

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مکانیک رسوب

در آبراهه‌های روباز و مخازن سدها

مؤلفین:

دکتر علی خسرو نژاد

پژوهشگر دانشکده علوم و مهندسی دانشگاه مینه‌سوتا

دکتر عاطفه پرورش‌ریزی

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران



نشر نوآور

سرشناسه	: خسرو نژاد، علی، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: مکانیک رسوب در آبراهه‌های روباز و مخازن سدها/ مولفین علی خسرو نژاد، عاطفه پرورش ریزی.
مشخصات نشر	: تهران : نوآور، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۸ ص.
شابک	: ۹-۱۳۴-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: مخزن‌های آب -- رسوبگذاری
موضوع	: رسوب‌زدایی
موضوع	: رسوب -- انتقال
موضوع	: رسوب
شناسه افزوده	: پرورش ریزی، عاطفه، ۱۳۵۵ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ م ۷/خ ۳۹۶ TD
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۸۶۰۹۷۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۶۲۶۱۰

مکانیک رسوب در آبراهه‌های روباز و مخازن سدها

علی خسرو نژاد- دکتر عاطفه پرورش ریزی
نوآور
۵۰۰ نسخه
محمدرضا نصیرنیا
اول - ۱۳۹۲
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۳۴-۹

مؤلفین:

ناشر:

شمارگان:

ناظر چاپ:

نوبت چاپ:

شابک:



قیمت: ۸۰۰۰ تومان

نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخر رازی، خ شهدای ژاندارمری
نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶
۹۲-۹۱۹۱۹۱۹۱-۶۶۴۸۴۱۹۱-۶۶۴۸۴۱۹۱-۹۱۲۶۰۶۲۳۸۳

www.noavarpub.com

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، نبش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۹۵۵۸۷۸ - ۶۶۴۰۵۰۸۴
فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانی تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵
فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۰۲۵۷۹ - ۶۶۴۱۳۹۹۸
فروشگاه ۴: اصفهان، م انقلاب، خ چهار باغ عباسی ابتدای خ سید علی خان، کتابفروشی مهرگان تلفن: ۰۳۱۱۲۲۱۳۷۵۱

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

مقدمه

در مهندسی هیدرولیک، مطالعه مکانیک رسوب که در آن ساز و کارهای انتقال و عوامل موثر بر انتقال رسوبات در کانالها و مجاری روباز، مخازن سدها و سواحل و بنادر مورد بررسی قرار می‌گیرد، از چند دیدگاه اهمیت دارد: الف) در هیدرولیک مجاری فرسایشی، داشتن دانش لازم و آشنایی با پدیده‌های موثر در انتقال رسوبات می‌تواند منجر به ارائه راهکارهای مناسب برای ساماندهی رودخانه‌ها، کنترل سیلاب، طراحی کانال‌های پایدار، طراحی مناسب آبیگرها و همچنین طراحی مناسب حوضچه‌های رسوبگیر در مسیر رودخانه‌ها شود. ب) برای انجام تخمین مناسب از حجم رسوب‌گذاری در مخازن سدها و همچنین طراحی راهکارهای مناسب رسوب‌زدایی آنها لازم است تا شناخت کاملی از ساز و کار انتقال رسوبات از حوضه‌های آبریز بالادست به مخزن و نحوه جابجایی رسوبات در مخزن و عوامل موثر بر آنها وجود داشته باشد. ج) در زمینه مهندسی سواحل و بنادر، کسب دانش مکانیک رسوب اولین گام در طراحی مناسب سازه‌های کنترل انتقال رسوب در دو راستای عمود و موازی ساحل، و سازه‌های حفاظت سواحل و بنادر و همچنین پیش‌بینی فرایند انتقال رسوب در سواحل و بنادر است. در این راستا مهمترین مسائلی که دنبال می‌شوند عبارتند از چگونگی شرایط تبادلی از لحاظ جابجایی رسوبات بسترهای فرسایشی، تخمین میزان گداز و برداشت رسوب، مطالعه و پیش‌بینی آبستگي در اطراف سازه‌های هیدرولیکی و تعیین پارامترهایی که بر این فرایندها موثرند. اغلب روابطی که تا کنون توسعه یافته‌اند براساس نتایج مطالعات آزمایشگاهی و یا میدانی بدست آمده‌اند. علت این موضوع را می‌توان در پیچیدگی‌های موجود در ساز و کار انتقال رسوب و پارامترهای موثر بر آن جستجو نمود. برای مثال اندرکش بین یک جریان آشفته (که خود با روابط تجربی-تحلیلی قابل محاسبه است) و یک مرز فرسایشی چیزی نیست که قابل شبیه‌سازی و پیش‌بینی با استفاده از معادلات ساده شده باشد. بنابراین در حد دانش امروز، انجام پیش‌بینی مذکور مستلزم استفاده از نتایج مطالعات تجربی می‌باشد که بخش‌هایی از کتاب حاضر نیز از این منابع اقتباس شده است. قسمت‌هایی از کتاب نیز حاصل تحقیقات و مطالعات نویسندگان است. مطالب کتاب به گونه‌ای ارائه شده‌اند که خواننده ابتدا با مفاهیم کلیدی و پایه آشنا شود و سپس به مفاهیم تخصصی‌تر اشاره می‌شود. اختصار و توجه به مطالب اصلی و پایه در این کتاب مدنظر بوده است، تا خواننده بتواند بدون مراجعه به منابع تفصیلی در این زمینه، یک برداشت کلی از مسائل مختلف مکانیک رسوب داشته باشد. بنابراین مطالعه این کتاب، مخاطبان عزیز را قادر می‌سازد تا مفاهیم را از قسمت‌های پایه شروع کرده و ضمن یادگیری آنها به توانایی در تحلیل مسائل تکمیلی در زمینه انتقال رسوب در آبراهه‌ها و مخازن سدها دست یابند.

