بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

بخش مهندسی آب

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی سازه های آبی

ارزیابی ضریب اطمینان و پایداری شیروانیهای سد رودخانه شور بااستفاده از نرم افزار PLAXIS

مؤلف :

سارا میرزایی پارسا

استاد راهنما :

دکتر شهرام کریمی

استاد مشاور :

دکتر محمد ذونعمت کرمانی

دی ماه۱۳۹۳

تقدیم به:

اسوه های صداقت، پاکی و عطوفت، پدر و مادر بزرگوارم

تشکر و قدردانی:

انجام این تحقیق علمی بدون راهنمایی و تلاش قابل تقدیر استاد راهنمای گرانقدر جناب آقای دکتر کریمی امکان پذیر نبود. پیگیری ها و کمک های دلسوزانه ایشان در این مسیر بسیار ستودنی است. از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر ذونعمت که به عنوان استاد مشاور نقش بزرگی در به ثمر رسیدن این کار علمی داشتند، صمیمانه سپاسگزارم. همچنین سایر اساتید بخش مهندسی آب که در زمینه های مختلف علمی راهگشای این مسیر بوده اند، کمال تشکر و قدردانی دارم.

از مساعدت آقای مهندس صحرانورد از کارکنان مس سرچشمه و راهنمایی های ارزنده آقای مهندس سلطانی که ما را در این راه یاری نموده اند تشکر و قدردانی می نمایم.

درآخر از پدرو مادر بزرگوارم که همواره در طول تحصیل مشوق اصلی من بوده اند سپاسگزاری می نمایم. امیدوارم که با انجام این تحقیق گامی هر چند کوچک در راستای اعتلای علمی این مرز و بوم برداشته باشم.

چکیده:

امروزه سدها نقش مؤثری در توسعه صنعت آب دارند. در کشور ما سدهای زیادی ساخته شده که عمده آنها سدهای خاکی و پاره سنگی می باشند. کنترل ایمنی و پایداری سدهای خاکی از نظر امنیت اجتماعی و اقتصادی، از اهمیت بسزایی در دوره بهره برداری برخوردار است. برای این منظور، پس از ساخت سدهای خاکی پارامترهای فیزیکی مهمی در آنها اندازه گیری می شوند که از مهمترین آنها، پایداری شیروانی های آنهاست. آنچه در این نوشتار ارائه می شود، آنالیز استاتیکی سد هسته آسفاتی رودخانه شور با استفاده از روش المان محدود می باشد. در این تحقیق برای شبیه سازی رفتار سد از نرم افزار PLAXIS که یک نرم افزار قدرتمند بر پایه روش المان محدود می باشد برای محاسبه ضریب اطمینان شیروانی های سد رودخانه شور استفاده شده است. هچنین مبانی مربوط به مدل موهر- کلمب، المان محدود و روش phi-c Reduction نیز به کار برده شده است سپس مدل دو بعدی از ۹ مقطع سد با استفاده ازاین نرم افزار مورد تحلیل قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده شیروانی های سد رودخانه شور،از پایداری مناسبی در مقابل لغزش برخوردار هستند.

کلمات کلیدی: سد هسته آسفاتی، پایداری شیروانی، سدرودخانه شور، المان محدود، نرم افزارPLAXIS

فهرست مطالب:

