Archive of SID

مجله پژوهش آب ایران
جلد ۹/ شماره ۲/ پیاپی ۱۷/ تابستان ۱۳۹۴ (۱ ۹)

بهینه‌سازی پارامترهای روش کاهش سطح برای توزیع رسوب در مخازن سدها با استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان (مطالعه موردی: سد کرج)

ایمان نجفی[۱] و علیرضا عمادی[۲*]

چکیده

یکی از روش‌های پیش‌بینی توزیع رسوب در سدهای مخزنی، روش تجربی کاهش سطح است. در این روش مخزن‌ها از نظر هندسی به چهار نوع تقسیم‌بندی شده و توزیع رسوب مربوط به هر نوع مخزن براساس پارامترهای مربوط به آن تعیین می‌شوند. پژوهش‌های انجام شده نشانگر این مسئله است که در بیشتر موارد تعیین نوع مخزن براساس روش پیشنهادی بورلند و میلر سبب پیش‌بینی دقیق نمی‌شود. بنابراین تعیین پارامترهای بهینه برای یک سد دقت پیش‌بینی توزیع رسوب را با روش کاهش سطح افزایش می‌دهد. در این پژوهش ابتدا براساس تئوری روش کاهش سطح یک مدل کامپیوتری تهیه شد. سپس مدل بهینه‌سازی به روش الگوریتم مورچگان آماده و این دو مدل با یکدیگر ترکیب شدند. با استفاده از این مدل بهترین پارامترها در روش کاهش سطح برای سد کرج به دست آمد. نتایج به دست آمده نشان داد که روش کاهش سطح با ضرایب بهینه، دقت بالاتری نسبت به روش کاهش سطح با ضرایب معمول دارد. استفاده از پارامترهای بهینه، مقدار خطا را به میزان ۶۸/۴۱ درصد کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم جامعه مورچگان، روش تجربی کاهش سطح، سد کرج، واسنجی.

ارجاع: نجفی ا. و عمادی ع. ۱۳۹۴. بهینه‌سازی پارامترهای روش کاهش سطح برای توزیع رسوب در مخازن سدها با استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان (مطالعه موردی: سد کرج). مجله پژوهش آب ایران. ۱۷:۱-۹.

۱- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
* نویسنده مسئول: a.emadi@sanru.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با ورود جریان رودخانه به مخزن سد، شرایط هیدرولیکی تحت تأثیر قرار گرفته و به‌خصوص سرعت جریان به شدت کم شده و پتانسیل انتقال رسوب رودخانه کاهش می‌یابد. تعیین تراز قرارگیری آبگیرها و تخلیه کننده‌ها در مرحله طراحی و مدیریت آب مخزن در دوره‌های آینده بهره‌برداری از جمله موردهایی است که لزوم بررسی چگونگی توزیع رسوب را آشکار می‌سازد (عمادی و همکاران، ۱۳۹۰). تونیولو و پارکر (۲۰۰۳) توزیع یک‌بعدی رسوب در مخازن سدها را با روش‌های عددی بررسی کردند. قمشی (۱۳۶۷) با مطالعه نحوه رسوب‌گذاری در سد دز نتیجه گرفت که بعد از ۱۱۴ سال، نیمی از ظرفیت اولیه مخزن سد با رسوب پر خواهد شد. عابدینی و طالب بیدختی (۱۳۶۸) نحوه توزیع رسوب در مخزن سد درودزن را با روش پیشنهادی مودی بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که روش پیشنهادی مودی در مقایسه با روش‌های قبلی باعث حذف آزمون و خطا شده و کاربرد آن سبب محاسبه مستقیم عمق رسوبات و توزیع آن‌ها در مخازن سدها می‌شود. طالب‌بیدختی و تقوی (۱۳۶۸) توزیع رسوب در مخازن چند سد ایران را بررسی کردند. متوسط خطا به روش تجربی کاهش سطح برای سدهای درودزن، دز، لتیان و کرج به‌ترتیب ۲۴، ۳/۸۹، ۱۴/۴۹ و ۴۲/۱۵ درصد و به روش تجربی افزایش سطح به‌ترتیب ۳۳/۱۵، ۳/۲۶، ۲۳/۷۲ و ۵/۴۷ درصد محاسبه شد. رهنمایی (۱۳۷۴) روش‌های افزایش و کاهش سطح را برای تعیین چگونگی توزیع رسوبات مخزن سد کرج به کار برد و نتایج را با اندازه‌گیری‌های سال ۱۳۷۰ مقایسه کرد. نتایج این پژوهش نشان داد در رقوم بالای مخزن، حجم‌های رسوب حاصل از دو روش تجربی تفاوت معنی‌داری با رسوب‌سنجی نداشتند ولی در رقوم‌های پایین، روش کاهش سطح جواب بهتری داده است. موسوی و صمدی بروجنی (۱۳۷۵) نحوه رسوب‌گذاری در مخزن‌های ۱۴ سد کوچک منطقه چهارمحال و بختیاری را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که روش‌های افزایش سطح و کاهش سطح در مورد توزیع رسوب سدهای کوچک نیز کاربرد دارند. این دو روش در رقوم پایین مخزن دقت کم و در رقوم بالا دقت خوبی دارند. شعبانلو و همکاران (۱۳۸۱) براساس رسوب‌سنجی سال‌های ۱۳۶۲ و ۱۳۷۶ مخزن سد دز، علاوه بر تعیین نحوه توزیع رسوب در مخزن به روش‌های کاهش سطح و افزایش سطح (به روش بورلند و میلر) و تحلیل رگرسیونی، میزان رسوباتی که تا سال ۱۴۰۰ به مخزن وارد خواهند شد را برآورد کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل کاهش سطح به روش بورلند و میلر بهتر از سایر مدل‌ها توانسته توزیع رسوبات در مخزن را تخمین بزند و خطای کمتری داشته است. موسوی و همکاران (۱۳۸۵) توزیع رسوب در مخزن سد زاینده‌رود را با مدل‌های تجربی افزایش سطح و کاهش سطح بررسی کردند. مقایسه توزیع رسوبات ته‌نشین شده در سد با مدل‌های توزیع رسوب نشان داد که مدل کاهش سطح بورلند و میلر با کمترین خطا نسبت به سایر روش‌ها، بیشترین همخوانی را با نحوه توزیع رسوب دارد. موسوی و همکاران (۱۳۸۷) خطای روش‌های افزایش و کاهش سطح در پیش‌بینی توزیع رسوب در مخازن سدهای دز، درودزن و شهید عباسپور را مطالعه کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد در مراحل اولیه رسوب‌گذاری که حجم رسوبات ته‌نشین شده خیلی کم است، روش افزایش سطح دارای دقت بیشتری است ولی با افزایش حجم رسوبات ته‌نشین شده در مخازن سدها هر دو روش دقت یکسانی دارند. محمدیها و همکاران (۱۳۸۸) نحوه توزیع رسوب در مخزن سد گلستان را با استفاده از روش‌های تجربی کاهش و افزایش سطح بررسی کردند و نتیجه گرفتند که روش افزایش سطح برای پیش‌بینی نحوه توزیع رسوب سد گلستان، نسبت به روش کاهش سطح مقادیر خطا و انحراف معیار کمتری داشته و روش مناسب‌تری است. عمادی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از الگوریتم ژنتیک روش تجربی کاهش سطح را در سدهای آلتوس و کارده واسنجی کردند. آناندل (۱۹۸۴) نحوه توزیع رسوب را در مخازن سدها در جنوب آفریقا بررسی کرد و به این نتیجه رسید که در بسیاری از موارد روش پیشنهادی بورلند و میلر در تعیین نوع مخزن مناسب نیست. فراری (۱۹۹۹) برای پیش‌بینی توزیع رسوبات در مخزن سد پرینویل[1] از روش تجربی کاهش سطح استفاده کرد. بلنتون و فراری (۱۹۹۲) نحوه توزیع رسوبات را برای دریاچه تگسانا[2] با روش افزایش سطح پیش‌بینی کردند. جین (۲۰۰۳) ضرایب روش کاهش سطح را در سدهای هند بررسی کرد. با توجه به پژوهش‌های انجام شده در

