

سرشناسه	: عباسی محله، یدالله
عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل عدم قطعیت پایداری سد های خاکی / یدالله عباسی محله
مشخصات نشر	: ارومیه / یدالله عباسی محله، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری	: ۱۰۲ ص، مصور (رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی)
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۱۶۰۵-۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: سدهای خاکی / تحلیل و طراحی
رده بندی کنگره	: TC۵۴۳/ع۲ ت ۳ ۱۳۹۳
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۸۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۶۱۸۵۴۳

شناسنامه کتاب

نام کتاب	: تحلیل عدم قطعیت پایداری سدهای خاکی
ناشر مولف	: یدالله عباسی محله
ویراستار	: دکتر مسعود عامل سخی
تیراژ	: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ	: اول ۱۳۹۳
قیمت	: ۳۰۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۱۶۰۵-۸

مرکز بخش : ارومیه - خیابان کاشانی / نرسیده به چهار راه دانشکده / جنب تامین اجتماعی / ساختمان اجلاس
 طبقه دوم / واحد ۴ تلفن تماس: ۰۹۱۴۳۶۳۶۵۰۶ پست الکترونیک: abbasiyadollah@gmail.com

چکیده.....	۱۱
فصل ۱) تعریف مسئله.....	۱۲
۱-۱ مقدمه.....	۱۳
۲-۱ تعریف مسئله و بیان ضرورت آن.....	۱۳
۳-۱ تعاریف و مفهوم عدم قطعیت.....	۱۵
فصل ۲) روشهای مرسوم تحلیل پایداری سدهای خاکی و مبانی تحلیل احتمالاتی.....	۱۸
۱-۲ روشهای مرسوم تحلیل پایداری شیروانی سدهای خاکی.....	۱۹
۱-۱-۲ روش استاندارد.....	۲۱
۲-۱-۲ روش بیشاپ.....	۲۱
۳-۱-۲ روش جانبو.....	۲۱
۴-۱-۲ روشهای دیگر.....	۲۲
۵-۱-۲ محدودیت روشهای مرسوم.....	۲۲
۲-۲ منابع عدم قطعیت در تحلیل پایداری شیروانی سدهای خاکی.....	۲۳
۱-۲-۲ عدم قطعیت پارامتری.....	۲۳
۲-۲-۲ عدم قطعیت در مدل سازی.....	۲۶
۳-۲-۲ عدم قطعیت انسانی.....	۲۹
۳-۲ مقدمه‌ای بر آمار و احتمال.....	۳۰
۱-۳-۲ مفاهیم شبیه سازی.....	۳۱
۲-۳-۲ تابع توزیع احتمال.....	۳۱
۳-۳-۲ تابع چگالی احتمال.....	۳۲
۴-۳-۲ امید ریاضی.....	۳۳
۵-۳-۲ تعریف واریانس.....	۳۳
۶-۳-۲ انحراف معیار.....	۳۴
۷-۳-۲ تابع توزیع نرمال.....	۳۴

۳-۲-۸ ضریب تغییرات.....	۳۴
۲-۴ فرمول بندی احتمالاتی سطوح شیبدار.....	۳۴
۲-۵ احتمال گسیختگی.....	۳۵
۲-۶ شاخص اعتماد پذیری.....	۳۶
۲-۷ موارد و مصادیق مجاز در احتمال گسیختگی و شاخص اعتماد پذیری.....	۳۶
۲-۸ روش شبیه سازی مونت کارو.....	۳۸
فصل ۳) مروری بر کارهای گذشته.....	۴۰
۳-۱ پیشینه تحقیق.....	۴۱
۳-۲ کارهای انجام شده (آنالیز ریسک شیب بالادست سد دوستی).....	۴۲
۳-۳ کارهای انجام شده (تحلیل پایداری تکیه گاه چپ سد لتیان با نرم افزار geoslope.....	۴۸
فصل ۴) تحلیل قابلیت اطمینان سد خاکی ساروق به عنوان مطالعه موردی.....	۵۴
۴-۱ مقدمه.....	۵۵
۴-۲ معرفی سد ساروق.....	۵۵
۴-۲-۱ تاریخچه طرح.....	۵۵
۴-۲-۲ طراحی پی.....	۵۶
۴-۲-۳ طراحی بدنه سد.....	۵۷
۴-۲-۴ پوسته و نواحی وابسته.....	۶۰
۴-۲-۴-۱ پوسته های بالا دست و پایین دست (شن و ماسه ای).....	۶۱
۴-۲-۴-۲ پوسته های بالادست و پایین دست (سنگریزه ای).....	۶۱
۴-۲-۵ هسته رسی.....	۶۳
۴-۲-۶ فیلترها.....	۶۴
۴-۲-۷ زهکش ها.....	۶۵
۳-۴ صحت سنجی و تحلیل پایداری سد خاکی ساروق.....	۶۶
۳-۴-۱ بررسی حالت پایان ساخت سد و پیش از آبیگری در شیب بالادست.....	۶۸