عنوان **صفحه**

فصل اول- کلیات صفحات ۱ تا ۱۳

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱تعریف سد ۲

۱-۱-۲ سدهای خاکی ۲

۱-۱-۳ سدهای هسته آسفالتی ۳

۱-۲- اجزای سد خاکی با هسته آسفالتی ۴

۱-۳- روشهای ساخت هسته آسفالتی ۵

۱-۳-۱- روش BMM ۵

۱-۳-۲- روش CMC ۵

۱-۳-۳- روش CBC ۵

۱-۳-۴- روش FACC ۶

۱-۳-۵- روش DACC ۶

۱-۴- مراحل اجرای سد خاکی با هسته آسفالتی ۸

۱-۴-۱- بچینگ پلنت هسته آسفالتی ۸

۱-۴-۲- تجهیزات پخش کننده آسفالت هسته ۹

۱-۵- اهمیت موضوع ۱۱

۱-۶- هدف تحقیق ۱۲

۱-۷- چارچوب کلی تحقیق ۱۳

فصل دوم- مروری بر سابقه تحقیق صفحات ۱۴ تا ۳۰

۲-۱- مقدمه ۱۵

۲-۲- روابط و پارامترهای مرتبط باپایداری و ضریب اطمینان شیروانی ها ۱۵

۲-۲-۱- مدل موهرکلمب ۱۵

۲-۲-۲- مدول یانگ ۱۶

۲-۲-۳- نسبت پوآسن ۱۷

۲-۲-۴- چسبندگی ۱۸

۲-۲-۵- زاویه اصطکاک ۱۸

۲-۲-۶- زاویه اتساع ۱۸

۲-۳- روش المان محدود و کاربرد آن ۱۹

۲-۳-۱- مروری بر روش المان محدود ۱۹

۲-۳-۲- ویژگی های اصلی المان محدود ۲۰
۲-۳-۳- نرم افزار المان محدود ۲۱
۲-۳-۴- روش المان محدود در خاک ۲۲
۲-۴- فاز محاسباتی Phi-c Reduction ۲۴
۲-۵- مروری بر مطالعات گذشته ۲۵
فصل سوم- مواد و روشها صفحات ۳۱ تا ۵۴
۳-۱- مقدمه ۳۲
۳-۲- معرفی نرم افزار PLAXIS ۳۲
۳-۲-۱- قابلیت های کلیدی نرم افزار ۳۳
۳-۲-۲- واحدها و علامت ها ۳۴
۳-۲-۳- فراخوانی فایل ها ۳۵
۳-۲-۴- روند وارد کردن داده ها ۳۶
۳-۲-۵- ورودی برنامه ۳۶
۳-۲-۶- المان ها ۳۷
۳-۲-۷- شرایط تکیه گاهی استاندارد ۳۹
۳-۲-۸- منوی Materails ۴۰
۳-۲-۹- مدلسازی رفتار خاک ۴۱
۳-۲-۱۰- مدل الاستیک خطی ۴۳
۳-۲-۱۱- نوع رفتار ماده ۴۳
۳-۲-۱۲- تعریف مشخصات خاک ۴۵
۳-۳- فاز محاسبات ۴۷
۳-۱-۳- معرفی فازهای محاسباتی ۴۸
۳-۴- برنامه خروجی ۴۹
۳-۵- سد هسته آسفالتی رودخانه شور ۵۰
۳-۵-۱- معرفی سد ۵۱
۳-۶- مراحل ساخت سد ۵۳
۳-۶-۱- کانال و لوله انحراف ۵۳
۳-۶-۲- فراز بند ۵۳
۳-۶-۳- آماده سازی فونداسیون و ساخت پلینت ۵۳
۳-۶-۴- حفاری و تزریق ۵۴

فصل چهارم- مدلسازی و نتایج صفحات ۵۵ تا ۹۳

۴-۱- مقدمه ۵۶
۴-۲- علل ناپایداری شیروانی ها ۵۶
۴-۳- روش های پایدار سازی شیروانی های ناپایدار ۵۷
۴-۳-۱- تغییر دادن هندسه شیروانی ۵۸
۴-۳-۲- زهکشی ۵۸
۴-۳-۳- کشت گیاه ۵۹
۴-۳-۴- دیوارهای حائل و سازه های مشابه ۵۹
۴-۳-۵- شمع ها و سپرها ۶۰
۴-۳-۶- تقویت زمین ۶۰
۴-۳-۷- تزریق ۶۰
۴-۴- انتخاب نوع روش پایدارسازی ۶۱
۴-۴-۱- شیروانی های خاکی ۶۱
۴-۴-۲- شیروانی های سنگی ۶۲
۴-۵- مراحل مدلسازی سد در نرم افزار PLAXIS ۶۲
۴-۵-۱- ورودی ها ۶۳
۴-۵-۲- محاسبات ۶۶
۴-۵-۳- نتایج ۶۷
۴-۵-۳-۱- رسم هندسی مدل ۶۷
۴-۵-۳-۲- تعریف کلاسترها ۶۸
۴-۵-۳-۳- مش بندی ۷۱
۴-۵-۳-۴- اعمال شرایط اولیه و مرزی ۷۲
۴-۵-۳-۵- تعریف فازهای محاسباتی ۷۳
۴-۵-۴- خروجی ها ۷۴
۴-۶- تحلیل و مقایسه مقاطع ۲۵۰+۰ و ۳۰۰+۰ ..... ۷۵
۴-۶-۱- بررسی وضعیت جابجایی ها در حالت مخزن خالی ۷۵
۴-۶-۲- تحلیل وضعیت جابجایی ها در حالت مخزن پر ۸۰
۴-۶-۳- بررسی وضعیت تنش ها در حالت مخزن خالی ۸۳
۴-۶-۴- بررسی وضعیت تنش ها در حالت مخزن پر ۸۶