1- Prineville
2- lake Texana

www.SID.ir

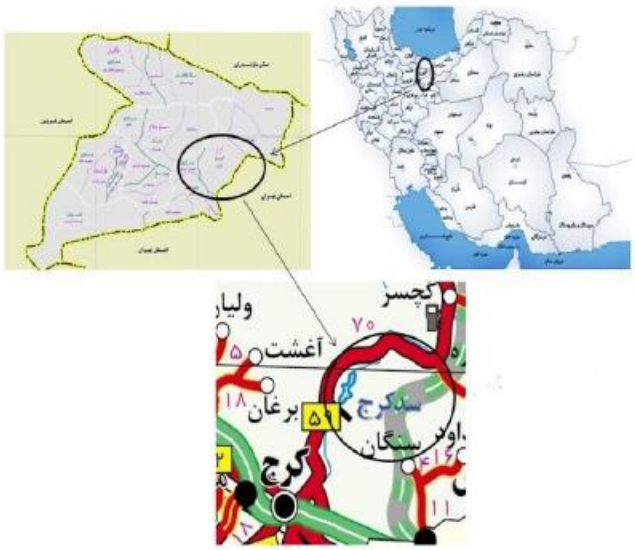
Archive of SID

زمینه روش تجربی کاهش سطح مشخص می‌شود که این روش برای افزایش دقت، نیاز به واسنجی دارد. بنابراین در این پژوهش از روش الگوریتم جامعه مورچگان برای یافتن پارامترهای بهینه روش کاهش سطح در توزیع رسوب سد کرج استفاده شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات فنی سد کرج

این سد روی رودخانه کرج با سطح حوضه آبریزی به مساحت ۷۶۴ کیلومترمربع و با متوسط جریان آب سالانه به میزان ۴۷۲ میلیون مترمکعب در استان البرز و در فاصله ۶۳ کیلومتری شمال غربی تهران و در کیلومتر ۲۳ جاده کرج- چالوس، در شمال شهرستان کرج قرار دارد. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی سد کرج نشان داده شده است. سد کرج دارای ارتفاع ۱۸۰ متر از پی، ظرفیت تخلیه سرریز ۱۴۵۰ مترمکعب بر ثانیه و طول دریاچه ۵/۵ کیلومتر است. سایر مشخصات این سد در جدول ۱ ارائه شده است. در این پژوهش از داده‌های توپوگرافی سال ۱۳۴۰ و داده‌های هیدروگرافی در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۶ استفاده شد.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی سد کرج

