

کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

وزارت نیرو

مدل سازی ریاضی انتقال رسوب و

رسوب گذاری در مخازن سدها

مترجم:

دکتر علی خسرو نژاد

۱۳۹۷

عنوان و نام پدیدآور	مدلسازی ریاضی انتقال رسوب و رسوبگذاری در مخازن رهنمودها و مطالعات موردی / تهیه مرکز مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، کنفرانس بین‌المللی سدهای بزرگ؛ ترجمه علی خسرو نژاد.
مشخصات نشر	تهران: کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۲۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۸۴۶۰-۶۹-۸
وضعیت فهرست نویسی: قبلاً	
یادداشت	Bulletin mathematical modelling of sediment transport and deposition in reservoirs...
موضوع	رسوب -- انتقال -- الگوهای ریاضی
موضوع	Sediment transport -- Mathematical models
موضوع	مخزن‌های آب -- رسوب‌گذاری -- الگوهای ریاضی
موضوع	Reservoir sedimentation -- Mathematical models
موضوع	سد -- مدلسازی -- الگوهای ریاضی
موضوع	Dams -- Mathematical models
شناسه افزوده	خسرو نژاد، علی، ۱۳۵۶- مترجم
شناسه افزوده	مرکز مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی
شناسه افزوده	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología
شناسه افزوده	کنفرانس بین‌المللی سدهای بزرگ
شناسه افزوده	International Congress on Large Dams
شناسه افزوده	ایران. کمیته ملی سدهای بزرگ ایران
رده بندی کنگره	۱۳۹۷: ۱۷۵/۲/۴
رده بندی دیویی	۵۵۱/۳۵۳
شماره کتابشناسی ملی	۵۱۳۳۱۸۲

◀ عنوان: مدلسازی ریاضی انتقال رسوب و رسوب گذاری در مخازن سدها

◀ ترجمه: دکتر علی خسرو نژاد

◀ ناشر: وزارت نیرو - کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

◀ نوبت چاپ: چاپ اول

◀ سال انتشار: ۱۳۹۷

◀ تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

◀ صفحه آرای: اوستای پارسیان

◀ شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۶۰-۶۹-۸

◀ قیمت: ۵۶۰۰۰۰ ریال

نشانی: تهران- خ وحید دستگردی (ظفر شرقی)- خ شهید کارگزار- کوچه شهرساز- پلاک ۱- کمیته ملی سدهای بزرگ ایران- تلفن: ۲۲۲۲۵۷۵۶-۲۲۲۵۷۳۳۸- نمابر: ۲۲۲۵۷۳۳۸

فهرست مطالب

۱۱	پیش نوشتار
۱۳	پیشگفتار

فصل اول

مقدمه

۱۵

فصل دوم

بهره برداری از مخزن و فرایند انتقال رسوب

۲۱

۲۱	مقدمه
۲۲	مکانیسم های انتقال رسوب
۲۴	مدهای بهره برداری مخزن و اثرات آن بر روی بیلان رسوب مخزن

فصل سوم



انتقال رسوب در اثر آشفته‌گی جریان

۳۱

۳۱.....	مقدمه
۳۶.....	بازنگری معادلات انتقال رسوب تعادلی منتخب
۳۷.....	معادلات انگلار و هانسن (۱۹۶۷)
۳۸.....	معادلات ایکر و واک (۱۹۷۳)
۳۹.....	توان جریان واحد (ورودی) (یانگ، ۱۹۷۳، رزبوم، ۱۹۷۵)
۴۲.....	تئوری توان جریان (بگ رید، ۱۹۶۶)
۴۹.....	فن راین (۱۹۸۴ الف و ب)
۵۶.....	کالیبراسیون با استفاده از داده‌های خرن
۶۸.....	انتقال رسوب غیر تعادلی
۶۸.....	مقدمه
۷۲.....	بازنگری تئوری‌های موجود
۷۹.....	مدلسازی فرایند انتقال رسوب غیر تعادلی: مخزن ویلچ (رودخانه کالدون، آفریقای جنوبی)
۸۱.....	مقایسه کالیبراسیون‌ها

فصل چهارم



جریان غلیظ

۸۳

۸۳.....	مقدمه
۸۵.....	وقوع جریان‌های غلیظ در مخازن
۹۱.....	هیدرولیک جریان‌های غلیظ
۹۱.....	کلیات
۹۲.....	توزیع سرعت
۹۲.....	توزیع قائم رسوبات معلق
۹۳.....	توزیع تنش برشی