فصل پنجم- بحث و نتیجه گیری صفحات۹۴ تا ۹۷

۵-۱- مقدمه ۹۵
۵-۲- نتایج ۹۵
۵-۳- پیشنهادات ۹۶
منابع مورد استفاده ۹۷

فهرست شکل ها

شکل (۱-۱): سدخاکی با هسته آسفالتی ۴
شکل (۱-۲): ماشین مخصوص ریختن و پخش آسفالت ۶
شکل (۱-۳): کوبیدن‌لایه‌های‌آسفالت وفیلترمجاورآن با غلطک‌های ارتعاشی ۷
شکل (۱-۴): بارگیری مصالح آسفالت و فیلتر به دستگلاه پخش کننده آسفالت..... ۷
شکل (۱-۵): بچینگ پلنت در نزدیکی پایاب سد ۸
شکل (۱-۶): دستگاه پخش کننده آسفالت و نحوه اجرای آسفالت ۹
شکل (۱-۷): پخش نمودن ماستیک آسفالت بر روی بتن آب بندکف ۱۰
شکل (۲-۱): تعریف E_o , E_{50} برای نتایج آزمایش سه محوری زهکشی شده ۱۷
شکل (۲-۲): سطح تسلیم خاک در مدل موهر کلمب..... ۱۸
شکل (۲-۳): تیر تحت بار محوری ۲۰
شکل (۲-۴): الگوریتم فاز محسباتی Phi-c Reduction..... ۲۵
شکل (۳-۱): تنش های وارد بر یک المان بر اساس مختصات دکارتی..... ۳۵
شکل (۳-۲): ایجاد پروژه جدید در PLAXIS..... ۳۶
شکل (۳-۳): تنظیمات پنجره General Settings در PLAXIS..... ۳۷
شکل (۳-۴): تنظیمات پنجره General Settings در PLAXIS ۳۷
شکل (۳-۵): مقایسه بین المان ۱۵ گرهی و ۶ گرهی..... ۳۸
شکل (۳-۶): نمایش کلاسترها در PLAXIS..... ۳۹
شکل (۳-۷): تصویر قیود تکیه گاهی در PLAXIS..... ۴۰
شکل (۳-۸): تصویر صفحه ورودی منوی Materials ۴۱
شکل (۳-۹): تصویر صفحه مدل موهر کلمب در PLAXIS..... ۴۲
شکل (۳-۱۰): پنجره پارامترها در مدل موهر کلمب در PLAXIS..... ۴۲
شکل (۳-۱۱): تصویر صفحه Advanced ۴۴
شکل (۳-۱۲): تصویر لایه های مختلف خاک در PLAXIS ۴۵
شکل (۳-۱۴): مش بندی شبکه در PLAXIS ۴۶
شکل (۳-۱۵): تصویر صفحه water pressure generation در PLAXIS ۴۷
شکل (۳-۱۶): تصویر خطوط جریان در نرم افزار PLAXIS ۴۷
شکل (۳-۱۷): تصویر فاز محاسباتی در نرم افزار PLAXIS ۴۸
شکل (۳-۱۸): تصویر تغییر شکل در بدنه سد ۴۹
شکل (۳-۱۹): نمایش تنش در قسمت های مختلف سد ۴۹
شکل (۳-۲۰): نمای شماتیک سدخاکی با هسته بتن آسفالتی ۵۰
شکل (۳-۲۱): موقعیت سد رودخانه شور درشهرستان رفسنجان واقع درکرمان ۵۲
شکل (۳-۲۲): نقشه راه های دسترسی به شهرستان رفسنجان و سد رودخانه شور ۵۲