روش کاهش سطح

این روش بر پایه نتایج واقعی حاصل از مخزن‌های بزرگ به دست آمده است که اولین بار در سال ۱۹۶۰ توسط بورلند و میلر با مطالعه ۳۰ سد در آمریکا ارائه شد و سپس مودی در سال ۱۹۶۲ اقدام به اصلاح این روش کرد (آناندل، ۱۹۸۴؛ بورلند و میلر، ۱۹۵۸ و اداره عمران آمریکا، ۱۹۶۲). در این روش مخازن از نظر توپوگرافی به چهار دسته تقسیم شده و پارامترهایی برای هر یک از این نوع مخزن‌ها ارائه شده است (بورلند و میلر، ۱۹۷۱). در این روش، توزیع رسوب در مخزن به ضریب شکل مخزن و حجم رسوبات ته‌نشین شده در آن بستگی دارد. ضریب شکل مخزن عبارت است از عکس شیب منحنی ارتفاع- حجم مخزن (m) که در یک کاغذ لگاریتمی ترسیم می‌شود. براساس مقدار m مخازن به چهار دسته کلی تقسیم می‌شوند که در جدول ۲ ارائه شده است (بورلند و میلر، ۱۹۷۱).

معادله اساسی در روش کاهش سطح به‌صورت زیر است:

$$s = \int_{0}^{Y_0} A\,dy + \int_{Y_0}^{H} K a\,dy \qquad (1)$$

در این رابطه S حجم کل رسوبات ته‌نشین شده، H عمق اولیه مخزن، A سطح مخزن در ترازهای مختلف، Y_0 عمق رسوب در پشت سد (قبل از رسوب‌گذاری)، **a** سطح نسبی رسوب که به ازای مقادیر مختلف عمق نسبی قابل محاسبه است، dy جزء ارتفاع و K ضریب تناسب برای تبدیل سطح نسبی رسوب به سطح واقعی است که از رابطه ۲ به دست می‌آید.

$$K = \frac{A_0}{a} \qquad (2)$$

که در آن، A_0 سطح اولیه مخزن در تراز Y_0 است.

www.SID.ir

Archive of SID

در روش کاهش سطح، مراحل زیر در تعیین نحوی توزیع رسوب‌گذاری در مخزن سد انجام می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۰).

مرحله ۱: محاسبه ضریب شکل مخزن (m) با ترسیم منحنی حجم ارتفاع در مقیاس لگاریتمی و تعیین نوع استاندارد مخزن از جدول ۲.

مرحله ۲: ترسیم منحنی‌های $hp-p$ و $h'p-p$ در یک دستگاه مختصات نیمه‌لگاریتمی با رابطه‌های زیر:

$$hp=\frac{1-v(p)}{a(p)} \qquad (۳)$$

$$v(p)=a(p)\times p(y) \qquad (۴)$$

$$a(p)=c\times p^{m}\times(1-p)^{n} \qquad (۵)$$

$$h'p=\frac{S-V(y)}{H\times A(y)} \qquad (۶)$$

که در این رابطه‌ها H، ارتفاع مخزن از کف رودخانه تا تراز نرمال، y عمق‌های مختلف، p عمق نسبی از کف رودخانه، A(y) سطح اولیه مخزن در عمق‌های مختلف، V(y) حجم اولیه مخزن در عمق‌های مختلف، a(p) سطح مخزن در عمق‌های نسبی مختلف، v(p) حجم مخزن در عمق‌های نسبی مختلف، S حجم کل رسوبات و n، m و c پارمتراهایی هستند که براساس نوع مخزن از جدول ۳ تعیین می‌شوند.

جدول ۱ مشخصات فنی سد کرج

نام سد	نوع سد	حجم مخزن در بالاترین تراز (MCM)	طول تاج (متر)	بالاترین تراز بهره‌برداری (متر)	پایین‌ترین تراز (متر)	سال‌های رسوب‌سنجی
کرج	بتنی دو قوسی	۲۰۶/۳۵	۳۹۰	۱۷۶۵/۳	۱۶۱۰	۱۳۴۰ و ۱۳۷۰، ۱۳۸۶ شمسی

جدول ۲ تیپ استاندارد مخازن

درجه‌بندی مخزن	نوع مخزن	m
I	دریاچه‌ای	۳/۵-۴/۵
II	دشت سیلابی	۲/۵-۳/۵
III	تپه‌ای	۱/۵-۲/۵
IV	دره‌ای	۱-۱/۵

جدول ۳ مقادیر پارامترهای روش کاهش سطح

حد انباشت رسوبات	n	m	c	نوع مخزن
بالا	۰/۳۶	۱/۸۵	۵/۰۷۴	I
بالاتر از حد متوسط	۰/۴۱	۰/۵۷	۲/۴۸۷	II
تر از حد پایین متوسط	۲/۳۲	۱/۱۵	۱۶/۹۶۷	III
پایین	۱/۳۴	-۰/۲۵	۱/۴۸۶	IV

مرحله ۳: یافتن نقطه تلاقی دو منحنی ترسیم شده و محاسبه تراز صفر جدید در محل سد.

مرحله ۴: محاسبه حجم کل رسوبات در زیر تراز صفر جدید با استفاده از منحنی حجم- ارتفاع.

مرحله ۵: محاسبه سطح و حجم اصلاح شده مخزن در عمق‌های مختلف.

باید توجه کرد که این روش یک روش سعی وخطا بوده و در صورتی که حجم رسوبات به دست آمده با رسوبات ورودی اختلاف زیادی داشته باشد، ضریب تناسب دوباره از رابطه ۷ محاسبه می‌شود.

$$k_2=k_1\times\frac{s}{s_1} \qquad (۷)$$

که در آن k_2 ضریب تناسب جدید، k_1 ضریب تناسب قبلی و s_1 حجم تجمعی رسوبات به دست آمده است.

