



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

ارزیابی رسوب گذاری در مخازن سدهای کوچک (منطقه چهار محال و بختیاری)

اردشیر ساسانی^۱، سعید بای^۲

۱. دانشجوی دکتری مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی شاهرود

engardeshirsassani@gmail.com

۲. کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه، دانشگاه آزاد واحد گنبد کاووس

saeedbaay@yahoo.com

چکیده

احداث سد بر روی یک رودخانه منجر به کاهش سرعت جریان و در نتیجه رسوبگذاری در مخزن سد می‌شود. اثر اساسی رسوبگذاری در مخزن یک سد، بر کاهش ظرفیت ذخیره آن ظاهر می‌گردد. همچنین رسوبگذاری باعث تغییر در رژیم طبیعی رودخانه پایین دست به دلیل کاهش بار رسوبی، اختلال در تخلیه کننده‌های سد، افزایش تبخیر از سطح دریاچه و غیره می‌گردد. بنابراین در سدهای مخزنی، انجام مطالعات در مورد رسوبگذاری ضروری بوده و عمر مفید آنها با توجه به نتایج این کار تعیین می‌گردد.

کلمات کلیدی: رسوب گذاری، سد، مخزن

۱- مقدمه

در این تحقیق مقدار رسوبگذاری ویژه مخازن سدهای کوچک مورد بحث قرار می‌گیرد و جهت انجام آن از ۱۴ سد کوچک در منطقه چهارمحال و بختیاری استفاده شده است. بطور کلی و هدف اصلی که در این تحقیق دنبال می‌شود عبارتند از (۱) ارزیابی مقدار رسوبگذاری و (۲) ارزیابی توزیع رسوب در مخزن سدها، مهمترین بخش مطالعات در این تحقیق، محاسبه دقیق حجم رسوبات به جای مانده در مخازن در طول دوره بهره برداری سدها است. این کار با انجام عملیات نقشه برداری انجام شده و در نهایت یک مدل آماری جهت برآورد رسوبگذاری در مخازن کوچک به دست آمده است. در مورد نحوه توزیع رسوب، روشهای تجربی مورد ارزیابی قرار گرفته و بهترین روش تجربی که بتوان برای پیش بینی توزیع رسوب در مخازن کوچک به کار برده انتخاب و پیشنهاد شده است.

۱-۱- مدل‌های تعیین بار رسوب

برآورد رسوبات ورودی به هر مخزن، معمولاً با به کارگیری نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده، صورت می‌گیرد که عمدتاً بصورت فرمول‌های تجربی یا نمودارها ارائه می‌شوند. برخی از این مدل‌های برآورد رسوب از آنالیزهای آماری مشتق شده اند. در واقع این مدلها معادلات رگرسیون آماری هستند که بین بار رسوب یک یا چند حوزه آبخیز از یک طرف و عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی از طرف دیگر وضع می‌شوند. برخی از این مدلها عبارتند از: مدل اندرسون، مدل دندی و بولتون، مدل فورنیه، مدل لال و همکاران و ... که شرح کامل این مدل‌ها در گزارش اصلی بیان شده است.



۱-۲- مدل‌های توزیع رسوب در مخازن

نحوه توزیع رسوب، برای طراحان سدها به منظور تعیین آستانه دریاچه‌های عمقی و آبگیر اهمیت فراوانی دارد. بعلاوه در دوران بهره‌برداری از سدها، نحوه پخش رسوب در برآورد مجدد حجم مفید مخازن اهمیت می‌یابد. روشهای زیادی برای برآورد نحوه توزیع رسوب در مخزن ارائه شده که اغلب آنها بصورت مدل‌های ریاضی- تجربی هستند. در ایران اغلب محققین و طراحان جهت برآورد توزیع رسوب در مخزن از روشهای تجربی کاهش سطح و افزایش سطح استفاده می‌کنند.

۲- روش تحقیق

در این تحقیق سعی بر آن است که با توجه به اطلاعات و داده‌های موجود در سدهای مورد مطالعه در یک روش تجربی جهت تخمین رسوبگذاری مخازن کوچک که فاقد آمار هیدرومتری هستند بدست آید. همچنین دو روش مربوط به نحوه توزیع رسوب در مخازن بزرگ در نظر گرفته می‌شود و برای مخازن کوچک به کار می‌رود. سپس بر پایه اطلاعات واقعی منطقه، مورد سنجش قرار گرفته و بر اساس آن توصیه و پیشنهاداتی ارائه می‌شوند. بدین منظور دو برنامه کامپیوتری ارائه می‌شود.

