Archive of SID

فصلنامه ایده های نوین در علوم و فناوری http://emaconf.ir/j1

مدل سازی عددی تراوش از سد خاکی با کمک روش های عددی

بهروز نعمتی
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمین
ap.alborz@yahoo.com

هما شفیعی
هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمین
Omik.ir@live.com

چکیده

یکی از مسائل مهمی که در طراحی سدهای خاکی به آن توجه می‌شود مسئله تراوش است. بطور کلی همه خاک‌ها کم و بیش آب را از خود عبور می‌دهند و نفوذ پذیرند بدین لحاظ در اکثر موارد جریان آب به داخل سدهای خاکی و پی آنها اجتناب ناپذیر است. چنانچه جریان آب در سدهای مذکور کنترل و محدود نگردد سبب بروز مشکلات و اثرات نامطلوبی می‌شود که بعضا" تخریب و شکست سد را به دنبال خواهد داشت. در این تحقیق به بررسی جامع مدل سازی عددی تراوش دو بعدی پرداخته شده است. بعد از این به معرفی سد مورد مطالعه تحقیق پرداخته شده است و سد آبشینه همدان مورد بررسی کامل قرار گرفته است . سپس با استفاده از روش اجزای محدود، تحلیل تراوش دو بعدی و سه بعدی، در مورد این سد ،انجام گرفته و نتایج آن با نتایج حاصل از تحلیل‌های دو بعدی مقایسه میشود، پس از این مرحله آنالیز حساسیت صورت پذیرفته و با انجام آنالیزهای دوبعدی و سه بعدی مختلف ، تاثیر پارامترهای مختلف بر مقدار تراوش مورد بحث قرار گرفته است ، درانتها راهکارهای مناسب جهت مقابله با این پدیده در مورد سد آبشینه همدان پیشنهاد گردیده است .

با توجه به این که هندسه مسائلی از این قبیل، میتواند بسیار متغییر باشد، و از آنجائیکه ساخت مدل سه بعدی کار بسیار حجیم و زمانبری میباشد، لذا در این تحقیق فقط از مشخصات و پارامترهای یک سد خاص (به صورت مطالعه موردی) استفاده شده است.

تمام تحلیل های انجام گرفته در این پایان نامه Isothermal بوده و همچنین از اثرات اندرکنشی حرارتی و تنش– تغییرشکل بر روی تراوش صرف نظر شده است.

کلمات کلیدی: تراوش ، سد خاکی ، نرم افزار SEEP ، روش عددی ، سد آبشینه همدان

۱. مقدمه

با توجه به مشکلات موجود بر سر راه انجام تحلیل تراوش به صورت سه بعدی، تاکنون جز در چند مورد خاص در در مورد آبهای زیرزمینی و آن هم صرفًا به صورت تحقیقاتی و بررسی امکان انجام تحلیل تراوش سه بعدی مدلهایی در ابعاد بسیار بزرگ انجام نگرفته است و لذا اطلاعات بسیار اندک و پراکنده‌ای در مورد الگوی تراوش به صورت سه بعدی و اثرات بعد سوم بر روی تراوش در دست می باشد. این تحقیقات در زمان ورود نسل جدید کامپیوتر ها به بازار که باعث پیشرفت روشهای عددی در مسائل مهندسی شد، آغاز شد و بعد با توجه به عدم وجود نرم افزارهای مناسب و عمومی و نیز توسعه نرم افزارهای مهندسی که عمدتًا قابلیت تحلیل مسائل دو بعدی را داشتند و از آنجائی که ساخت مدل دو بعدی ساده تر از ساخت مدل سه بعدی بود، تحلیل های سه بعدی به دست فراموشی سپرده شدند. در نتیجه جریان آب در داخل بدنه و پی یک سدخاکی به صورت سه بعدی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

از آنجائی که سدها عمدتًا در نزدیکی محل تجمع انسانها احداث می شود، خرابی یک سد نه تنها از نظر اقتصادی زیانبار است، بلکه تهدید بزرگی برای جان افراد ساکن در پائین دست سد نیز می باشد . لذا باید در تحلیل، محاسبه و طراحی آن دقت کافی مبذول داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از ضروری ترین تحلیل ها که در طراحی بسیاری از اجزای سد تاثیر گذار می باشد، تحلیل تراوش است . با تحلیل تراوش یک سد خاکی، مقدار دبی نشتی، مقدار فشار آب منفذی در هر نقطه از بدنه و پی سد، مقدار گرادیان های هیدرولیکی در قسمتهای مختلف سد مانند هسته و نقاط خروج آب از بدنه و ... معلوم خواهد شد.