شکل (۳-۲۳): تصویر ماهواره ای از سد رودخانه شور ۵۳
شکل (۳-۲۴): آرایش مقاطع عرضی در مقطع طولی سد رودخانه شور ۵۴
شکل (۴-۱): نقشه اتوکد مقطع ۵۰+۰ ..... ۶۷
شکل (۴-۲): مدل هندسی مقطع ۵۰+۰ سد رودخانه شور ۶۸
شکل (۴-۳): خاک ها و کلاسترها در مقطع ۱۵۰+۰ ..... ۶۸
شکل (۴-۴): کلاسترهای بدنه سد رودخانه شور ۶۹
شکل (۴-۵): کلاسترهای تاج سد ردخانه شور ۶۹
شکل (۴-۶): معرفی کلاسترها ۷۰
شکل (۴-۷): مدل مش بندی شده سد رودخانه شور (مقطع ۵۰+۰) ۷۱
شکل (۴-۸): اعمال‌شرایط‌مرزی-سدرودخانه شوردرحالت مخزن‌خالی (مقطع۵۰+۰) .. ۷۲
شکل (۴-۹): اعمال فشار آب- سد رودخانه شور در حالت مخزن پر (مقطع ۵۰+۰) ۷۲
شکل (۴-۱۰): توزیع تنش مؤثر در حالت مخزن خالی (مقطع ۵۰+۰) ۷۳
شکل (۴-۱۱): توزیع تنش مؤثر در حالت مخزن پر (مقطع ۵۰+۰) ۷۳
شکل (۴-۱۲): تعریف فاز محساباتی در PLAXIS ۷۴
شکل (۴-۱۳): مقطع AA` در مقطع ۲۵۰+۰ ..... ۷۶
شکل (۴-۱۴): مقطع AA` در مقطع ۳۰۰+۰ ..... ۷۶
شکل (۴-۱۵): جابجایی افقی مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن خالی ۷۷
شکل (۴-۱۶): جابجایی افقی مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن خالی ۷۷
شکل (۴-۱۷): جابجایی قائم مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن خالی ۷۸
شکل (۴-۱۸): جابجایی قائم مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن خالی ۷۸
شکل (۴-۱۹): جابجایی نهایی مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن خالی ۷۹
شکل (۴-۲۰): جابجایی نهایی مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن خالی ۷۹
شکل (۴-۲۱): جابجایی افقی مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۰
شکل (۴-۲۲): جابجایی افقی مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۰
شکل (۴-۲۳): جابجایی قائم مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۱
شکل (۴-۲۴): جابجایی قائم مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۱
شکل (۴-۲۵): جابجایی نهایی مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۲
شکل (۴-۲۶): جابجایی نهایی مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۲
شکل (۴-۲۷): توزیع تنش افقی در مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن خالی ۸۳
شکل (۴-۲۸): توزیع تنش افقی در مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن خالی ۸۴
شکل (۴-۲۹): توزیع تنش افقی در مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن خالی ۸۴
شکل (۴-۳۰): توزیع تنش افقی در مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن خالی ۸۵
شکل (۴-۳۱): توزیع تنش کل در مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن خالی ۸۶

شکل (۴-۳۲): توزیع تنش کل در مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن خالی ۸۶
شکل (۴-۳۳): توزیع تنش قائم در مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن پر..... ۸۷
شکل (۴-۳۴): توزیع تنش قائم در مقطع ۲۵۰+۰ در حالت مخزن پر..... ۸۷
شکل (۴-۳۵): توزیع تنش قائم در مقطع ۳۰۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۸
شکل (۴-۳۶): توزیع تنش نهایی در مقطع ۵۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۸
شکل (۴-۳۷): توزیع تنش نهایی در مقطع ۱۰۰+۰ در حالت مخزن پر ۸۹
شکل (۴-۳۸): توزیع تنش نهایی در مقطع ۱۵۰+۰ در حالت مخزن پر..... ۸۹