۲-۲- طبقه بندی مدل‌های برآورد رسوب

مدلهای متنوعی وجود دارند که می‌توان از آنها برای برآورد رسوب حوزه استفاده کرد. این مدلها در چهار گروه قرار می‌گیرند:

- ۱- مدل‌هایی که از آنالیزهای آماری مشتق شده اند.
 - ۲- مدل‌های مشتق شده آماری که به طریقی اصلاح و یا تکمیل شده اند.
 - ۳- مدل‌های مشتق شده از آنالیزهای استوکستیک
 - ۴- مدل‌های تشابهی که بر اساس شبیه سازی پدیده‌های طبیعی پایه گذاری می‌شوند.
- در این تحقیق از مدل‌های دسته اول استفاده می‌شود. بدین منظور مدل آماری بکار رفته در مطالعات آقای لال و همکاران انتخاب شده و جهت کامل تر شدن رابطه، برخی خصوصیات دیگر مانند پوشش گیاهی و شیب حوزه نیز در مدل وارد می‌شود.

این مدل بصورت زیر بیان می‌شود:

$$S = 0.01 \left(\frac{C}{I}\right)^{0.22} \left(\frac{I}{A}\right)^2$$

S= رسوبدهی سالیانه در واحد سطح حوزه (متر مکعب در هر کیلومتر مربع در سال)

$$= \frac{C}{I} \text{ = نسبت ظرفیت به ورودی}$$

I= متوسط حجم ورودی سالیانه به مخزن (متر مکعب)

C=ظرفیت اولیه مخزن

A= سطح حوزه آبخیز (کیلومتر مربع)

۲-۳- آنالیز منطقه ای

آنالیز منطقه ای به عنوان ابزاری است که اطلاعات و داده‌های یک منطقه را به سایر مناطق انتقال دهد.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



نتایج آنالیز منطقه‌ای معمولاً بصورت روابط منطقه ای یا مدل‌های آماری و یا به صورت نمودارها جمع بندی و ارائه می شوند. مدل‌های آماری بصورت روابط ریاضی بیان می شوند و می توان مدل‌های آماری را در دو گروه خطی و غیر خطی قرار داد. آنالیز منطقه ای شامل چند مرحله به شرح زیر است:

الف- انتخاب مشخصه مورد نظر که در این تحقیق مقدار رسوبگذاری ویژه آن مشخصه است.
ب- انتخاب خصوصیات حوزه های مورد مطالعه که به صورت متغیرهای مستقل در مدل آماری به کار می روند. این خصوصیات شامل مساحت حوزه، حجم ورودی سالیانه به مخزن، عامل پستی و بلندی حوزه، عامل پوشش گیاهی و حجم اولیه مخزن می باشد.

ج- بدست آوردن رابطه مورد نظر بصورت مدل آماری
د- اعتبار سنجی و بررسی صحت رابطه بدست آمده

۱-۲-۳- انتخاب متغیرهای مستقل

انتخاب متغیرهای مستقل در آنالیز منطقه ای نقش مؤثری دارد. مقدار رسوبگذاری در مخازن به عوامل منتقل و زیادی بستگی دارد که برخی از این عوامل شناخته شده نبوده و برخی دارای طبیعت تصادفی هستند که این امر باعث وارد شدن خطاهایی در آنالیز منطقه ای می شود. پارامترهایی که به عنوان متغیر مستقل انتخاب می شوند باید طبیعت مستقل بودن را داشته باشند. یعنی این متغیرهای بر روی همدیگر تأثیر معنی داری نگذارند.

روشهای مختلفی وجود دارد که بر اساس آنها می توان فهمید که با انتخاب چه متغیرهایی بهترین مدل بدست می آید. برخی از این روشها عبارتند از: انتخاب کلیه متغیرهای همگن، انتخاب متغیرها به روش Forward، انتخاب متغیرها به روش Backward، که هر یک از این روشها در گزارش اصلی مفصلاً بحث شده اند.