مقدار دبی نشتی در مقدار اتلاف آب که حتی ممکن است ساخت سد را در یک منطقه غیر قابل توجیه نماید، محاسبه ضخامت و طول زهکشها و فیلترها، تاثیر گذار است . مقدار فشار آب در هر نقطه در تحلیلهای پایداری خاکریزهای سد و تحلیلهای تنش –تغییر شکل و بررسی لزوم ایجاد چاه های کاهش فشار و چاههای زهکش، بررسی لزوم و چگونگی احداث پرده آببند بسیار مهم است، مقدار گرادیانهای هیدرولیکی نیز در بررسی پایداری و دوام مصالح اجزای مختلف سد و پی در برابر آبشستگی و غلیان حائز اهمیت است . لذا اهمیتی ک آنالیز تراوش دقیق، درطراحی سد، کاملا ضروری مینماید.

هر مدل دارای سه مشخصه اصلی میباشد: هندسه، خصوصیات مصالح، و شرایط مرزی . برای یک تحلیل تراوش دقیق لازم است که هر کدام از این ویژگی ها به طور دقیق مدل شوند که هندسه مساله نیز از این قاعده مستثنی نیست و بدین منظور لازم است که مساله در صورت نیاز به صورت سه بعدی مدل شود.

مطالعات انجام شده بر روی تعداد زیادی از سدهای خاکی تخریب شده نشان داده است که حدود۳۰ ٪ ازاین خرابی ها ناشی از تراوش کنترل نشده از بدنه و پی سد بوده است. وجود تراوش در سدهای خاکی غیر قابل اجتناب است، اما اگر شرایط مناسبی برای فرسایش خاک وجود داشته باشد موجب شسته شدن آن در نقاط مساعد گردیده و چنانچه در ابتدای بروز فرسایش، جلوگیری نشود به تخریب سد منجر میشود. لذا با توجه به مطالب ذکر شده، اهمیت یک آنالیز تراوش دقیق، در طراحی سد، کاملا ضروری مینماید.

با توجه به مطالعات و پژوهش های انجام گرفته در مورد تحلیل تراوش سدهای خاکی، مشاهده میشود که به خاطر وجود مشکلات زیادی که در حل معادلهٔ تراوش و یا مدلسازی مسالهٔ به صورت سه بعدی وجود دارد، معمولا مدلسازی به صورت دو بعدی در یک یا چند مقطع که ظاهراً بحرانی بنظر میرسد، انجام میپذیرد. این فرض در دره های عریض با مقطع یکنواخت و دره‌هایی که دارای مصالح یکنواخت هستند، تقریب بسیار خوبی است و جوابهای حاصل جز در تکیه گاه های سد دارای دقت مناسبی خواهد بود . اما در دره‌های تنگ یا دره هایی که پروفیل آنها بسیار متغییر است یا در دره هایی که جنس مصالح متنوع است، به علت پیچیده بودن الگوی تراوش و از آنجائی که یک مقطع که بیانگر کلیه خصوصیات دره باشد، وجود ندارد، این فرض با خطای بسیار زیادی همراه خواهد بود و شاید غیر قابل قبول باشد . لذا اطلاع دقیقی از مقدار تراوش آب از بدنه و پی سد، و فشارهای منفذی و گرادیان های هیدرولیکی ایجاد شده، در دست نخواهد بود . در چنین دره‌هایی، تحلیل دو بعدی ممکن است اختلاف بسیار زیادی با واقعیت داشته باشد و برای داشتن تخمین مناسبی از پارامترهای طراحی، تحلیل تراوش سه بعدی ضروری به نظر میرسد.

حجت سیدی و همکاران در سال ۱۳۸۷ به کنترل سه بعدی نشت در سد اعلی دولت پرداختند. آنها نشت آب در حالت سه بعدی از پی و بدنه سد را به کمک نرم افزار SEEP-3D به روش عددی اجزا محدود مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج بیانگر تاثیر مثبت سیستم های کنترل و به طور کلی کاهش نشت در حالت استفاده از آب بند به میزان ۶۴۰۱۸ متر مکعب بود.

اهری آبش احمدلو و همکاران در سال ۱۳۸۹ به مطالعه اندرکنش خاک و آب و عوامل موثر در شکست سدهای خاکی پرداختند. آنها نتایج بدست آمده از مطالعات تئوری و پایه ای محققان و متخصصان ژئوتکنیک که در زمینه سدهای خاکی و عوامل موثر بر شکست آنها انجام شده را گردآوری و مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اغلب مکانیزم های شکست اشاره شده به تنهایی قادر به ایجاد خرابی و شکست در سدها نشده بلکه عوارض ناشی از مجموعه ای از آنها و برایند و نیروهای مخرب حاصل از مکانیزم های مختلف و گاها با اضافه شدن یک نیروی خارجی همچون زمین لرزه یا سیلاب هایی با دوره بازگشت بالا موجب شکست در سدهای خاکی می شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