الگوریتم مورچگان

در دهه‌های اخیر استفاده از مفاهیم هوش جمعی در حشرات اجتماعی برای ایجاد سیستم‌های مصنوعی، توجه بسیاری از پژوهش‌گران را به خود جلب کرده است. از جمله این حشرات، مورچه‌ها هستند. با اعمال تغییراتی در رفتار جستجوی غذای اجتماع مورچگان که از مهم‌ترین عامل‌های ایجاد سیستم‌های مصنوعی هستند می‌توان از آن در بهینه‌سازی مسائل مختلف بهره برد. الگوریتم کلونی مورچگان[1] ابتدا توسط دوریگو در سال ۱۹۹۶ ارائه شد (دوریگو، ۱۹۹۱). در این الگوریتم ابتدا m مورچه حافظه‌دار ایجاد می‌شود. این مورچه‌ها به‌صورت تصادفی

1- Ant colony optimization

www.SID.ir

Archive of SID

روی n گره قرار می‌گیرند که در هر گره مقدار اولیه‌ای فرومون[1] وجود دارد که برای یافتن یک جواب مناسب و حفظ شباهت با فایده جستجوی غذا در مورچه‌های واقعی استفاده می‌شود. مورچه‌ای که در گره r قرار دارد، برای انتخاب گره بعدی خود (گره s) از رابطه ۸ استفاده می‌کند، که به قانون تبدیل حالت در الگوریتم کلونی مورچگان معروف است (سپهری و رحیمی‌مقدم، ۱۳۸۶).

$$s=\begin{cases}\arg\max_{u\in j_k(r)}\left\{[\tau(r,s)]\times[\eta(r,s)]^{\beta}\right\} & if \quad q\le q_0\\ S & otherwise\end{cases} \qquad (۸)$$

در رابطه ۸، q یک عدد تصادفی بین [۰و۱] است، q_0 مقداری بین صفر و یک است، $\tau(r,s)$ نشان دهنده مقدار فرومون روی کمان (r,s)، $\eta(r,s)$ معکوس فاصله بین دو نقطه روی گراف و $j_k(r)$ مجموعه مسیرهای باقیمانده برای عبور مورچه kام که در گره r ام قرار گرفته است. β پارامتر تعیین اهمیت رابطه بین فرومون و فاصله است $(\beta>0)$. همچنین در رابطه فوق S متغیر تصادفی است که از توزیع احتمالی که با رابطه ۹ مشخص شده است پیروی می‌کند.

$$p_k(r,s)=\begin{cases}\dfrac{[\tau(r,s)]\times[\eta(r,s)]^{\beta}}{\sum_{u\in j_k(r)}[\tau(r,u)]\times[\eta(r,u)]^{\beta}} & if \quad s\in j_k(r)\\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۹)$$

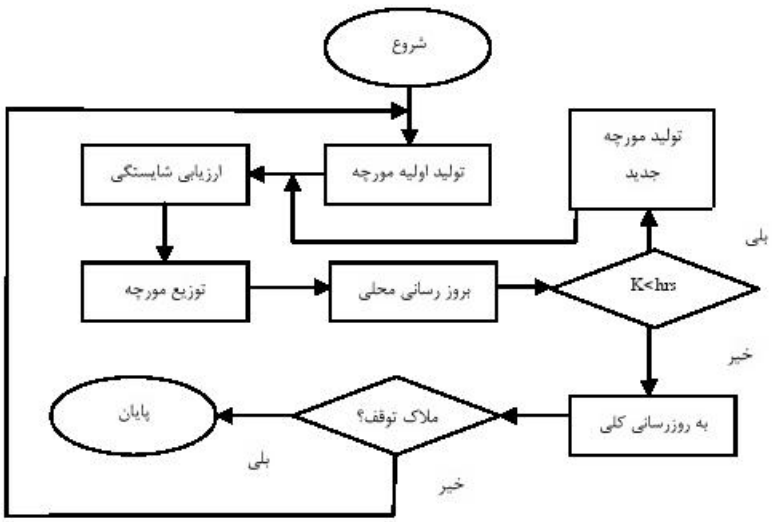
در این رابطه، $p_k(r,s)$ احتمال انتخاب گره s بعد از گره r، توسط مورچه kام است. پس از اینکه مورچه‌ها مسیرهای خود را ایجاد کردند به گره ابتدایی خود باز می‌گردند. برای تمرکز بیشتر فرایند جستجوی مورچه‌ها بر یک نقطه مناسب از فضای جستجو فرومون مسیرهای انتخاب شده توسط مورچه‌ها به روزرسانی محلی می‌شود و فرومون‌ها با استفاده از رابطه ۱۰ تغییر می‌کنند.

$$\tau(r,s)\leftarrow(1-\rho).\tau(r,s)+\rho.\Delta\tau(r,s) \qquad (۱۰)$$

در این رابطه ρ پارامتر تبخیر فرومون است و $\Delta\tau(r,s)$ از رابطه ۱۱ به دست می‌آید.

$$\Delta\tau(r,s)=\begin{cases}(L_{gb})^{-1} & if\ (r,s)\in global_best_tour\\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۱۱)$$

که در آن L_{gb} طول بهترین مسیر یافت شده در تکرار جاری الگوریتم است (حجازی و سلطانی، ۱۳۸۴). در انتها اگر به شرط پایان رسیده باشیم الگوریتم متوقف می‌شود در غیر این صورت مرحله‌های بالا تکرار می‌شوند. در شکل ۲ فلوچارت الگوریتم مورچگان نشان داده شده است.