۲-۳-۴ بررسی حالت پایان ساخت سد و پیش از آبیگری در شیب پایین دست.....	۶۸
۳-۳-۴ بررسی حالت تراوش پایدار.....	۶۹
۴-۴ تحلیل عدم قطعیت سد خاکی ساروق به روش مونت کارلو.....	۷۰
۱-۴-۴ کمی سازی عدم قطعیت در خواص خاک.....	۷۱
۲-۴-۴ نتایج تحلیل به روش مونت کارلو در سد خاکی ساروق.....	۷۷
۱-۲-۴-۴ حالت پایان ساخت در شیب پایین دست.....	۷۷
۲-۲-۴-۴ حالت پایان ساخت در شیب بالا دست.....	۸۰
۳-۲-۴-۴ حالت تراوش پایدار.....	۸۳
۴-۲-۴-۴ نتیجه گیری.....	۸۶
۵-۴ محاسبه حداقل شاخص اعتمادپذیری در سد.....	۸۸
۱-۵-۴ حالت پایان ساخت در شیب پایین دست.....	۸۹
۲-۵-۴ حالت پایان ساخت در شیب بالا دست.....	۹۱
۳-۵-۴ حالت تراوش پایدار.....	۹۳
۴-۵-۴ نتیجه گیری.....	۹۵
فصل (۵) نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۹۶
۱-۵ مقدمه.....	۹۷
۲-۵ نتیجه گیری و جمع بندی.....	۹۷
۳-۵ پیشنهادات.....	۹۹
۴-۵ مراجع.....	۱۰۰

۱-۲	شرح پارامترهای روش قطعه ها.....	۲۰
۲-۲	روش های تعادل حدی، فرضیات و معادلات ارضاء شده.....	۲۲
۳-۲	توابع توزیع احتمال پیشنهادی برای برخی از مواد.....	۳۰
۴-۲	معیارهای احتمالاتی تحلیل و طراحی شیروانی ها بر اساس احتمال گسیختگی santamarina.....	۳۷
۵-۲	معیارهای احتمالاتی تحلیل و طراحی شیروانی ها بر اساس احتمال گسیختگی و شاخص قابلیت اعتماد، توسط مهندسین ارتش آمریکا.....	۳۷
۱-۳	پارامترهای محاسبه شده در دو مقطع.....	۴۲
۲-۳	پارامترهای ژئوتکنیکی پی و هسته سد.....	۴۳
۳-۳	پارامترهای ژئوتکنیکی فیلتر و زهکش سد.....	۴۳
۴-۳	پارامترهای ژئوتکنیکی پوسته و سنگریز حفاظتی سد.....	۴۳
۵-۳	تعیین سطح اطمینان بر اساس انحراف معیار استاندارد.....	۴۴
۶-۳	نتایج حاصل از آنالیز احتمالاتی شیب پایین دست سد دوستی.....	۴۶
۷-۳	اطلاعات مصالح مختلف به همراه انحراف از معیار محاسبه شده حاصل از سه روش.....	۴۹
۸-۳	مقادیر ضریب اطمینان برای روش های مختلف و بدون تحلیل آماری.....	۵۰
۹-۳	نتایج مقایسه روش های مختلف محاسبه انحراف از معیار پارامترهای مختلف در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی.....	۵۱
۱۰-۳	نتایج تغییر ضریب همبستگی بین چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی.....	۵۲
۱۱-۳	نتایج تغییر انحراف از معیار چسبندگی در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی.....	۵۲
۱۲-۳	نتایج تغییر انحراف از معیار زاویه اصطکاک داخلی در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی.....	۵۳
۱-۴	دانه بندی مصالح شن و ماسه رودخانه ای مورد استفاده در قسمتی از پوسته های سد.....	۶۱
۲-۴	دانه بندی مصالح سنگریز پوسته های بالادست و پایین دست سد.....	۶۲
۳-۴	دانه بندی مصالح هسته.....	۶۴
۴-۴	پارامترهای ژئوتکنیکی مصالح پی و بدنه سد ساروق.....	۶۶