۹۴.....	توصیف ریاضی توزیع سرعت و ضخامت یک جریان غلیظ
۱۰۴.....	جابجایی یک جریان غلیظ: سرعت و مقاومت اصطکاکی در برابر جریان
۱۱۰.....	تغییرات سرعت و غلظت رسوب در مقطع عرضی جریان غلیظ مخزن
۱۱۴.....	حرکت پیشانی جریان غلیظ
۱۱۸.....	انتقال رسوب ناشی از جریان غلیظ
۱۲۱.....	شکل گیری جریان غلیظ در اثر فلاشینگ
۱۲۶.....	انتقال رسوب جریان غلیظ به شکل غیر تعادلی
۱۲۷.....	انتقال رسوب با اندازه متفاوت با جریان های غلیظ و فرایند آرایش یافتن دانه های رسوب
۱۲۸.....	شکل گ های یک جریان غلیظ
۱۲۸.....	مروری بر موری های موجود
۱۳۶.....	پیش بینی با استفاده از اصل سیمیم توان جریان
۱۴۰.....	جریان های غلیظ لایه مرئی با انتقال رسوب فوق غلیظ

فصل پنجم



مدل های ریاضی و مطالعات موردی

۱۴۵

۱۴۵.....	مدل های ریاضی یک بعدی
۱۴۵.....	مقدمه
۱۴۶.....	مدل یک بعدی رسوبگذاری مخزن: Mike 11-RFM: مخزن ویلداچ
۱۴۶.....	تشریح مدل
۱۵۴.....	کالیبراسیون و صحت سنجی مدل یک بعدی RFM با داده های مخازن آفریقای جنوبی
۱۵۵.....	کالیبراسیون مدل یک بعدی
۱۵۶.....	صحت سنجی مدل یک بعدی
۱۵۸.....	شبیه سازی بلند مدت ظرفیت مخزن ویلداچ
۱۵۹.....	مدل رسوبگذاری مخزن: GSTARS: سد تاربالا، پاکستان (یانگ و سیمونز، ۲۰۰۳)
۱۵۹.....	مقدمه و زمینه مطالعات
۱۶۰.....	تشریح مدل ریاضی
۱۶۳.....	تنظیمات مدل
۱۶۵.....	نتایج شبیه سازی
۱۶۸.....	مدل رسوبگذاری مخزن RESSASS: سد تاربالا (تامر، ۱۹۹۸)

۱۷۱.....	مدل Mike 11 رودخانه: دریاچه رکسبرگ، زلاندنو (مک کی و همکاران، ۲۰۰۰)
۱۷۴.....	مدلسازی عددی رسوبگذاری و فلاشینگ مخزن با استفاده از مدل دو بعدی
۱۷۴.....	مقدمه
۱۷۶.....	داده ها
۱۷۹.....	زمینه تئوریک
۱۷۹.....	تولید کننده شبکه محاسباتی
۱۸۱.....	هیدرودینامیک
۱۸۲.....	مدل انتقال رسوب چسبنده
۱۸۵.....	کالیبراسیون رسوب گذار: در طول سالهای ۱۹۷۳-۱۹۷۶
۱۸۷.....	فلاشینگ رسوب گذار
۱۸۹.....	فلاشینگ مخزن با استفاده از: تخلیه کننده های تحتانی
۱۸۹.....	نتیجه گیری
۱۹۱.....	مدلسازی ریاضی سه بعدی (انتقال رسوب آشفته)
۱۹۱.....	معادلات مدل سه بعدی
۲۰۰.....	مدل های جریان غلیظ
۲۰۰.....	مقدمه
۲۰۱.....	مدل های دو بعدی در قائم مختلط
۲۰۲.....	مدل های متوسط گیری شده در عمق مختلط
۲۰۳.....	مدل جریان غلیظ پیشنهادی
۲۰۶.....	کاربرد های در مقیاس آزمایشگاهی
۲۰۸.....	کاربرد در مقیاس میدانی
۲۱۰.....	معادلات حاکم
۲۱۱.....	کاربرد مدل
۲۱۱.....	اندازه گیری های میدانی
۲۱۲.....	مدل عددی
۲۱۴.....	نتیجه گیری

فصل ششم



نتیجه گیری و توصیه ها

پیش نوشتار

سرزمین پشاور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته و توزیع ناموزون جریان‌های سطحی محدودیت‌های عمده‌ای را در امر استفاده از آب این عنصر حیاتی به وجود آورده است.

به علاوه قسمت اعظم این جریان‌ها قبل از این که مورد استفاده قرار گیرند، از دسترس خارج شده و به سمت دشت سرازیر می‌گردند. از آنجایی که تأمین آب همواره نیاز اساسی بشر برای استفاده‌ای پشاور، صنعتی و آب شرب شهرها بوده است، لذا مهار سیلاب‌ها و آب‌های جاری از طریق احداث سد، از کارهای اساسی و زیربنایی محسوب و برای نیل به خودکفایی اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

این نیاز از دیرباز در کشورمان مورد توجه بوده و اثرات بی‌شماری از سدهای قدیمی با قدمت چند هزار ساله در گوشه و کنار این سرزمین، گواهی بر این مدعا است و آثاری که در این زمینه به دست آمده است، نشان می‌دهد که پیتئینیان و نیاکان ما از قرن‌ها پیش با دانش و فن سدسازی آشنایی کامل داشته و با احداث تأسیسات آبی مختلف و انواع سدها که پس از گذشت صدها سال هنوز استوار و پایدار باقی مانده‌اند، تحسین و اعجاب متخصصان و صاحب نظران بین‌المللی را در عصر حاضر برانگیخته‌اند.