شکل ۲ فلوچارت الگوریتم مورچگان

مدل شبیه‌ساز- بهینه‌ساز

در مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی، مدل شبیه‌سازی به‌صورت یک زیر برنامه در مدل بهینه‌سازی قرار گرفته تا در مواقع لزوم محاسبه تابع هدف فراخوانی شود. تابع هدف مجذور میانگین مربعات خطای[2] حجم محاسباتی نسبت به حجم واقعی در تراز‌های مختلف است که به‌صورت رابطه ۱۲ تعریف می‌شود. پارامترهای c، m و n که متغیر تصمیم هستند با مدل به نحوی تعیین می‌شوند که کمترین مقدار خطا (تابع هدف) به دست آید.

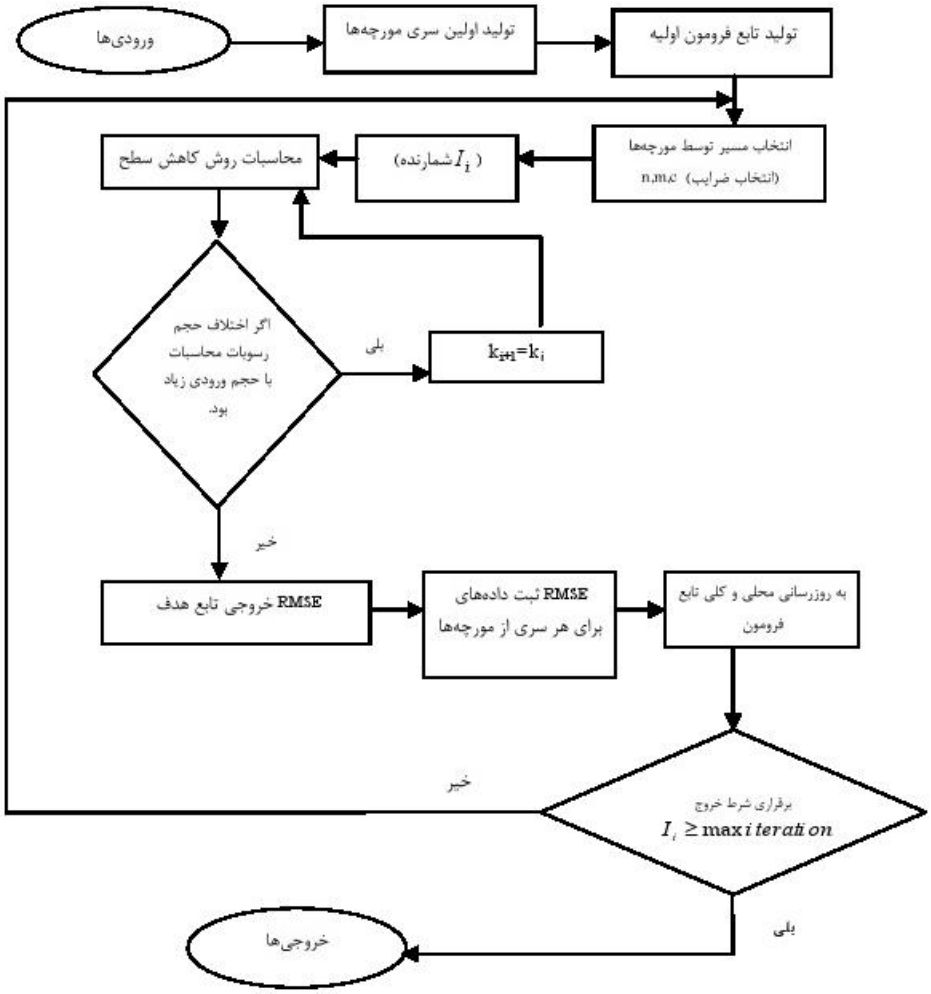
$$RMSE=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(V_{H_i}-V_{C_i})^2}{n}} \qquad (۱۲)$$

1- Pheromone
2- Root Mean Square Error (RMSE)

www.SID.ir

Archive of SID

در این رابطه RMSE مجذور میانگین مربعات خطا، V_{C_i} حجم رسوب محاسباتی، V_{H_i} حجم رسوب حاصل از داده‌های هیدروگرافی و n تعداد ترازها است. در شکل ۳ فلوچارت شبیه‌ساز- بهینه‌ساز نشان داده شده است.



۳ فلوچارت شبیه‌ساز بهینه‌ساز

نتایج و بحث

بر مبنای اطلاعات سال ۱۳۴۰ مقدار m برای سد کرج از معکوس شیب خط نمودار ظرفیت مخزن بر حسب ارتفاع در یک کاغذ لگاریتمی برابر ۲/۶۵ به دست آمد. با توجه به جدول ۲ مخزن این سد از نوع دشت سیلابی می‌باشد. با استفاده از پارامترهای جدول ۳ توزیع رسوب در سال ۱۳۷۰ محاسبه شد. همچنین با استفاده از مدل تهیه شده، پارامترهای بهینه روش کاهش سطح براساس اطلاعات سال‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۷۰ به دست آمد. مقادیر مربوط به پارامترها و خطا در دو حالت استفاده از پارامترهای بهینه و معمول در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴ پارامترهای روش کاهش سطح و مقادیر خطا در سال‌های واسنجی