فهرست جداول

جدول (۳-۱): واحدها در نرم افزار PLAXIS ۳۴
جدول (۴-۱): پارامترهای مکانیکی خاک در شرایط UU..... ۷۰
جدول (۴-۲): پارامترهای مکانیکی خاک در شرایط CU..... ۷۱
جدول (۴-۳): مقادیر ضرایب اطمینان در دو حالت مخزن پر و خالی ۷۴

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

امروزه سدهای بزرگ اعم از خاکی یا بتنی از مهمترین سازه های آبی به شمار می روند که در تأمین آب مورد نیازجوامع انسانی نقش اساسی را ایفا میکنند. بنابراین پایداری سدها به ویژه در دهه های اخیر مورد توجه خاص مهندسین طراح سدهای خاکی و بتنی بوده است. طبیعت متفاوت سازندهای طبیعی در محل احداث سدهای خاکی از یک طرف و رفتار پیچیده مصالح خاکی سد از طرف دیگر ارزیابی کمی و کیفی پارامترهای رفتاری خاک را ضروری می نماید.

کنترل مستمر ایمنی و پایداری سدهای خاکی در حین ساخت و اولین آبگیری و نیز در زمان بهره برداری از اهمیت بسزایی برخوردار است.
امروزه سدهای بزرگ اعم از خاکی یا بتنی از مهم ترین سازه های آبی به شمار می روند که در تأمین آب مورد نیاز جوامع انسانی نقش اساسی را ایفا می کنند از این رو بررسی رفتاری و نظارت های دراز مدت سدها، از اولویت و اهمیت ویژه ای برخوردارند زیرا شکست یک سد نه تنها سرمایه صرف شده برای ساخت آن را نابود می کند بلکه حجم هنگفتی از آب نیز به صورت اتلاف رها می شود که خسارت مالی و تلفات جانی آن نیز غیرقابل پیش بینی و پیشگیری نیست.

۱-۱-۱- تعریف سد

سد سازه ای است که در عرض رودخانه ساخته می شود تا یک مخزن دربالا دست رودخانه برای محبوس نمودن آب به وجود آورد. آب ذخیره شده در یک مخزن برای اهداف گوناگون از جمله آبیاری، کاربردهای شهری و صنعتی، تولید برق و استفاده های تفریحی مورد استفاده قرار می گیرد(شمسایی،۱۳۸۳). سدها را می توان بر اساس مصالح بدنه به سدهای خاکی، سدهای سنگریز، سدهای بتنی تقسیم بندی کرد.

۱-۱-۲- سدهای خاکی

سدهای خاکی سدهایی هستند که بخش عمده مصالح آنها را خاک یا سنگریزه تشکیل می دهد. سدهای خاکی را می توان به

- سدهای خاکی با هسته رسی
- سدهای خاکی با هسته بتنی
- سدهای خاکی با هسته آسفالتی

تقسیم بندی نمود.

۱-۱-۳- سدهای هسته آسفالتی

معمولترین نوع سدهای خاکی، سدهای با هسته رسی آب بند می باشند، اما بعضاً وجود برخی مشکلات در اجرای این گونه سدها، از جمله کمبود منابع طبیعی رسی و یا عدم امکان اجرای هسته رسی شامل ریختن و کوبیدن مصالح رسی در رطوبت بهینه در مناطق مرطوب یا نواحی سرد کوهستانی سبب گردید که انواع دیگری از عناصر آب بند در سدهای خاکی از جمله روکش آسفالتی و هسته آسفالتی مورد توجه قرار بگیرد. احداث سدهای خاکی با هسته آسفالتی به سبب روش اجرای نسبتاً ساده و ویژگی های خاص خود از جمله خواص ویسکو-پلاستیک مصالح آسفالتی و نیز قابلیت اجرای آن در شرایط مختلف آب و هوایی از سال ۱۹۷۰ به بعد توسعه فراوانی یافته است. تا کنون تعداد زیادی از این نوع سدها با ارتفاع های بلند و حتی بیشتر از۱۰۰ متر در نقاط مختلف جهان طراحی و اجرا شده اند که گزارش های منتشر شده از رفتار سنجی و ثبت مشاهدات آنها پس از آبگیری، بیانگر عملکرد خوب آب بندی مناسب این گونه سدها در زمان بهره برداری است.