نویسندگان لازم می‌دانند از خانم مهندس شهرزاد کاویانی به دلیل همکاری در بازخوانی و قالب‌بندی کتاب و از نشر نوآور به دلیل اهتمام در نشر کتب مهندسی آب قدردانی کنند. بدیهی است که کتاب حاضر عاری از اشکال نیست، لذا ضمن تشکر از توجه دقیق خوانندگان گرامی، خواهشمند است نظرات اصلاحی خود را به مولفین انتقال دهند.

فهرست مطالب

۶

فصل اول: مبانی مکانیک رسوب	۱۱
۱-۱- مقدمه	۱۱
۲-۱- ویژگیهای فیزیکی آب	۱۱
۱-۲-۱- چگالی آب	۱۲
۱-۲-۱- لزجت (گرانروی) آب	۱۲
۱-۲-۱- کشش سطحی آب	۱۲
۳-۱- ویژگیهای فیزیکی دانه رسوب	۱۲
۱-۳-۱- اندازه دانههای رسوب	۱۲
۲-۳-۱- دانه بندی مصالح رسوبی	۱۴
۳-۳-۱- شکل دانههای رسوب	۱۵
۴-۳-۱- چگالی دانههای رسوب	۱۵
۵-۳-۱- سرعت سقوط دانههای رسوب	۱۶
۶-۳-۱- چگالی کل مصالح رسوبی	۲۱
۴-۱- هیدرولیک جریان در آبراهه های روباز	۲۲
۵-۱- ساز و کار پخش و انتقال در جریان آشفته	۲۷
۶-۱- آستانه حرکت دانه رسوب	۳۱
۱-۶-۱- پارامترهای مؤثر بر آستانه حرکت ذرات رسوب	۳۷
۷-۱- آستانه حرکت مصالح سنگی	۴۲
فصل دوم: ساز و کارهای انتقال رسوب و تشکیل فرمهای بستر	۴۵
۱-۲- مقدمه	۴۵
۲-۲- ساز و کارهای انتقال رسوب	۴۶
۳-۲- فرمهای بستر	۴۷
۱-۳-۲- محاسبه ارتفاع و طول موج شکل های بستر	۵۲
۲-۳-۲- پیش بینی شکل بستر	۵۵
۳-۳-۲- مقاومت بستر در مقابل جریان در حضور شکل های بستر	۵۹
۴-۲- جریان و انتقال رسوب در قوس ها	۶۶
فصل سوم: انتقال رسوبات از جنس مصالح بستر	۷۳
۱-۳- مقدمه	۷۳
۲-۳- بار بستر	۷۵
۱-۲-۳- روابط قطعی محاسبه بار بستر	۷۶
۲-۲-۳- روابط احتمالاتی برای محاسبه بار بستر	۷۷
۳-۲-۳- عوامل مؤثر بر بار بستر	۸۳
۳-۳- بار معلق	۸۸
۴-۳- بار کل	۹۵
۵-۳- مقایسه روشهای مختلف برآورد بار رسوبی	۹۷
فصل چهارم: معادلات حاکم بر انتقال رسوب در بسترهای فرسایشی	۹۹