موهبت زاده و همکاران سال ۱۳۹۰، نشت در سدهای خاکی با هسته رسی را با کمک نرم افزار SEEP/w مورد تحلیل قرار دادند. هدف آنها از مطالعه، شبیه سازی عددی پدیده نشت به صورت دوبعدی در پی و بدنه سد خاکی کرخه بوده است. نتایج حاصله از مدل سازی حاکی از اختلاف معناداری بین یافته های شبیه سازی شده و داده های مشاهداتی بوده به طوریکه داده های برآوردی در حدود دو برابر مقادیر واقعی بوده اند. نتایج همچنین نشان داد که با کاهش ۳۰٪ ضرایب نفوذپذیری مقادیر نشت براورده شده توسط مدل به میزان ۵۰٪ کاهش یافت.

جعفرزاده و قاسم زاده مشهدی سال ۱۳۹۰ مطالعه ای را با محوریت ارزیابی تراوش از پی و بدنه سد مهاباد با کمک نتایج رفتارنگاری موجود انجام دادند. آنها با بررسی همزمان نتایج پیزومترها و آنالیز عددی تراوش، به بررسی تراوش از پی و بدنه سد پرداختند. نتایج بیانگر عملکرد مناسب پرده آب بند در پی میانی و عملکرد نامناسب آنها در تکیه گاه ها بود.

بقالی و مناف پور در سال ۱۳۹۲ به ارزیابی جریان تراوشی از سد خاکی ستارخان با استفاده از نتایج تحلیل عددی پرداختند. آنها نتایج حاصل از مدلسازی را با داده های ابزار دقیق (پیزومترها) مقایسه کردند و در نهایت منجر به شناسایی ابزار دقیق معیوب و یا از کار افتاده شدند.

علیزاده کاکلر و همکاران در سال ۱۳۹۲ به آنالیز نشت آب به مغار نیروگاه تلمبه ذخیره ای سد رودبار با استفاده از نرم افزار SEEP/w پرداختند. در آن تحقیق از روش تحلیل عددی اجزا محدود به منظور پیش بینی دبی نشت استفاده شد. همچنین برای نتیجه گیری بهتر از المان های چهار گرهی استفاده شده است. نتایج بیانگر مقدار ضریب نفوذپذیری و همچنین دبی نشت نسبتا بالایی بود.

هدف از انجام این پایان نامه بررسی دقیق تر مساله تراوش از بدنه و پی سد خاکی به صورت سه بعدی و دو بعدی، بررسی میزان خطا در تخمین پارامترهای طراحی بر اثر ساده سازی بعد مساله از سه بعد به دو بعد، بررسی لزوم تحلیل تراوش سه بعدی برای موارد مشابه ، آنالیز حساسیت در مورد فاکتورهای تاثیرگذار تراوش وهمچنین ارائه راهکارها در مورد کنترل مساله تراوش سد خاکی می باشد.

از آنجایی که سدها عمدتا در نزدیکی محل تجمع انسانها احداث می شوند، خرابی یک سد نه تنها از نظر اقتصادی زیانبار است، بلکه تهدید بزرگی برای جان افراد ساکن در پایین دست سد نیز می باشد. لذا باید در تحلیل، محاسبه و طراحی آن دقت کافی مبذول داشت.

