعب)، x زمان دوره بازگشت (ماه)، r ضریب همبستگی داده‌ها، s خطای استاندارد داده‌ها، a، b، c و d ضرایب ثابت مربوط به رابطه‌ها است.

از نزدیکی منحنی‌های شدت-مدت-فرکانس نسبت به هم‌چنین استنباط می‌شود که در پریودهای مختلف مقدار کمبود، حالت تقریبا ثابتی داشته و دامنه تغییرات آن‌ها محدود می‌باشد. لذا به ازای حجم فعال ۶۰ میلیون متر مکعبی سد مورد مطالعه به ازای دوره‌های بازگشت ۳۳، ۱۷، ۱۰، ۶ و ۳ ماهه مقادیر پریودهای پاسخ‌گویی به‌ترتیب برابر با ۲/۰۷، ۲/۱۳، ۲/۱۷، ۲/۲۰، ۲/۵ ماه است.

www.SID.ir

جدول۱: روابط منحنی‌های شدت-مدت-فرکانس

مقدارs	مقدار r^2	مقدارd	مقدارc	مقدارb	مقدار a	رابطه	دوره بازگشت (ماه)
۰/۹۵۳۸۱۴	۰/۹۹۹۸۰	۰/۲۲۷۰۱	۰/۷۲۹۴۴۹	-۰/۰۰۴۶۱۷	۱۴۳/۹۸۰۸۴	$Y=\frac{a}{(1+e^{b-cx})^{\frac{1}{d}}}$	۳۳
۱/۹۵۳۱۹۰۲	۰/۹۹۹۶۰۹	۰/۵۷۴۸۹۵	۰/۸۱۱۶۱۹	۱/۳۹۱۸۹	۱۴۱/۵۰۹۶۹	$Y=\frac{a}{(1+e^{b-cx})^{\frac{1}{d}}}$	۱۷
۱/۲۶۹۹۸۸	۰/۹۹۹۸۱۵	۰/۲۱۱۴۲۴	۰/۶۷۷۷۵	-۰/۰۹۶۹۱۹	۱۴۰/۰۴۱۱	$Y=\frac{a}{(1+e^{b-cx})^{\frac{1}{d}}}$	۱۰
۲/۳۶۵۵۰۵	۰/۹۹۹۳۴	۰/۱۵۶۴۵۶	۰/۶۲۳۵۳۲	-۰/۴۵۵۹۴	۱۴۰/۱۴۹۶۹	$Y=\frac{a}{(1+e^{b-cx})^{\frac{1}{d}}}$	۶
۰/۸۷۷۷۷۳	۰/۹۹۹۹۳۵	۰/۲۱۷۷۰۶	۰/۶۱۰۷۹۶	-۰/۰۱۸۲۰۲	۱۴۱/۶۶۹۴۷	$Y=\frac{a}{(1+e^{b-cx})^{\frac{1}{d}}}$	۳

برای بررسی بهتر و جامع‌تر شرایط مخزن در پریود بحرانی، دو حالت برای بررسی در نظر گرفته شد که عبارتند از:

حالت اول: اجرای مدل بهینه‌ی بهره‌برداری برای کل دوره بحران.

حالت دوم: اجرای مدل بهینه‌ی بهره‌برداری برای تک تک ماه‌های پریود بحران.

هر دو حالت فوق با استفاده از نرم افزار لیندو، اجرا و نتایج در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده‌اند.

نتایج حالت اول

شکل (۵) نتیجه حاصله از بهینه‌سازی برای کل دوره بحران را نشان می‌دهد که مقدار ماکزیمم برداشت بهینه ۴/۶۹۲ میلیون متر مکعب در هر ماه است بنابراین با توجه به شکل (۵) و مقایسه مقدار تقاضا و مقدار ماکزیمم بهینه برداشت مشخص گردید، در حالتی‌که مدل به-صورت کلی بهینه‌سازی را انجام می-دهد، مقدار آب مورد تقاضا، به‌وسیله سد در ماه‌های تقاضا تامین نشده است و عملا سد قادر به تامین تقاضای پایین دست نمی‌باشد، حتی در بعضی از ماه‌ها ۰/۱ مقدار تقاضا هم نیست.