سال‌های واسنجی (۱۳۴۰ و ۱۳۷۰)	RMSE	پارامترها		
		n	m	C
روش کاهش سطح معمولی	۷/۷۴۵	۰/۴۱	۰/۵۷	۲/۴۸۷
روش کاهش سطح با پارامتر بهینه	۴/۶۷۱	۱	۰/۱	۲/۶

www.SID.ir

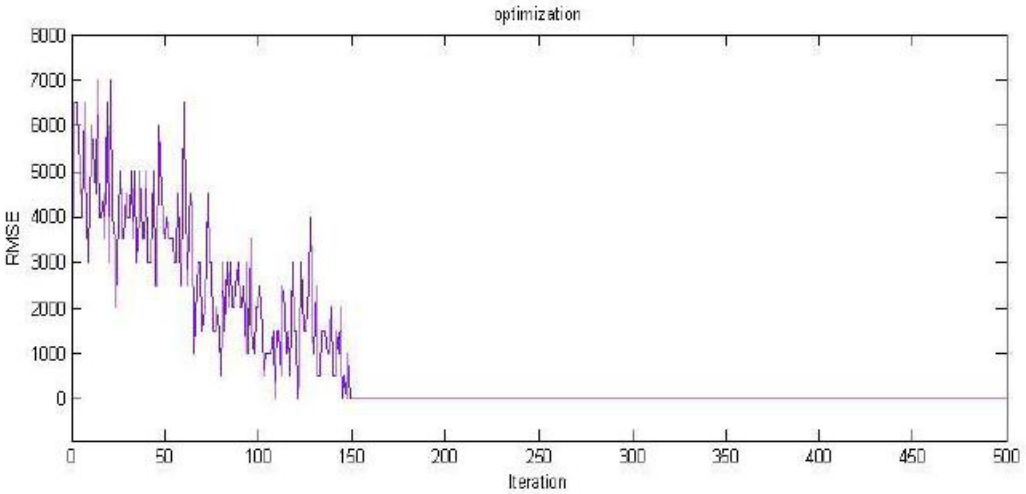
Archive of SID

استفاده از پارامترهای بهینه تابع هدف را به میزان ۳۹/۶۹ درصد کاهش داده است. شکل ۴ تغییرات مقدار خطا در تکرارهای مختلف تا رسیدن به همگرایی را نشان می‌دهد.

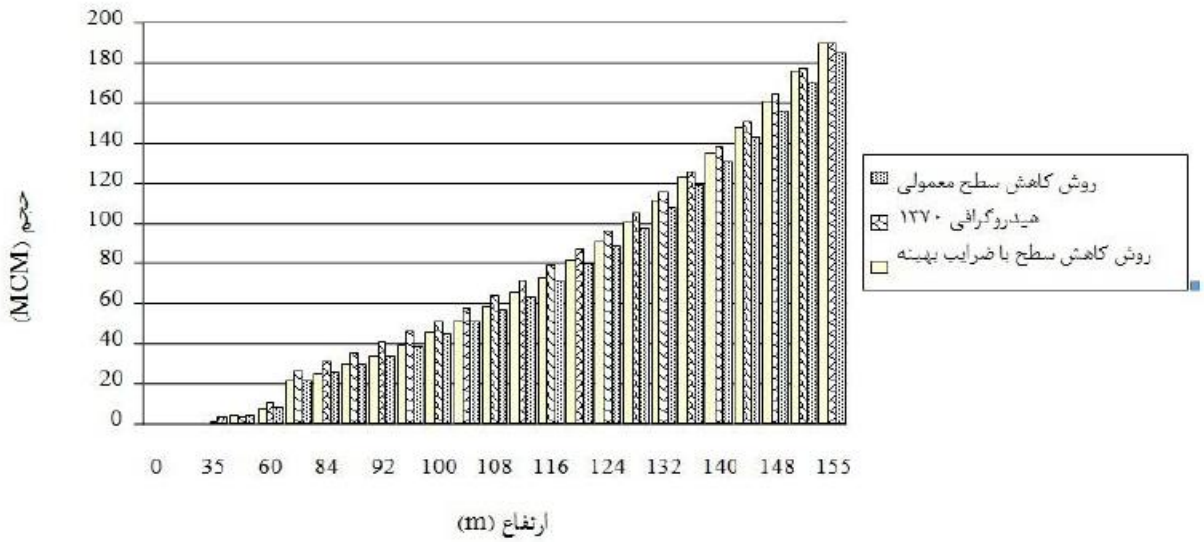
شکل ۵ توزیع رسوب در سال ۱۳۷۰ بر مبنای اطلاعات سال ۱۳۴۰ با روش کاهش سطح با پارامترهای معمول و بهینه و مقادیر هیدروگرافی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مخزن می‌توان گفت استفاده از پارامترهای بهینه دقت پیش‌بینی توزیع رسوب را افزایش داده است.

برای ارزیابی دقت پارامترهای بهینه در پیش‌بینی توزیع رسوب در دوره‌های غیر از دوره واسنجی، توزیع رسوب در سال ۱۳۸۶ بر مبنای هیدروگرافی سال ۱۳۷۰ با پارامترهای معمول و بهینه محاسبه و با مقادیر واقعی مقایسه شد. مقدار خطا در حالت استفاده از پارامترهای معمول و بهینه به‌ترتیب ۱/۸۳۵ و ۰/۵۷۹۶ است. کاهش ۶۸/۴۱ درصدی خطا در حالت استفاده از پارامترهای بهینه نسبت به پارامترهای معمول بیانگر توانایی پارامترهای بهینه در افزایش دقت روش کاهش سطح در دوره‌هایی غیر از دوره واسنجی است. شکل ۶ حجم واقعی و محاسباتی سد با استفاده از پارامترهای بهینه و معمول را نشان می‌دهد.