در حال حاضر تعداد زیادی از سدهای با هسته آسفالتی متراکم شده و با ارتفاع های مختلف در نقاط مختلف جهان ساخته شده اند که تعداد آنها به ۱۰۷ مورد رسیده است. مطابق آمار ارائه شده، کشورهای چین، آلمان و نروژ دارای بیشترین تعداد سد از نوع هسته آسفالتی میباشند. همچنین در بین سدهای با هسته آسفالتی احداث شده تا سال ۲۰۰۸ میلادی، بزرگترین طول تاج مربوط به سد ماوپینگ اکسی (باطول تاج ۱۸۴۰ متر) در کشور چین و بلندترین ارتفاع متعلق به سد استورگلوم واتن (با ارتفاع۱۲۸ متر) در کشور نروژ است. سد میجران اولین سد هسته آسفالتی در ایران است که با ارتفاع ۵۲ متر و طول تاج ۱۸۶ متر، در سال ۲۰۰۴ میلادی در شهر رامسر تکمیل شد. پس از آن سد میدوک با ارتفاع ۴۳ متر و طول تاج ۲۵۰ متر در سال ۲۰۰۶ در شهر بابک واقع در استان کرمان ساخته شد. سد رودخانه شور نیز با ارتفاع ۸۰ متر و طول تاج ۴۵۰ متر در شهر سرچشمه واقع در استان کرمان احداث شده است.

اصل به کارگیری هسته های آسفالتی در سدها بر آببند بودن و رفتار الاستوپلاستیک آسفالت استوار است. این مشخصه مانع از بروز ترک در هسته تحت اثر تغییر شکل خاکریز شده و لذا نفوذناپذیری هسته در مقابل آب تحت تغییر شکل های متداول تأمین میگردد. به طور کلی ویژگی ها و خواص عمده هسته آسفالتی را می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

- انعطاف پذیری و قابلیت شکل پذیری هسته های آسفالتی مانع از بروز ترک گردیده و آب بندی هسته را در تمام مراحل تغییر شکل سد حفظ میکند.
- آسفالت ساخته دست بشر بوده و در مقایسه با مصالح طبیعی خواص کنترل شده تری دارد و در مواردی که مصالح آب بند و نفوذناپذیر طبیعی وجود نداشته باشد می تواند تأمین کننده نیازهای طرح باشد.
- اجرای هسته آسفالتی شامل ریختن و تراکم این مصالح در مقایسه با هسته خاکی، حساسیت خیلی کمتری نسبت به تغییرات شرایط آب و هوایی نشان داده و مستقل از آن می باشد. این مشخصه باعث گسترش فصل عملیات اجرایی بخصوص برای ساختگاه های واقع در نواحی سرد کوهستانی و یا نواحی با بارندگی بالا گردیده به طوری که امکان عملیات خاکریزی پیوسته در دوره بارندگی و پس از را آن