جدول۲: آب مورد نیاز محصولات در دوره بحرانی (میلیون متر مکعب)

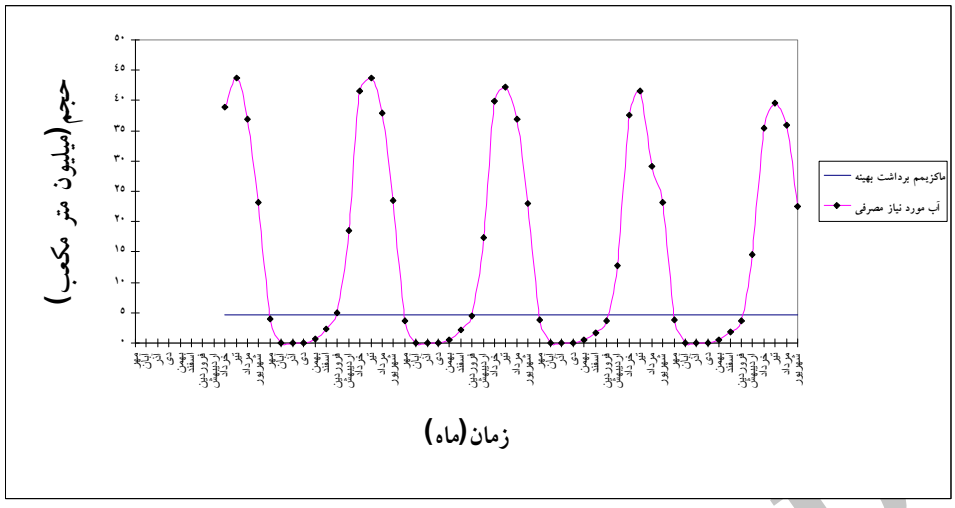
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه/سال	ردیف
۲۳/۱۹	۳۶/۹۴	۴۳/۶۶	۳۸/۹۴	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶-۷۷	۲۵
۲۳/۵۷	۳۷/۹	۴۳/۶۸	۴۱/۵۴	۱۸/۵۶	۵/۰۱	۲/۳۳	۰/۶۵	۰	۰	۰	۳/۹۱	۷۷-۷۸	۲۶
۲۲/۹۸	۳۶/۹۶	۴۲/۲۹	۳۹/۸۳	۱۷/۴۴	۴/۵۵	۲/۱۳	۰/۵۷	۰	۰	۰	۳/۶۸	۷۸-۷۹	۲۷
۲۳/۲۵	۲۹/۲۲	۴۱/۴۹	۱۳/۵۲	۱۲/۸	۳/۶۴	۱/۶۶	۰/۴۷	۰	۰	۰	۳/۷۸	۷۹-۸۰	۲۸
۲۲/۵	۳۵/۹۷	۳۹/۶۱	۳۵/۴۱	۱۴/۶۵	۳/۵۶	۱/۷۴	۰/۵۲	۰	۰	۰	۳/۷۶	۸۰-۸۱	۲۹

جدول۳: برداشت بهینه‌ی ماکزیمم از مخزن سد (میلیون متر مکعب)

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه/سال	ردیف
۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶-۷۷	۲۵
۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۷۷-۷۸	۲۶
۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۷۸-۷۹	۲۷
۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۷۹-۸۰	۲۸
۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۴/۶۹۲	۸۰-۸۱	۲۹

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۵: مقایسه مقادیر ماکزیمم برداشت بهینه با آب مورد تقاضا در حالت اول

نتایج حالت دوم

در حالت دوم نیز، سد قادر به تامین تقاضای آب مورد نیاز گیاهان کشت شده نیست، هر چند که مقدار برداشت ماکزیمم آب با اجرای مدل بهینه‌سازی در حالت دوم (بهینه‌سازی ماه به ماه) افزایش یافت ولی باز هم مقدار افزایش برداشت آب،کمبود تامین آب را برطرف نکرد. در حالت دوم نیز، ماه‌هایی که در حالت اول کمبود آب داشتند، همان کمبود را داشتند ولی فقط مقدار کمبود کمی کاهش یافته بود شکل (۶).