در شکل ۷ با استفاده از مقدار متوسط رسوب ورودی سالانه به سد کرج و با استفاده از روش کاهش سطح با پارامترهای بهینه نحوه توزیع رسوبات در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۵۰ پیش‌بینی شده است.



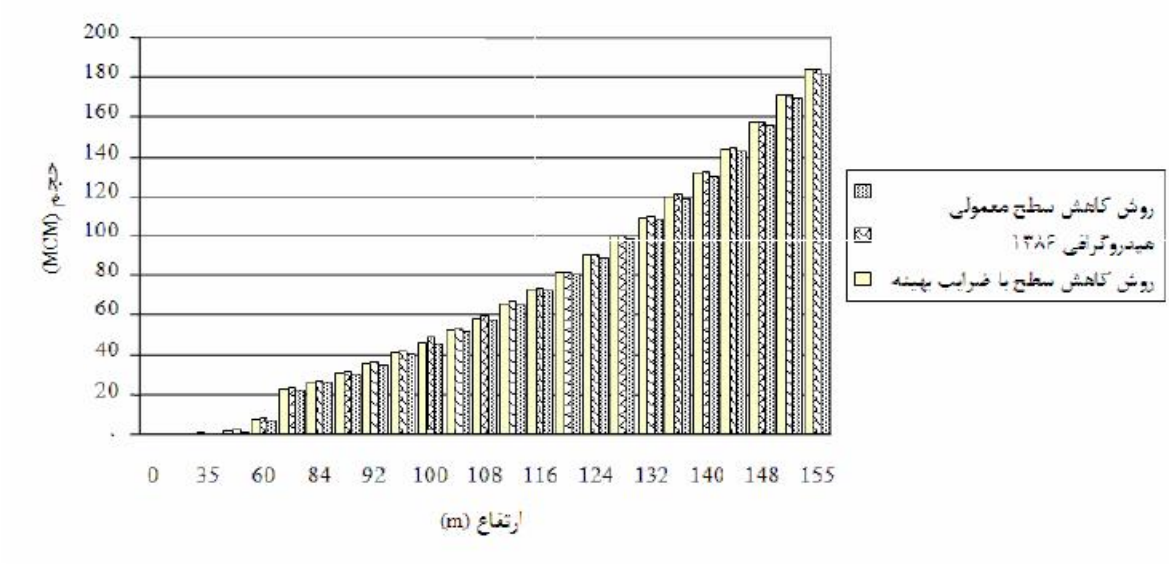
شکل ۴ نمودار همگرایی تابع هدف (RMSE) با استفاده از الگوریتم مورچگان



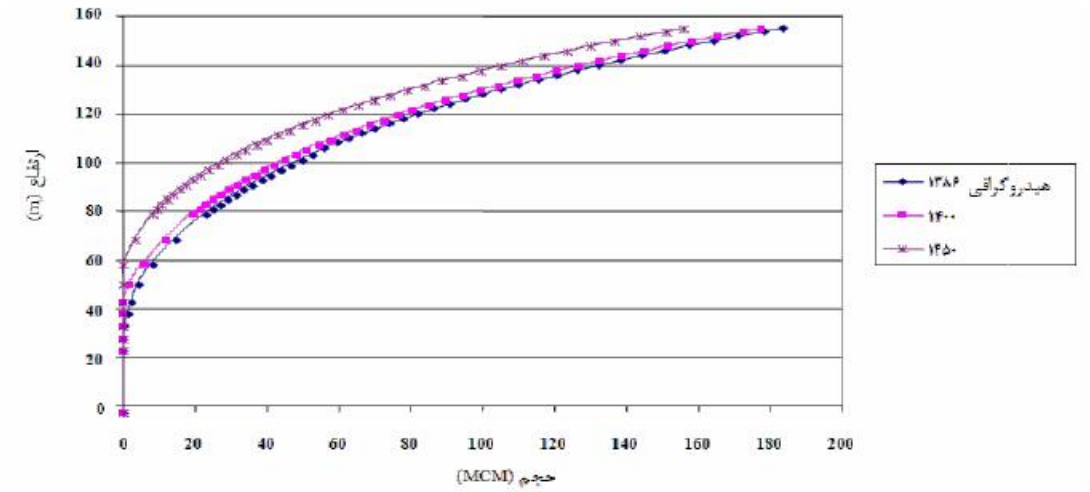
شکل ۵ مقادیر حجم ارتفاع سد کرج در سال ۱۳۷۰ و حالت‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶ مقادیر حجم ارتفاع سد کرج در سال ۱۳۸۶ و حالت‌های مختلف



شکل ۷ پیش‌بینی نحوه توزیع رسوب در سال‌های آینده براساس پارامترهای بهینه سد کرج

نتیجه‌گیری

یکی از روش‌های توزیع رسوب در سدهای مخزنی روش تجربی کاهش سطح است. در این روش مخازن به چهار نوع تقسیم شده و براساس پارامترهای n، m و c که برای هر یک از مخازن پیشنهاد شده است توزیع رسوب پیش‌بینی می‌شود. در این پژوهش با استفاده از روش بهینه‌سازی الگوریتم جامعه مورچگان پارامترهای بهینه روش کاهش سطح برای سد کرج تعیین شد. بدین منظور از نقشه توپوگرافی مخزن سد کرج در سال ۱۳۴۰ و نقشه‌های هیدروگرافی سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۶ استفاده شد. از اطلاعات سال‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۷۰ برای واسنجی و تعیین پارامترهای بهینه استفاده شد. مقادیر بهینه پارامترهای n، m و c به‌ترتیب ۱، ۰/۱ و ۲/۶ به دست آمد. از اطلاعات سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۶ برای صحت‌سنجی استفاده شد. نتایج صحت‌سنجی نشان داد، استفاده از پارامترهای بهینه سبب افزایش دقت در پیش‌بینی توزیع رسوب می‌شود به طوری که مقدار خطا به میزان ۶۸/۴۱ درصد کاهش می‌یابد. سپس توزیع رسوب در مخزن سد کرج در سال‌های آینده براساس پارامترهای بهینه محاسبه شد.