۹۹.....	۱-۴- مقدمه
۱۰۰.....	۲-۴- دسته‌بندی معادلات انتقال رسوب
۱۰۲.....	۳-۴- معادله پخش- انتقال غلظت رسوب
۱۰۶.....	فصل پنجم: رسوب‌گذاری در مخازن سدها
۱۰۶.....	۱-۵- مقدمه
۱۰۷.....	۲-۵- فرآیند رسوب‌گذاری در مخازن
۱۰۹.....	۳-۵- الگوهای توزیع رسوب در مخازن سدها
۱۱۱.....	۴-۵- پیش‌بینی نحوه توزیع رسوب در مخازن سدها
۱۱۲.....	۱-۴-۵- هیدروگرافی مخازن
۱۱۳.....	۲-۴-۵- مدلسازی فیزیکی و آزمایشگاهی
۱۱۳.....	۳-۴-۵- مدلسازی عددی
۱۱۴.....	۴-۴-۵- روشهای تجربی
۱۱۵.....	فصل ششم: سازوکارهای انتقال و روشهای تخلیه رسوب مخازن سدها
۱۱۵.....	۱-۶- مقدمه
۱۱۸.....	۲-۶- رسوب‌زدایی مخزن در زمان کم آبی رودخانه با عملیات شاس (فلاشینگ)
۱۲۰.....	۳-۶- رسوب‌زدایی با جریان سیلاب
۱۲۱.....	۴-۶- تخلیه جریان‌های غلیظ
۱۲۳.....	۵-۶- رسوب‌زدایی مخزن با روش هیدروساکشن
۱۲۴.....	۱-۵-۶- اجزاء مکانیکی و هیدرولیکی مورد استفاده در هیدروساکشن
۱۲۵.....	۲-۵-۶- پیشینه تاریخی استفاده از روش هیدروساکشن
۱۲۶.....	۳-۵-۶- طرح هیدرولیکی عملیات هیدروساکشن
۱۲۷.....	۴-۵-۶- امکان‌سنجی عملیات رسوب‌زدایی هیدروساکشن
۱۲۸.....	فصل هفتم: شبیه‌سازی انتقال و تخلیه رسوب در مخازن سدها
۱۲۸.....	۱-۷- مقدمه
۱۲۸.....	۲-۷- مدلسازی فیزیکی رسوب‌زدایی مخزن
۱۲۹.....	۳-۷- مدلسازی عددی رسوب‌زدایی مخزن
۱۳۰.....	۱-۳-۷- مدل‌های یک‌بعدی
۱۳۲.....	۲-۳-۷- مدل‌های دوبعدی
۱۳۴.....	۳-۳-۷- مدل‌های سه‌بعدی
۱۳۵.....	۴-۷- مطالعه موردی شبیه‌سازی عددی رسوب‌زدایی مخزن سد سفیدرود
۱۳۵.....	۱-۴-۷- معادلات حاکم بر مدل عددی مورد استفاده
۱۳۷.....	۲-۴-۷- نتایج شبیه‌سازی عددی رسوب‌زدایی مخزن سد سفیدرود
۱۳۹.....	فصل هشتم: انتقال رسوب در لوله‌ها و مجاری تحت فشار
۱۳۹.....	۱-۸- مقدمه و تعاریف
۱۴۲.....	۲-۸- سرعت بحرانی
۱۴۴.....	۳-۸- افت هد
۱۵۱.....	فهرست نشانه‌ها و نمادها
۱۵۷.....	منابع و مآخذ
۱۶۲.....	فرهنگ اصطلاحات فارسی به انگلیسی کتاب