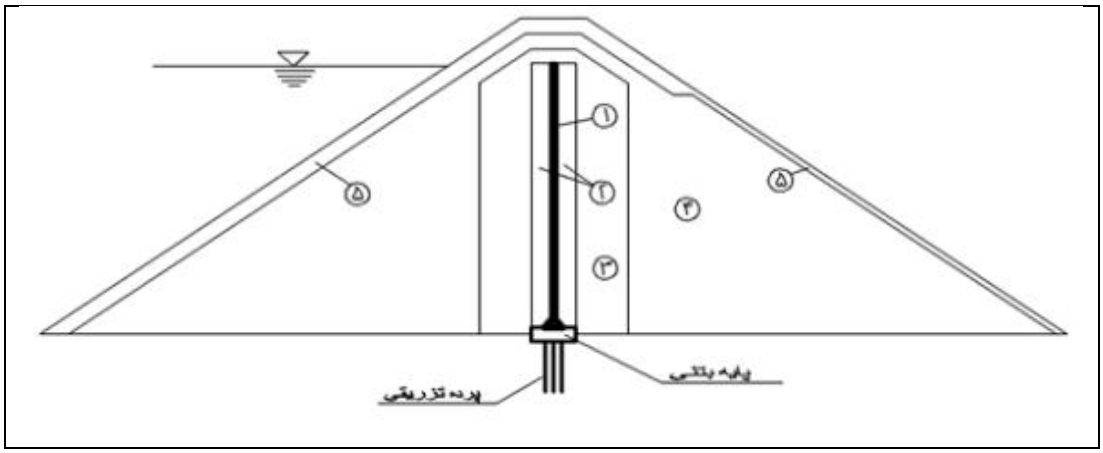
فراهم می آورد. این در حالی است که در سدهای خاکی با هسته رسی، عملیات اجرایی وابسته به سرعت خاکریزی هسته بوده که به شدت تحت تأثیر بارندگی قرار میگیرد و نه تنها در مدت بارندگی متوقف میگردد بلکه ادامه کار منوط به گذشت مدت زمانی خشک از خاتمه بارندگی می باشد.

- آسفالت مصالحی آب بند و غیر قابل نفوذ می باشد. همچنین در مقابل فرسایش مقاوم بوده و نیز خواص خود را به مرور زمان از دست نمی دهد.

مخلوط آسفالتی به واسطه داشتن خواص الاستو پلاستیک دارای قابلیت خود ترمیمی می باشد. لذا به هنگام بروز ترک در دیواره هسته آسفالتی، این خاصیت سبب مسدود شدن ترک ها میگردد و آب بندی هسته حفظ میشود. بنابر این استفاده از این مصالح در جاهایی که امکان بروز نشست های نامتقارن و ایجاد ترک وجود دارد مناسب میباشد.

۱-۲- اجزای سد خاکی با هسته آسفالتی

شکل (۱-۱) نمونه ای از مقطع تیپ سدهای خاکی با هسته آسفالتی را نشان می دهد.



شکل(۱-۱): سدخاکی باهسته آسفالتی

بخش های مختلف سدهای مذکور عبارتند از:

بخش ۱ : هسته آسفالتی با ضخامت معمولا بین نیم تا یک متر (حدود یک درصد ارتفاع سد) مقدار قیر ۵/۵ تا ۵/۶ درصد

بخش ۲: فیلتر، منطقه انتقالی از شن و ماسه طبیعی یا سنگ شکسته با حداکثر بعد دانه ۶۰ میلیمتر و ضخامت لایه کوبیده شده ۲ متر

بخش ۳: منطقه انتقالی از سنگ شکسته با حداکثر بعد دانه ۲۰۰ میلیمتر و ضخامت لایه کوبیده شده ۴ متر

بخش ۴ : پوسته از مصالح سنگی با حداکثر بعد دانه ۸۰۰ میلیمتر و ضخامت لایه کوبیده شده ۶ تا ۸ متر

بخش ۵ : لایه محافظ شیب از قطعات سنگ بزرگتر از ۵ متر مکعب

۱-۳- روش های ساخت هسته آسفالتی

کمیته بین المللی سدهای بزرگ در سال ۱۹۹۲، پنج روش ساخت را که از سال ۱۹۴۸ برای ساخت هسته های آسفالتی مورد استفاده بوده است، بر می شمارد که عبارتند از:

۱-۳-۱- روش BMM

تاکنون این روش فقط در سد وال دو گایو در پرتغال مورد استفاده قرار گرفته، طراحان این روش، برای ساخت المان آسفالتی روش کوبشی را توصیه کرده اند.