پیشنهاد می‌شود در حوزه احداث هر سدی، شرایط بحرانی مثل خشکسالی،که سد را در تامین آب دچار مشکل خواهد کرد، محاسبه و در محاسبات قبل از احداث دخالت داده شود و همچنین در شرایطی که به کمبود آب برخورد می‌شود برای جلوگیری از خسارات وارده به گیاهان کاشته شده، برنامه جیره‌بندی برای گیاهان نوشته شده و یا از تکنیک کم‌آبیاری استفاده شود . بایستی با اصلاح روش‌های آبیاری سنتی و یا توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار راندمان آبیاری را بالا برد و مصرف آب آبیاری را کاهش داد.

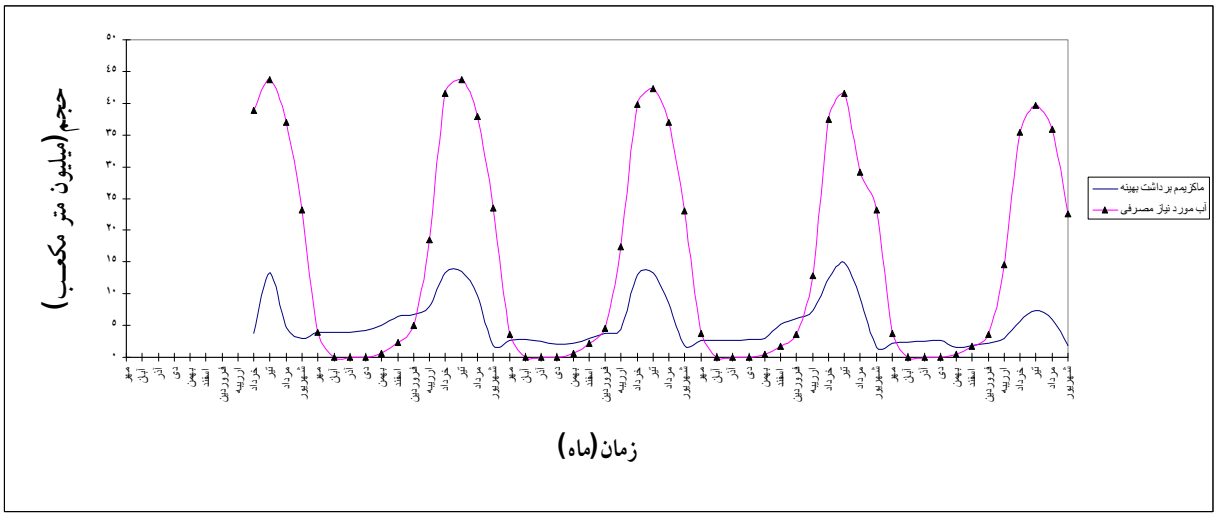
در چنین شرایطی که حجم مخزن قادر به پاسخ-گویی به مقدار تقاضا نباشد، پیشنهاد می‌شود اقدام به افزایش ارتفاع سد شود تا از این طریق به حجم مخزن افزوده گردد.

جدول ۴: برداشت بهینه‌ی ماکزیمم از مخزن سد (میلیون مترمکعب)