فهرست شکلها

- شکل (۱-۱) ذره در حال سقوط در سیال و نیروهای وارد بر آن ۱۶
- شکل (۲-۱) دیاگرام آلبرتسون برای محاسبه ضریب دراگ بر حسب عدد رینولدز و فاکتور شکل ذره ۱۸
- شکل (۳-۱) دیاگرام محاسبه سرعت سقوط ذرات رسوب کوچکتر از ۱۰۰ میکرومتر در دماهای مختلف آب (فن راین، ۱۹۹۳) ۱۹
- شکل (۴-۱) دیاگرام محاسبه سرعت سقوط ذرات رسوب بزرگتر از ۱۰۰ میکرومتر در دماهای مختلف آب (فن راین، ۱۹۹۳) ۲۰
- شکل (۵-۱) نمای شماتیک میدان جریان دوبعدی ۲۲
- شکل (۶-۱) نمای شماتیک نواحی زیر لایه لزج، توزیع لگاریتمی سرعت و ناحیه انتقالی ۲۶
- شکل (۷-۱) نیروهای وارد بر ذره رسوب قرار گرفته در بستر ۳۳
- شکل (۸-۱) دیاگرام شیلدز برای محاسبه آستانه حرکت دانه‌های رسوب ۳۵
- شکل (۹-۱) نتایج بررسی‌های متقیین مختلف در ارتباط با آستانه حرکت ذرات رسوب (فن راین، ۱۹۹۳) ۳۶
- شکل (۱۰-۱) دیاگرام محاسبه تنش برشی بحرانی بر حسب قطر دانه‌های رسوب (فن راین، ۱۹۹۳) ۳۷
- شکل (۱۱-۱) دانه رسوب بر روی بستر صاف که در آن α برابر با صفر است ۳۹
- شکل (۱۲-۱) دانه رسوب بر روی بستر دارای شیب طولی برابر با α ۳۹
- شکل (۱۳-۱) دانه رسوب بر روی بستر دارای شیب عرضی برابر با β ۴۰
- شکل (۱۴-۱) مقایسه سرعت بحرانی با استفاده از روابط مختلف برای مصالح سنگی ۴۴
- شکل (۱-۲) موقعیت لایه‌های بار بستر و بار معلق ۴۷
- شکل (۲-۲) انتقال رسوب به شکل بار بستر و قبل از پیدایش شکل بستر در رژیم پایین جریان (بستر مسطح) ۴۸
- شکل (۳-۲) شکل بستر ریل در رژیم پایین جریان ۴۸
- شکل (۴-۲) نمایی از شکل بستر دیون و شیب‌های بالادست و پایین‌دست مرتبط به آن ۴۹
- شکل (۵-۲) شکل بستر دیون و ریل‌های شکل گرفته روی آن به همراه جوشش جریان در سطح آزاد در اثر رسیدن گردابه‌ها به سطح آزاد جریان (در رژیم پایین جریان) ۵۰
- شکل (۶-۲) شکل بستر دیون و جوشش جریان در سطح آزاد در اثر رسیدن گردابه‌ها به سطح آزاد جریان (انتهای رژیم پایین جریان) ۵۰
- شکل (۷-۲) شکل بستر مسطح که در اثر شسته شدن امواج دیون ایجاد می‌شود ۵۱
- شکل (۸-۲) شکل بستر آنتی دیون در رژیم جریان بالا ۵۱
- شکل (۹-۲) شکل بستر شوت و آبگیر در رژیم جریان بالا ۵۲
- شکل (۱۰-۲) دیاگرام طبقه‌بندی شکل بستر (فن راین، ۱۹۸۹) ۵۶
- شکل (۱۱-۲) دیاگرام طبقه بندی شکل بستر فن دن برگ و فن گلدن (۱۹۸۹) ۵۷
- شکل (۱۲-۲) دیاگرام طبقه بندی شکل بستر (انگلاند و هانسن، ۱۹۶۶) ۵۸
- شکل (۱۳-۲) دیاگرام طبقه بندی شکل بستر (سیمون و ریچاردسون، ۱۹۶۶) ۵۸