۲-۳-۲- معیارهای رضایت بخشی مدل

به منظور سنجش رضایت بخش بودن یک مدل رگرسیون چند متغیره، روشهای متعددی وجود دارد ولی عمدتاً دو معیار مورد توجه قرار می گیرد، یکی میزان همبستگی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل و دیگری توجیه پذیر بودن خطاها بر اساس تحلیل آنها.

۴-۲- نحوه توزیع رسوب در مخزن

یکی از کارهای مهم در تجزیه و تحلیل مخزن، شناخت نحوه توزیع رسوب است. بدین معنی که مشخص شود در ارتفاعات مختلف مخزن، چه عمق رسوبی در طول یک دوره زمانی معین ته نشین می شود. در این تحقیق با انجام عملیات نقشه برداری و اندازه گیری عمق رسوبات با کمک حفر چاهک، روند رسوبگذاری در مخزن سدهای مورد مطالعه تعیین گردید.

این اطلاعات ما را قادر می سازد که روشهای تجربی مربوط به روند رسوبگذاری در مخازن را ارزیابی کرده و اعتبار آنها را برای مخازن سدهای کوچک مورد سنجش قرار دهیم. در این رابطه دو روش معروف کاهش سطح و افزایش سطح که برای مخازن بزرگ کاربرد دارند مورد مطالعه قرار گرفته اند.

۱-۴-۲- روش کاهش سطح

در این روش ابتدا مخازن به چهار گروه دره ای، تپه ای، کوهپایه ای و دریاچه ای تقسیم بندی می شوند. برای هر نوع مخزن یک منحنی فرم توزیع رسوب تهیه شده که از روی آنها، سطح مبنی بدون بعد بدست می آید. انتخاب عمق رسوبات



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



پشت سر، بر اساس مقدار رسوبگذاری در مخزن و عمر مفید سد انجام می شود. در واقع با داشتن حجم رسوبات ته نشین شده در طول عمر مفید سد و با استفاده از روش کاهش سطح، می توان حدس زد که رسوبات در پشت بدنه سد، تا چه ارتفاعی بالا می آید و سپس می توان محل قرارگیری دریچه های سد را مشخص کرد.

۲-۴-۲- روش افزایش سطح

این روش بصورت یک روش ریاضی است و در آن فرض می شود که منحنی سطح- ارتفاع پس از رسوبگذاری، موازی منحنی اولیه باشد. به بیان دیگر فرض می شود که سطح رسوبات در تمام ارتفاعات ثابت است و حجم رسوبات در بالای ارتفاع صفر به طور یکنواخت توزیع شده است. این روش برای مواقعی که حجم رسوبات بر جای مانده زیاد نباشد و به عبارت دیگر ضخامت رسوب در مخزن کم باشد دارای دقت کافی است ولی برای مخازنی که بخش عمده ای از آن را رسوبات اشغال کرده باشند دارای دقت کمی خواهد بود. شرح کامل این دو روش در گزارش اصلی آمده است.

۳- ویژگیهای عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، شامل حوزه بالا دست ۱۴ سد خاکی کوچک در استان چهارمحال و بختیاری است. این سدها از نوع سدهای کوچک (ارتفاع کمتر از ۱۵ متر و حجم مخزن کمتر از یک میلیون متر مکعب) هستند و حوزه آبخیز آنها دارای مساحت کمتر از ۴۰ کیلومتر مربع است. ویژگیهای عمومی منطقه که مورد بررسی قرار گرفته اند شامل، موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی حوزه ها، وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت زمین شناسی سطحی، خاکشناسی منطقه، ویژگیهای توپوگرافی حوزه ها، ویژگیهای اقلیم حوزه ها، وضعیت بارندگی و رواناب سطحی حوزه ها، بوده است. این ویژگیها به طور کامل برای هر یک از ۱۴ حوزه در گزارش اصلی شرح داده شده اند و بر اساس آنها پارامترهای مختلف هیدرولوژیکی و اقلیمی و غیره محاسبه و برآورد شده است.