ردیف	ماه/سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۲۵	۷۶-۷۷	–	–	–	–	–	–	–	–	۳/۸۳	۱۳/۲۸	٤/۷۷	۲/۹۷
۲۶	۷۷-۷۸	۳/۸۹	۳/۹۱	۳/۹۵	۳/۹٦	۵/۰۹	٦/٤۳	٦/۷٤	۸/۰٤	۱۳/۳۹	۱۳/٤۷	۹/٦۹	۱/۸۷
۲۷	۷۸-۷۹	۲/۷۲	۲/۸۸	۲/۵۱	۲/۱۱	۲/۱٤	۳/۰۳	۳/۷۵	٤/٤٦	۱۳/۰۳	۱۳/۳۹	۸/۵٤	۱/۸۲
۲۸	۷۹-۸۰	۲/٦٤	۲/٦۹	۲/۷۲	۲/۸	۲/۹۵	۵/۲۱	٦/۰۵	۷/٤۳	۱۲/۳۲	۱٤/۸٦	۹/٤۵	۱/۵۳
۲۹	۸۰-۸۱	۲/۲٦	۲/۳٤	۲/۵٤	۲/٦	۱/۵۸	۱/۸۹	۲/۱۲	۳/۰۱	۵/۷	۷/۳۷	٦/۰	۱/۸۳

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۶: مقایسه مقادیر ماکزیمم برداشت بهینه با آب مورد تقاضا در حالت دوم

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

بیدختی،ع و ابریشم چی، ا.۱۳۸۰. بهره‌برداری بهینه مخزن با استفاده از برنامه‌ریزی پویای فازی. مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی سازه‌های هیدرولیکی، ۱۲ الی۱۳ اردیبهشت، دانشگاه باهنر کرمان، ص ص،۲۷۱-۲۶۱.

مهندسین مشاور آب خاک تهران ۸۲. مدل دینامیکی بهره‌برداری کاربردی از سد علویان برای مصارف پایین دست سد.

مهندسین مشاور آشناب، ۱۳۷۶. گزارش هیدرولوژیکی حوضه.

مهندسین مشاور مهاب قدس، گزارش سد علویان.

مهندسین مشاور مهاب قدس، اراضی زیر کشت آبخور سد علویان.

Baliarsingh, F. and Nageshlkumar, D. 20023, Stochastic Linea Programing for Optimal Reservoir Operation, A Case Study,

Duranyildiz, I., Onoz, B. and Bayazit, M. 1999. A chanc Constrained LP Model for Short Term Reservoir Operation Optimization, Tr. J. of Engineering and Enviromental Science, Vol.23, pp.181-186.

Nagesh Kumur, D., Prasad, D. S. V. and Srinivasa Raju, K. 2002. Optimal Reservoir Operation Using Fuzzy Approach, Fuzzy Sets and Systems, Vol.105, pp.365-372.

Archive of SID

www.SID.ir

Optimization of Release from Dam Reservoirs for Agricultural Demands (Case of Study: Alavian Dam)

Abeshzadeh asl[1], M., Fakheri fard[2*], A., Hoseynzadeh Delir[2], A., Mir niya[3], M. K. and Farsadizadeh[4], D.

Abstract:

In the presented research mathematical optimization models were used to management and optimize the release from Alavian dam reservoir using monthly inflow to the reservoir. The Severity – Duration – Frequency (SDF) curves of drought were showed that the active capacity of 60 MCM in the Alavian dam reservoir was meet only 2.5, 2.20, 2.17, 2.13, and 2.07 months for return periods of 3, 6, 10, 17, and 33 months droughts respectively. For the purpose of release maximization, a linear optimization model with probability limitation was developed and excused using Lindo software. The water demand for crops was calculated using Penman – Montieth method and was drawn against the inflow to the reservoir. The calculated deficit and reserve volume of water were taken as the base to determine the critical period with length of 52 months. The objective function was to maximize the release by taking into account the various limitations. Two cases of release were considered constant and monthly release along the critical period and for both cases the release was maximized. The results showed that the maximized releases in both cases were not meet the monthly demands as the active capacity of reservoir initially has not chosen in perfect optimized manner, but in the case of monthly maximized releases the situation was slightly better.

Keyword: Optimization,L inear programming, Operation, Reservoir operation management

Archive of SID

1. Former Graduate Student, Associate Professors and Assistant Professor respectively, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz

3. Professor of Mathematics Department, Faculty of Mathematics, University of Tabriz, Tabriz

∗: Corresponding Author

www.SID.ir