۵-۴ نتایج آنالیزهای پایداری سد ساروق.....	۶۷
۶-۴ ضریب تغییرات ذاتی زاویه اصطکاک داخلی، تانژانت زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی.....	۷۳
۷-۴ ضریب تغییرات ذاتی برای رطوبت طبیعی، وزن مخصوص طبیعی، وزن مخصوص خشک، وزن مخصوص در حالت غوطه ور، تراکم نسبی، چگالی دانه ها، درجه اشباع.....	۷۴
۸-۴ ضریب تغییرات C، ϕ ، γ در سد.....	۷۵
۹-۴ انحراف معیار و مقدار میانگین مصالح سد.....	۷۵
۱۰-۴ اطلاعات مربوط به تحلیل مونت کارلو برای سطح گسیختگی بحرانی در حالت پایان ساخت و شیب پایین دست به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو.....	۷۷
۱۱-۴ اطلاعات مربوط به تحلیل مونت کارلو برای سطح گسیختگی بحرانی در حالت پایان ساخت و شیب بالادست به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو.....	۸۰
۱۲-۴ اطلاعات مربوط به تحلیل مونت کارلو برای سطح گسیختگی بحرانی در حالت تراوش پایدار به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو.....	۸۳
۱۳-۴ نتایج تحلیل مونت کارلو برای سطوح لغزش مختلف برای حالت پایان ساخت در شیب پایین دست.....	۹۰
۱۴-۴ نتایج تحلیل مونت کارلو برای سطوح لغزش مختلف برای حالت پایان ساخت در شیب بالا دست.....	۹۲
۱۵-۴ نتایج تحلیل مونت کارلو برای سطوح لغزش مختلف برای حالت تراوش پایدار.....	۹۴

- شکل ۱-۲ روش قطعه ها برای تحلیل پایداری شیروانی ها..... ۲۰
- شکل ۲-۲ منابع عدم قطعیت پارامتری..... ۲۴
- شکل ۳-۲ تابع توزیع نرمال و تابع چگالی نرمال ۳۴
- شکل ۴-۲ نمودار تابع توزیع احتمال..... ۳۶
- شکل ۵-۲ مقادیر مجاز احتمال گسیختگی و شاخص اعتماد پذیری..... ۳۷
- شکل ۱-۳ مدل سازی سد دوستی در وضعیت پایان ساخت و قبل از آبیگری در نرم افزار slope/w ۴۲
- شکل ۲-۳ توزیع نرمال مصالح بکار رفته در مدل سازی سد دوستی..... ۴۴
- شکل ۳-۳ سطح لغزش بحرانی شیب پایین دست سد دوستی به روش اسپنسر..... ۴۵
- شکل ۴-۳ سطح لغزش بحرانی شیب پایین دست سد دوستی به روش جانبو..... ۴۵
- شکل ۵-۳ سطح لغزش بحرانی شیب پایین دست سد دوستی به روش بیشاپ..... ۴۵
- شکل ۶-۳ توابع چگالی احتمال ضرایب اطمینان روش های بیشاپ، جانبو، اسپنسر..... ۴۶
- شکل ۷-۳ نمودار ضرایب اطمینان قطعی و اندیس قابلیت اطمینان روش های بیشاپ، جانبو، اسپنسر..... ۴۶
- شکل ۸-۳ محدوده زمین لغزش سد لتیان و موقعیت آن نسبت به زمین لغزش قدیمی..... ۴۸
- شکل ۹-۳ مقطع شبیه سازی شده و سطح گسیختگی در روش مورگنسترن- پرایس..... ۵۰
- شکل ۱۰-۳ نتایج مقایسه روش های مختلف محاسبه انحراف از معیار پارامترهای مختلف در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی..... ۵۱
- شکل ۱۱-۳ نتایج تغییر ضریب همبستگی بین چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی..... ۵۲
- شکل ۱۲-۳ نتایج تغییر انحراف از معیار چسبندگی در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی..... ۵۳
- شکل ۱۳-۳ نتایج تغییر انحراف از معیار زاویه اصطکاک داخلی در قابلیت اعتماد و احتمال گسیختگی..... ۵۳
- شکل ۱-۴ پلان جانمایی سد..... ۵۸
- شکل ۲-۴ مقطع در نظر گرفته شده در طراحی سد ساروق ۵۹
- شکل ۳-۴ نتایج تحلیل شیب بالادست سد در حالت پایان ساخت و پیش از آبیگری..... ۶۸
- شکل ۴-۴ نتایج تحلیل شیب پایین دست سد در حالت پایان ساخت و پیش از آبیگری..... ۶۹