۱-۳-۲- روش CMC

این روش بین سالهای ۱۹۵۴ تا ۱۹۶۹ در کشور فرانسه، اتریش و آلمان متداول بوده و تا سال ۱۹۹۲، تعداد ۱۰ سد با این روش طراحی و ساخته شدند. به دلیل عدم کنترل کیفیت در نحوه اختلاط مصالح، ساخت سدهای بلند با این روش توصیه نمی شود.

۱-۳-۳- روش CBC

تا کنون یک سد و آن هم در سال ۱۹۶۹ در نروژ با این روش ساخته شده است. عدم کنترل کیفیت در حین کار، از محدودیت های این روش است.

۱-۳-۴- روش FACC

این روش یک تکنیک روسی است و سه سد با این روش در سال ۱۹۸۸ در منطقه سیبری ساخته شده است. این سه سد بر رسوبات آبرفتی عمیق و سست قرار داشتند که باعث نشست های نا مساوی و خرابی در بدنه سد می گردید. علت استفاده از این تکنیک به جای آسفالت متراکم با قیر کمتر، آب و هوای سرد و نیاز به شکل پذیری بیش از حد هسته در این گونه مناطق است.

۱-۳-۵- روش DACC

متداول ترین روش مورد استفاده در ساخت سدهای آسفالتی روش DACC است. این روش از اوایل دهه شصت در زمینه اجرای همزمان هسته و مناطق انتقالی به کار گرفته شد و به روش هسته بتن آسفالتی معروف است. این هسته ها همزمان با منطق انتقالی در لایه های با ضخامت ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر در دو سیستم ماشینی به شرح زیر اجرا می شوند. در شکل (۱-۲) ماشین و چگونگی پخش آسفالت نشان داده شده است.

شکل(۱-۲): ماشین مخصوص ریختن و پخش آسفالت

۱) سیستم استرابگ: هسته آسفالتی و مناطق انتقالی کنار هم ریخته و فوراً پس از کنار رفتن قالب همزمان متراکم می شوند. در بیشتر هسته های آسفالتی متراکم از این روش استفاده می شود. در شکل های (۱-۳) و (۱-۴) به ترتیب نحوه کوبیدن لایه های آسفالت و چگونگی بارگیری مصالح آسفالت نشان داده شده است.

شکل(۱-۳): کوبیدن لایه های آسفالت و فیلتر مجاور آن بطور همزمان توسط غلطک های ارتعاشی

۲) سیستم تیرباو: یک لایه هسته آسفالتی در بین قالب ها قرار گرفته و آنقدر کوبیده و متراکم می شود تا پس از برداشتن قالب، سرجای خود بایستد. سپس مصالح مناطق انتقالی ریخته شده و همراه با هسته متراکم می گردد. امروزه هسته های آسفالتی متراکم با استفاده از سیستم استرابگ در بیشتر سدهای اجرا شده و یا در حال اجرا به عنوان روش تکنیکی اجرای هسته آسفالتی مطرح است. مقدار قیر هسته در این روش در حدود ۵/۵ تا ۵/۷ درصد می باشد و المان هسته توسط دو لایه انتقالی محافظت می شود. اولین سد با هسته آسفالتی متراکم با ماشین، در سال ۱۹۶۲ در آلمان ساخته شد.

شکل(۱-۴): بارگیری مصالح آسفالت و فیلتر به دستگاه پخش کننده آسفالت

۱-۴- مراحل اجرای سد خاکی با هسته آسفالتی

۱-۴-۱- بچینگ پلنت هسته آسفالتی

جهت اجرای هسته های آسفالتی، یک بچینگ پلنت با ظرفیت ۵۰-۶۰ تن در ساعت کفایت می کند. بچینگ پلنت باید حداقل دارای چهار سیلوی ذخیره مواد سنگدانه ای داغ به همراه ترازو برای هر سیلو باشد. تهیه آسفالت بصورت روزانه و تقریباً پیوسته انجام گرفته و کنترل دقیقی بر روی درجه حرارت انجام می گیرد. یک فیلتر هوا جهت جداسازی پودر سنگ ناشی از شکستن سنگدانه ها مورد استفاده قرار می گیرد. در شکل (۱-۵) بچینگ پلنت هسته آسفالتی ملاحظه می شود.