با پیروزی انقلاب اسلامی، صنعت سدسازی در کشور ما وارد مرحله جدیدی گردیده و وزارت نیرو، نیل به خودکفایی در این زمینه را هدف اصلی و متعالی خود قرار داد.

خوشبختانه پس از گذشته نزدیک به سه دهه هم اکنون صنعت سدسازی به مرحله‌ای از رشد وارد شده است که بیشتر مراحل مطالعات، طراحی، نظارت، ساخت، مدیریت بهره‌برداری از سدها که زمانی در انحصار کارشناسان خارجی و مستلزم تحمل هزینه‌های گزاف ارزی بوده است، به دست توانای مهندسين ایرانی صورت می‌گیرد.

انتشار بولتن‌های سدسازی که حاوی نتایج تحقیقات و کار متخصصان و کارشناسان علم و فنون سدسازی و همچنین حاوی نتایج مطالعات روی مسایل ویژه طرح آبی می‌باشد، می‌تواند نقش مهم و سازنده‌ای در استفاده از نوآوری‌های فن سدسازی داشته باشد. بدین می‌است که همکاری متخصصان و کارشناسان این فن نیز به نوبه خود، در تداوم، تکامل و نهایی این گونه کتاب‌ها تأثیر به‌سزا داشته و کمیته ملی سدهای بزرگ ایران را بر انجام رهالت خود یاری و مساعدت خواهد نمود.

کتاب حاضر که به همت کمیته ملی سدهای بزرگ ایران در اختیار علاقمندان صنعت آب کشور قرار می‌گیرد، ثمره ترجمه آقای دکتر علی خسرونژاد از اعضای کمیته تخصصی سد و تاسیسات وابسته می‌باشد که می‌تواند برای مهندسان، کارشناسان و دست‌اندرکاران این رشته سودمند واقع شود.

جا دارد از مساعی کمیته ملی سدهای بزرگ ایران که در تهیه مجموعه حاضر تلاش نمودند، قدردانی کرده و موفقیت این کمیته ملی را در انجام خدمات علمی و فنی از درگاه ایزدمنان مسئلت نماید.

عباس سروش

معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا و

قائم مقام رئیس شورای عالی کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

پیشگفتار

رهنمود و دستورالعمل حاضر توسط گریت باسون^۱، پروفسور مهندسی هیدرولیک و آلبرت روزبوم^۲ دانشگاه استلنبوش^۳ آفریقای جنوبی تالیف شده است و در این راستا از اطلاعات و دانش‌های بعضی از اعضاء کمیته رسوبگذاری ICOLD نیز استفاده شده است.

از آنجایی که رسوبگذاری در مخزن سد های آفریقای جنوبی به یک مسئله جدی بدل گشته، بیش از ۷۰ سال است که تحقیقات در این زمینه در جریان می باشد. این تالیف طی تحقیقات گسترده ای که در طول ۳۰ سال گذشته انجام شده، با حمایت های دپارتمان خدمات آب و جنگلداری و همچنین کمیسیون تحقیقات آب آفریقای جنوبی صورت گرفته است.

خوشبختانه بخش زیادی از اطلاعات از کشور چین که دارای گسترده ترین تجربیات در این زمینه می باشد، بدست آمده است.

با توجه به طبیعت جهانی بودن فرمول های هیدرولیکی خوشبختانه جای تعجب نیست که معمولا داده های چینی و آفریقای جنوبی با روابط ریاضی مشابهی قابل نگاشت و برآزش می باشند. این موضوع نشان می دهد که این روابط بایستی برای

1. Gerrit Basson

2. Albert Rooseboom

3. Stellenbosch

کشور های دیگر نیز قابل کاربرد می باشند. بسیاری از اطلاعات موجود در این کتاب از تالیفات جامع دیگری جمع آوری شده اند (باسون و روزبوم، ۱۹۹۷)^۱.

این بولتن ICOLD در راستای بولتن ۱۱۵ (ICOLD, 2000) به نام "رسوبگذاری مخازن" که حاوی رهنمود های برای مدیریت مخازن و محدود نمودن رسوبگذاری است، می باشد. رهنمود های ارائه شده در این کتاب در خصوص مدلسازی عددی دینامیک انتقال رسوب در مخازن را می توان در زمان برنامه ریزی و طراحی سدهای جدید و با مدیریت سدهای موجود استفاده نمود.