- شکل ۴-۵ نتایج تحلیل شیب پایین دست سد در حالت تراوش پایدار..... ۶۹
- شکل ۴-۶ تحلیل عدم قطعیت در سطح گسیختگی بحرانی در حالت پایان ساخت در شیب پایین دست..... ۷۸
- شکل ۴-۷ نمودار مربوط به تحلیل مونت کارلو برای سطح گسیختگی بحرانی در حالت پایان ساخت در شیب پایین دست به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو..... ۷۸
- شکل ۴-۸ توابع چگالی احتمال فاکتور اطمینان در سطح لغزش بحرانی، در حالت پایان ساخت و شیب پایین دست به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو..... ۷۹
- شکل ۴-۹ تحلیل عدم قطعیت در سطح گسیختگی بحرانی در حالت پایان ساخت در شیب بالادست..... ۸۱
- شکل ۴-۱۰ نمودار مربوط به تحلیل مونت کارلو برای سطح گسیختگی بحرانی در حالت پایان ساخت در شیب بالا دست به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو..... ۸۱
- شکل ۴-۱۱ توابع چگالی احتمال فاکتور اطمینان در سطح لغزش بحرانی، در حالت پایان ساخت و شیب بالا دست به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو..... ۸۲
- شکل ۴-۱۲ تحلیل عدم قطعیت در سطح گسیختگی بحرانی در حالت تراوش پایدار..... ۸۴
- شکل ۴-۱۳ نمودار مربوط به تحلیل مونت کارلو برای سطح گسیختگی بحرانی در حالت تراوش پایدار به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو..... ۸۴
- شکل ۴-۱۴ توابع چگالی احتمال فاکتور اطمینان در سطح لغزش بحرانی، در حالت تراوش پایدار، به سه روش مورگنسترن پرایس، بیشاپ و جانبو..... ۸۵
- شکل ۴-۱۵ مقادیر مجاز احتمال گسیختگی و شاخص اعتماد پذیری..... ۸۶
- شکل ۴-۱۶ بحرانی ترین سطح لغزش از منظر روش مونت کارلو در حالت پایان ساخت در شیب پایین دست..... ۸۹
- شکل ۴-۱۷ بحرانی ترین سطح لغزش از منظر روش مونت کارلو در حالت پایان ساخت در شیب بالا دست..... ۹۱
- شکل ۴-۱۸ بحرانی ترین سطح لغزش از منظر روش مونت کارلو در حالت تراوش پایدار..... ۹۳

امروزه با ارائه روش‌های نوین در علم آمار و کاربرد این روش‌ها در علوم مهندسی، تحلیل‌های احتمالی در کنار تحلیل‌های قطعی محبوبیت یافته‌اند. مسئله‌ی مهم و حائز اهمیت در شیوه‌های کنونی طراحی سد، وجود عدم قطعیت‌های موجود در ساخت سد است که روش‌های معمول طراحی سد آن‌ها را در نظر نمی‌گیرند. گاهی اوقات این نامعینی‌ها به اندازه‌ای است که باعث کاهش اعتبار محاسبات می‌شود. در مطالعه و تحقیق حاضر به منظور استفاده از روش احتمالاتی در سدهای خاکی، سد خاکی ساروق تکاب به عنوان مطالعه‌ی موردی انتخاب شده و پارامترهای چسبندگی، زاویه‌ی اصطکاک داخلی و وزن مخصوص به عنوان منابع عدم قطعیت در سد مورد نظر گرفته شده است.

در این تحقیق از نرم افزار GoeStudio به عنوان شبیه ساز سد ساروق استفاده شده است. این نرم افزار قابلیت تحلیل پایداری سدهای خاکی را به روش‌های قطعی و احتمالاتی دارد. در بخش اول نوشتار، سد ساروق معرفی و آنالیز پایداری شیروانی‌های بالادست و پایین دست سد پس از پایان ساخت (قبل از آبگیری) و سپس در حالت تراوش پایدار به روش بیشاپ، مورگنسترن-پرایس و جانبو بررسی شده است. در ادامه با کمی سازی پارامترهای دارای عدم قطعیت (در این نوشتار c ، ϕ و γ) و همچنین تولید اعداد تصادفی از پارامترهای ذکر شده، به ازای هر گروه از اعداد تصادفی بدست آمده یک ضریب اطمینان بدست آمده و نهایتاً پارامترهای احتمالاتی، شامل شاخص اعتمادپذیری و احتمال گسیختگی بدست می‌آید. در گام بعدی نتایج روش قطعی و احتمالاتی مقایسه شده است. در ادامه، به بررسی قابلیت اطمینان سطوح لغزش در حالات مختلف پرداخته و برای هر حالت، ۳۰ سطح لغزش بحرانی از ۵۰۰۰ سطح لغزش بررسی و بحرانی‌ترین سطح لغزش از دیدگاه قابلیت اطمینان مشخص می‌گردد. شایان ذکر است با بررسی نتایج مشخص گردید که سطح گسیختگی دارای کمترین ضریب اطمینان، لزوماً دارای کمترین مقدار شاخص اعتمادپذیری یا بیشترین مقدار احتمال گسیختگی نخواهد بود.