۴- مشخصات سدهای مورد مطالعه

جهت تهیه اطلاعات مربوط به سدها از کلیه آنها بازدید به عمل آمد و همچنین در مخزن آنها، عملیات نقشه برداری انجام گرفت. مشخصات کلی هر سه عبارت است از نوع سد، ارتفاع سد، طول تاج، تأسیسات ضمیمه شامل تأسیسات انتقال آب و استهلاک انرژی، منحنی حجم- ارتفاع و سطح- ارتفاع در مخزن و شکل مخزن. در تمام سدهای مورد مطالعه جنس مصالح به کار رفته در بدنه، خاکی با هسته رسی است. تأسیسات انتقال آب در کلیه سدهای مورد مطالعه بوسیله دو عدد لوله آبگیر با قطر ۶ تا ۸ اینچ است. با توجه به نقشه توپوگرافی مخزن منحنی های سطح- ارتفاع و حجم ارتفاع برای تمام مخازن بدست آمد و نتایج آن در گزارش اصلی آمده است. از تفاضل منحنی های مربوط به قبل از احداث سد و بعد از احداث سد می توان حجم رسوبات در هر مخزن را محاسبه کرد. اسامی سدهای مورد مطالعه عبارتند از: تومانک، چهار بازار، درختی، درازنو، زانیونی، سرتشنیز، سیاسرد، گهرباران، قطارقاش، مصطفی آباد، وانان، مرغملک، هرچگان و هارونی.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

همانگونه که ذکر شد، در این تحقیق دو هدف مورد نظر است: ارزیابی مقدار رسوبگذاری و ارزیابی توزیع رسوب در مخزن سدهای کوچک، که به ترتیب توضیح داده می شوند.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



۵-۱- ارزیابی مقدار رسوبگذاری

جهت ارزیابی مقدار رسوبگذاری، با روش آنالیز منطقه ای یک مدل آماری بین مقدار رسوبگذاری و برخی پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی حوزه آبخیز سد، بدست آمده است. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از برنامه کامپیوتری statgraphics انجام می شود. متغیر وابسته مدل (رسوبگذاری ویژه) بر اساس حجم رسوبات محاسبه شده از نقشه های توپوگرافی مخازن بدست آمده است. پارامترهای مستقل نیز در مدل، بر اساس اطلاعات دفتری و صحرایی بدست آمده اند. این پارامترها مربوط به خصوصیات اقلیمی و هیدرولوژیکی حوزه ها هستند و از بین آنها، مساحت حوزه، پستی و بلندی حوزه و رواناب سالانه بدست آمده است.

از آنجاییکه کلیه حوزه های مورد مطالعه، بجز حوزه مرغملک، در حوزه آبخیز کارون شمالی قرار دارند و در ضمن همه حوزه ها، به جز حوزه مرغملک، از لحاظ اقلیم و پوشش گیاهی مشابه هستند، لذا اطلاعات مربوط به مرغملک را از آنالیز حذف کرده و تجزیه و تحلیل بین ۱۳ سد دیگر انجام می شود. در نهایت مدل بدست آمده برای مرغملک بکار می رود و در صورتیکه نتیجه حاصله با مقدار مشاهده شده اختلاف زیاد نداشت، می توان گفت رابطه بدست آمده، علاوه بر اینکه برای حوزه های با پوشش گیاهی متوسط و اقلیم نیمه مرطوب و معتدل معتبر است، برای حوزه های با پوشش گیاهی خوب و اقلیم مرطوب و بسیار مرطوب نیز قابل استفاده است.

در این تحقیق با ترکیب های مختلفی از پارامترهای مستقل، مدل های مختلفی بدست آمده که ابتدا مدلهایی که از لحاظ آزمونهای آماری قابل قبول نبودند، حذف گردیده و سپس تعدادی که در سطح ۵ درصد معنی دار بوده اند ارائه شده اند. مدلی که در این تحقیق به عنوان مدل انتخابی طرح تهیه شده است به صورت زیر ارائه می شود. این مدل علاوه بر اینکه مقدار رسوبگذاری ویژه را به خوبی تبیین می کند، برای سد مرغملک نیز که دارای حوزه آبخیز با پوشش گیاهی خوب است، خطای ۳۶ درصد دارد که این خطا در برآورد رسوب مقدار قابل قبولی به شمار می رود. در ضمن در مدل انتخاب شده پارامترهای زیادی دخالت دارند که البته این پارامترها برای حوزه های فاقد آمار قابل برآورد و محاسبه می باشند.