منابع

۱. حجازی ر. و سلطانی ر. ۱۳۸۴. ارائه ترکیبی الگوریتم مورچگان و ژنتیک برای حل مسئله فروشنده دوره‌گرد. چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع. تهران دانشگاه تربیت مدرس.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. رهنمایی د. ۱۳۷۴. رسوب‌گذاری در مخازن سدها. آب و توسعه. ۳(۱): ۵۰-۵۸.

۳. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور معاونت امور فنی دفتر امور فنی و تدوین معیارها. ۱۳۸۰. وزارت نیرو سازمان مدیریت منابع آب ایران دفتر استاندارد مهندسی آب. تعیین حجم رسوبات و توزیع آن در مخازن سدها. انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۳۶ ص.

۴. سپهری م. و رحیمی‌مقدم م. ۱۳۸۶. الگوریتم مورچگان و کاربردهای آن. انتشارات فرهنگ منهاج. ۱۶۰ ص.

۵. شعبانلو س. موسوی س. ف. و حیدرپور م. ۱۳۸۱. بررسی میزان رسوب ورودی به مخزن دز و نحوه توزیع آن تاکنون و برآورد وضعیت مخزن در آینده. ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۵۵-۶۵.

۶. طالب بیدختی ن. و تقوی م. ۱۳۶۸. بررسی و کاربرد روش‌های معمول و متداول رسوب‌گذاری مخازن سدهای درودزن دز، لتیان، کرج و سفیدرود. مجله دانشکده فنی دانشگاه تبریز. ۱۳۶: ۴۷-۵۹.

۷. عابدینی م. و طالب‌بیدختی ن. ۱۳۶۸. چگونگی توزیع و کنترل رسوب در مخازن سدها. مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران. تهران. مهاب قدس. ۷۹۱-۸۲۰.

۸. عمادی ع. محمدیها ا. و محمد ولی سامانی ج.۱۳۹۰. مدل ریاضی واسنجی خودکار روش تجربی کاهش سطح در توزیع رسوبات در مخازن سدها با استفاده از الگوریتم ژنتیک. نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۵(۲): ۳۵۶-۳۶۴.

۹. قمشی م. ۱۳۶۷. نحوه توزیع رسوب در مخزن و ارزیابی عمر مفید سد دز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۰.محمدیها ا. عمادی ع. و محجوبی س. م. ح. ۱۳۸۸. بررسی روش‌های تجربی توزیع رسوب در مخزن سد گلستان. مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۸-۶ بهمن.

۱۱.موسوی س. ف. و صمدی بروجنی ح. ۱۳۷۵. ارزیابی توزیع رسوب در مخازن سدهای کوچک منطقه چهارمحال و بختیاری. آب و فاضلاب. ۱۸: ۴-۱۳.

۱۲.موسوی س. ف. حیدرپور م. و شعبانلو س. ۱۳۸۵. بررسی رسوب در مخزن سد زاینده‌رود با استفاده از مدل‌های افزایش و کاهش سطح. آب و فاضلاب. ۵۷: ۷۶-۸۲.

۱۳.موسوی س. ف. محمدزاده هابیلی ج. و حیدرپور م. ۱۳۸۷. ارزیابی خطای روش‌های افزایش سطح و کاهش سطح در پیش‌بینی نحوه توزیع رسوب در مخازن سدهای دز، درودزن و شهید عباسپور. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۶: ۵۵۳-۵۶۴.

14. Annandel G. W. 1984. predicting the distribution of deposited sediment in southern African reservoirs. Challenges in African Hydrology and Water Resources. IAHS publ. no. 144.

15. Blanton III J. O. and Ferrari R. L. 1992. Lake Texana 1991 Sedimentation Survey. Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Denver, Colorado, December.

16. Borland W. M. and Miller C. R. 1958. Distribution of sediment in large reservoirs. Journal Hydraulic. ASCE. 84(2):1587.1-1587.9.

17. Borland W. M. and Miller C. R. 1971. Reservoir Sedimentation. Ch. 29. River Mechanics.Water Resources Publication. Fort Collins, Colorado, USA.

18. Dorigo M. 1991. Ant colony Optimization, New Optimization Techniques in Engineering. 101-116.

19. Ferrari R. L. 2008. Altus Reservoir 2007 Sedimentation Survey, Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Denver, April.

20. Ferrari R. L. 1999. Prineville Reservoir 1998 Sedimentation Survey, Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Denver, Colorado, March.

21. Jain S. K. and Singh V. P. 2003. Water Resources Systems Planning and Management. Elsevier science.

22. Toniolo H. and Parker G. 2003. 1D numerical modeling of reservoir sedimentation. IAHR Symposium on River. Coastal and Estuarine Morph dynamics. Barcelona, Spain. 457-468.

23. United States Bureau of Reclamation. 1962. Revision of the procedure to compute sediment distribution in large reservoirs. Sedimentation Section. Hydrology Branch.

www.SID.ir