- شکل (۲-۱۴) تغییرات تنش برشی ناشی از زبری بستر و شکل بستر با سرعت جریان (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۵۹
- شکل (۲-۱۵) تغییرات تنش برشی و فشار در بستر جریان با شکل بستر دیون (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۶۰
- شکل (۲-۱۶) مقاومت در برابر جریان در اثر وجود شکل بستر (انیشتاین و بارباروسا، ۱۹۵۲)..... ۶۳
- شکل (۲-۱۷) تغییرات Θ با Θ' (انگلوند و هانسن، ۱۹۶۷)..... ۶۴
- شکل (۲-۱۸) ضریب شکل دیون γ_{dune} (ون‌راین، ۱۹۸۴)..... ۶۶
- شکل (۲-۱۹) نمای شماتیک آبراهه مثاندیری و مشخصات آن..... ۶۷
- شکل (۲-۲۰) سازوکار و نحوه پیشروی مثاندیر..... ۶۹
- شکل (۲-۲۱) نحوه شکل‌گیری دریاچه رها شده اوکسبا..... ۷۰
- شکل (۲-۲۲) شکل‌گیری جریان سه‌بعدی هلیکالی در قوس آبراهه‌ها (گرف، ۱۹۸۵)..... ۷۱
- شکل (۲-۲۳) نمای شماتیک بالآمدگی آب در قوس بیرونی خم آبراهه..... ۷۲
- شکل (۳-۱) نمای بالای کانال‌های همگرا و واگرا..... ۷۴
- شکل (۲-۲۴) فرم دیانگرمی روابط قطعی بار بستر (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۷۸
- شکل (۳-۳) احتمال فرسایش مصالح رسوبی بر حسب پارامتر شیلدز مؤثر (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۸۰
- شکل (۳-۴) محاسبه انتگرال‌های I_1 و I_2 (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۸۲
- شکل (۳-۵) اثر اندازه دانه‌های رسوب بر دوی نرخ بار بستر (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۸۳
- شکل (۳-۶) شیب‌های رو به بالا و پایین و علامت‌های منفی و مثبت در رابطه (۳-۲۹)..... ۸۵
- شکل (۳-۷) ضریب اصلاحی بار بستر برای شیب طولی (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۸۶
- شکل (۳-۸) نسبت بار بستر در راستای طولی و عرضی (فن‌راین، ۱۹۹۲)..... ۸۷
- شکل (۳-۹) نمای شماتیک پروفیل‌های سرعت، غلظت رسوب و حاصلضرب..... ۸۹
- شکل (۳-۱۰) تأثیر پارامتر تعلیق بر پروفیل غلظت رسوب در عمق (وانومی، ۱۹۴۶)..... ۹۱
- شکل (۳-۱۱) تأثیر پارامتر تعلیق بر پروفیل غلظت رسوب در عمق (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۹۲
- شکل (۳-۱۲) تقسیم عمق جریان به اجزاء عمق و پروفیل‌های سرعت و غلظت رسوب..... ۹۴
- شکل (۳-۱۳) محاسبه پارامتر F در رابطه بار معلق (فن‌راین، ۱۹۹۳)..... ۹۵
- شکل (۵-۱) نمای شماتیک رسوب‌گذاری در مخزن سد..... ۱۰۸
- شکل (۵-۲) مراحل رسوب‌گذاری در مخزن..... ۱۰۸
- شکل (۵-۳) الگوی رسوب‌گذاری دلتایی..... ۱۱۰
- شکل (۵-۴) الگوی رسوب‌گذاری نواری..... ۱۱۰
- شکل (۵-۵) الگوی رسوب‌گذاری گوه‌ای..... ۱۱۱
- شکل (۵-۶) الگوی رسوب‌گذاری یکنواخت..... ۱۱۱
- شکل (۶-۱) نمای شماتیک شاس تحت فشار از طریق تخلیه‌کننده‌های عمقی..... ۱۱۹
- شکل (۶-۲) نمای شماتیک تخلیه جریان سیلاب حاوی مقادیر زیاد رسوبات..... ۱۲۱
- شکل (۶-۳) نمای شماتیک تخلیه جریان غلیظ از دریچه‌های تحتانی سد..... ۱۲۳
- شکل (۸-۱) نمای شماتیک شکل انتقالی شبه همگن..... ۱۴۰
- شکل (۸-۲) نمای شماتیک شکل انتقالی ناهمگن..... ۱۴۰