$$Sd = \left(\frac{C}{I}\right)^{0.386} \left(\frac{10I}{A.H}\right)^{-1.228} \left(\frac{A}{R}\right)^{0.96} (A)^{1.08} (B)^{1.746}$$

که در آن:

Sd = رسوبگذاری ویژه در مخزن برابر حجم رسوبات بر جای مانده سالانه در واحد سطح حوزه آبخیز

$\frac{C}{I}$ = نسبت ظرفیت به ورودی

A = مساحت حوزه آبخیز

I = ورودی سالانه

B = درصد اراضی لخت حوزه

R = شاخص پستی و بلندی حوزه و برابر حداکثر اختلاف ارتفاع حوزه بر طول مستطیل معادل

H = اختلاف ارتفاع بلندترین و پست ترین نقطه حوزه (متر)

ضریب همبستگی مدل مذکور برابر ۰/۹۹۸ بدست آمده است که همبستگی خوب بین رسوبگذاری و پارامترهای انتخابی را نشان می دهد. جهت اعتبارسنجی مدل مقادیر متغیر وابسته با مقادیر مشاهده شده مورد مقایسه قرار گرفته اند و برای اغلب سدها در صد خطایی کمتر از ۲۰ درصد را نشان می دهند. لذا مدل انتخابی ارزش کاربردی داشته و می توان آن را برای مخازن کوچک و حوزه آبخیز با پوشش گیاهی متوسط به کار برد.

۵-۲- ارزیابی توزیع رسوب در مخزن سد



در این تحقیق روشهای توزیع رسوب مربوط به مخازن بزرگ شامل روشهای کاهش سطح و افزایش سطح مورد ارزیابی قرار گرفته و دقت آنها برای مخازن کوچک مورد سنجش قرار می گیرد. جهت کاربرد روشهای افزایش سطح و کاهش سطح دو برنامه کامپیوتری تهیه شده که در گزارش اصلی آمده است.

بررسی های انجام شده نشان می دهد که نمی توان نظر قطعی در مورد انتخاب دو روش مذکور به عنوان بهترین روش داد ولی در مجموع دیده شد که هر چه مخزن کشیده تر باشد، روشهای افزایش سطح و کاهش سطح خطای کمتری خواهد داشت. بنابراین روشهای تجربی برای یک مخزن بزرگ و کشیده نسبت به مخزن کوچک و دایره ای جواب بهتری می دهد. از آنجائیکه تخمین رسوبگذاری در مخازن سدهای بزرگ از اهمیت بالایی برخوردار است و از طرفی در سدهای بزرگ امکان مطالعه بر روی تعداد زیادی سد، پر هزینه و مشکل است، پیشنهاد می شود مدل بدست آمده برای برخی از سدهای بزرگ ایران به کار رود و با انجام اصلاحات لازم، مدل مذکور برای سدهای بزرگ تعمیم یابد.

۷- منابع و مراجع

- ۱- پازوش، هرمز، رسوبگذاری در مخازن سدها- مسئله سد سفیدرود، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۶۱
- ۲- رهنمایی، داریوش، رسوبگذاری در مخازن سدها، آب و توسعه وزارت نیرو، ۱۳۷۴
- ۳- شفاعی بجستان، محمود، هیدرولیک، انتشارات دانشگاه چمران اهواز، ۱۳۷۳
- ۴- وزارت برنامه و بودجه، طرح توسعه جامع چهارمحال و بختیاری (هوا و اقلیم)، گروه مطالعاتی، جلد ۱، ۱۳۶۶
- ۵- وزارت برنامه و بودجه، طرح توسعه جامع چهارمحال و بختیاری (زمین و خاک)، گروه مطالعاتی، جلد ۲، ۱۳۶۶
- ۶- وزارت برنامه و بودجه، طرح توسعه جامع چهارمحال و بختیاری (منابع آب)، گروه مطالعاتی، جلد ۳، ۱۳۶۶
- ۷- وزارت برنامه و بودجه، طرح توسعه جامع چهارمحال و بختیاری (پوشش گیاهی - مرتع)، گروه مطالعاتی، جلد ۵، ۱۳۶۶