- شکل (۳-۸) نمای شماتیک شکل انتقالی بستر متحرک ۱۴۱
- شکل (۴-۸) نمای شماتیک شکل انتقالی بستر ثابت - متحرک ۱۴۱
- شکل (۵-۸) افت هد در مجاری با جریان حاوی رسوب بر حسب سرعت جریان که با منحنیهای هم غلظت رسوب مشخص می شود (دوراند، ۱۹۵۳) ۱۴۳
- شکل (۶-۸) تغییرات F_L با قطر ذرات رسوب بر حسب غلظت رسوبات معلق در مجرای تحت فشار (دوراند، ۱۹۵۳) ۱۴۴
- شکل (۷-۸) دیاگرام مودی برای محاسبه ضریب افت اصطکاکی در مجرا با جریان صاف ۱۴۵
- شکل (۸-۸) افت فشار در مجاری برای قطر مصالح ۰/۴۴ میلیمتری (دوراند، ۱۹۵۳) ۱۴۶
- شکل (۹-۸) افت فشار در مجاری برای قطر مصالح ۲/۰ میلیمتری (دوراند، ۱۹۵۳) ۱۴۷
- شکل (۱۰-۸) دیاگرام دوراند برای محاسبه افت هد اصطکاک اضافی (دوراند، ۱۹۵۳) ۱۴۸
- شکل (۱۱-۸) دیاگرام دوراند (۱۹۵۳) برای محاسبه افت اصطکاک اضافی برای دو نوع ماده معلق در جریان ۱۴۹
- شکل (۱۲-۸) دیاگرام دوراند (۱۹۵۳) برای محاسبه افت اصطکاک اضافی برای دو نوع پوشش مجرا ۱۵۰

فهرست جدولها

- جدول (۱-۱) تغییرات چگالی آب در دماهای مختلف ۱۲
- جدول (۲-۱) تغییرات لزجت سینماتیک آب در دماهای مختلف ۱۲
- جدول (۳-۱) طبقه بندی دانه‌های رسوب بر حسب اندازه‌شان، توسط مرکز ژئوفیزیک ایالات متحده ۱۳
- جدول (۴-۱) ρ_0 و β بر حسب شرایط مختلف بهره‌برداری از مخزن سد و جنس مصالح رسوبی ۲۲
- جدول (۵-۱) ρ_0 بر حسب شرایط بهره‌برداری از مخزن سد یا مصالح رودخانه‌ای و جنس مصالح رسوبی ۲۲
- جدول (۶-۱) اثر چسبندگی بر روی سرعت بحرانی ۴۲
- جدول (۱-۴) معادلات حاکم بر میدان جریان و انتقال رسوب از نظر ابعاد مسئله ۱۰۲
- جدول (۱-۵) حجم ذخیره، میزان نیروی برقابی تولیدی و اتلاف حجم مخزن در اثر رسوبگذاری در سدهای بزرگ جهان ۱۰۷

فصل اول

مبانی مکانیک رسوب

۱-۱- مقدمه

در آغاز بحث مکانیک و انتقال رسوب لازم است تا ویژگیهای آب، دانههای رسوب، میدان جریان و همچنین اندرکنش دانههای رسوب و هیدرولیک جریان مورد مطالعه قرار گیرند. در ابتدای این فصل به این موارد اشاره شده است و در انتهای فصل نیز موضوع آستانه حرکت ذرات رسوب، به دلیل اهمیت ویژه آن مورد بحث قرار می‌گیرد. در واقع آستانه حرکت ذره را می‌توان شروع اندرکنش جدی بین میدان جریان و ذرات رسوب دانست که در بسترهای فرسایشی رخ می‌دهد. پس از شروع حرکت دانه رسوب، شکلهای انتقالی بار بستر و بار معلق و اندرکنش این دو حالت انتقالی، در محل لایه فعال بار بستر رخ می‌دهند. در حال حاضر در مطالعه و بررسی تحلیلی سازوکارها و عوامل مؤثر بر انتقال رسوب، به دلیل ماهیت پیچیده مسئله و عدم شناخت کافی از این پدیده، از نتایج مطالعات آزمایشگاهی- تجربی برای بررسی و شناسایی آستانه حرکت دانههای رسوب استفاده می‌شود.

۱-۲- ویژگیهای فیزیکی آب

۱-۲-۱- چگالی آب^۱: یکی از مهمترین ویژگیهای آب و نشان‌دهنده جرم آب در واحد حجم است. این کمیت در کتاب حاضر با نماد ρ نشان داده شده و واحد آن نیز kg/m^3 است. چگالی آب در دماهای مختلف تغییر کرده و همانطور که در جدول (۱-۱) آمده است بطور کلی با افزایش دما چگالی آب کاهش می‌یابد. با این وجود به دلیل آنکه این تغییرات بسیار ناچیز هستند، در محاسبات مربوط به انتقال رسوب از این تغییرات صرف‌نظر شده و چگالی آب برابر با 1000 kg/m^3 در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۱-۱) تغییرات چگالی آب در دماهای مختلف

دما (درجه سانتی گراد)	۰	۴	۱۲	۱۶	۲۱	۳۲
چگالی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۹۹۹/۸۷	۱۰۰۰	۹۹۹/۵	۹۹۹	۹۹۸	۹۹۵

۱-۲-۲- لزجت (گرانروی) آب^۱: به دو صورت لزجت دینامیکی، μ ، (معمولاً بر حسب Ns/m^2) و لزجت سینماتیکی، ν ، (معمولاً بر حسب m^2/s) در نظر گرفته می‌شود. لزجت دینامیکی آب به عنوان ضریب تناسب گرادیان سرعت و تنش برشی در جریان‌های لایه‌ای شناخته می‌شود که رابطه آن به شکل زیر است:

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y} \quad (1-1)$$

لزجت‌های دینامیکی و سینماتیکی با رابطه $\nu = \mu/\rho$ با یکدیگر نسبت دارند و هر دو به شکل معنی‌داری تابع درجه حرارت محیط هستند. نحوه این تغییرات در جدول (۱-۲) آمده است.

جدول (۲-۱) تغییرات لزجت سینماتیک آب در دماهای مختلف

دما (درجه سانتیگراد)	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
لزجت سینماتیکی آب (متر مربع بر ثانیه) تقسیم بر 10^{-6}	۱/۷۹	۱/۵۲	۱/۳۱	۱/۱۴	۱/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۷۲
								۰/۶۵

۱-۲-۳- کشش سطحی آب: یکی از ویژگی‌های فیزیکی آب و در واقع بیان‌کننده نیرویی است که باید بر واحد طول سطح آب وارد شود تا آن را از هم گسیخته نماید. کشش سطحی آب در فشار اتمسفریک و برای آب در مجاورت هوا برابر با $۰/۰۷۲۴$ نیوتن بر متر است. تغییرات این کمیت عمدتاً ناچیز و قابل اغماض است.

۱-۳-۳- ویژگی‌های فیزیکی دانه رسوب

مهمترین ویژگی‌های دانه رسوب که در بحث مکانیک رسوب اثرگذارند، عبارتند از: اندازه دانه‌ها، شکل دانه‌ها، چگالی دانه‌ها، سرعت سقوط دانه‌ها و تخلخل که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد.

۱-۳-۱- اندازه دانه‌های رسوب

یکی از مهمترین ویژگی‌های مصالح رسوبی است که بطور معنی‌داری بر روی آستانه حرکت دانه رسوب اثر می‌گذارد. جدول (۱-۳) طبقه‌بندی رسوبات را که توسط مرکز ژئوفیزیک ایالات