۲. مدلسازی عددی تراوش

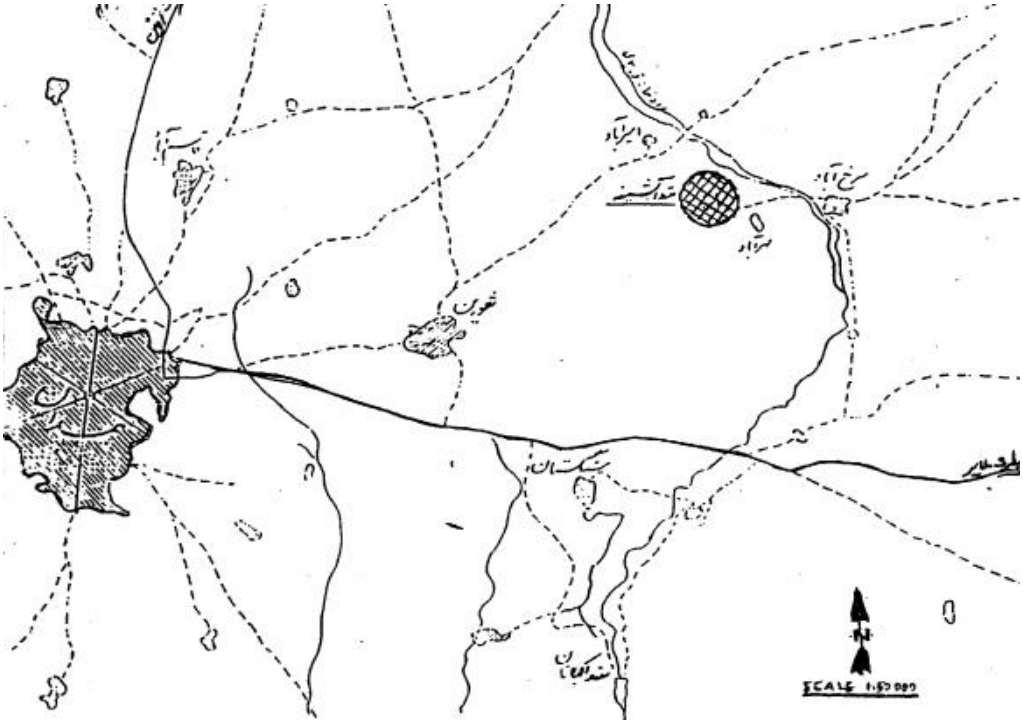
۲-۱. منطقه مورد مطالعه

سد آبشینه در فاصله حدود ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان همدان (در پایین سد اکباتان) حدود یک کیلومتری رودخانه‌ای به همین نام به مختصات جغرافیایی "۳۹، ′۴۹، °۳۷ درجه شمالی و طول جغرافیایی "۳۸، °۴۸ درجه شرقیبا هدف ذخیره سازی بخشی از آب سر ریز شده از سد اکباتان از طریق یک سد انحرافی و کانال انتقال آب جهت تأمین بخشی از آب مورد نیاز شرب شهر همدان احداث گردیده است.

نوع سد خاکی با هسته رسی به ارتفاع ۱۸ متر از بستر سنگی بوده و طول تاج آن حدود ۷۷۸ متر می‌باشد. دسترسی به محل سد از کیلومتر ۱۰ جاده آسفالته همدان –ملایر بوسیله جاده فرعی مهرآباد سرخ آباد مقدور می‌باشد. دره محل سد تقریباً متقارن بوده و شیب توپوگرافی دامنه‌ها ملایم و در جناح راست از رقوم ۱۸۰۲ تا ۱۸۱۴، ۱۳/۷ درصد از رقوم ۱۸۱۴ تا ۱۸۱۵ به ۳/۳ درصد کاهش می‌یابد. در جناح چپنیز شیب توپوگرافی حدوداً ۱۴/۵ درصد می‌باشد. عرض بستر در محل سد ۴۸۰ متر و شیب رودخانه ۱/۲ تا ۱/۷ درصد است. از تراز ۱۸۱۴ خطوط توپوگرافی از هم باز می‌شوند و شیب توپوگرافی کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- محل دسترسی به سد آبشینه همدان

براساس بررسی کارشناسان امور آب استان همدان مشخص شده بود که در منطقه مورد مطالعه، در کنار رودخانه آبشینه در دره‌های عریض و کم عمقی که بموازات این رودخانه واقع شده از گذشته خیلی دور، آثار احداث سدهای کوتاهی بچشم می‌خورد که پیشینیان آب رودخانه فوق الذکر را منحرف و در این مخازن ذخیره و در امر آبیاری زمینهای کشاورزی به مصرف رسانیده اند.

با توجه به سرریز حدود ۳۰ میلیون متر مکعب در سال از سد اکباتان و نیاز مبرم روستائیان به آب، کارشناسان امور آب استان همدان با کمک اساتید دانشگاه تهران اقدام به بررسی منطقه به منظور احداث مجدد سد در این دره و انحراف آب رودخانه آبشینه و آب سرریز اکباتان به پشت آن می‌نمایند.

۲-۲. ابزار و روش ها

ابتدا با استفاده از روش اجزای محدود، تحلیل تراوش دو بعدی و سه بعدی، در مورد این سد ،انجام خواهد گرفت و نتایج آن با نتایج حاصل از تحلیل‌های دو بعدی مقایسه میشود، پس از این مرحله آنالیز حساسیت صورت خواهد پذیرفت و با انجام آنالیزهای دوبعدی و سه بعدی مختلف ، تاثیر پارامترهای مختلف بر مقدار تراوش مورد بحث قرار خواهد گرفت.

برای تجزیه و تحلیل تراوش در بدنه و پی سد از روش عناصر محدود (برنامه کامپیوتری SEEPAGE) استفاده شده است. پیوستگی فاز مایع برقراری قانون دارسی در محدوده تراوش و محیط غیر ایزوتروپ از مفروضات معادلات مورد استفاده در مدل ریاضی تراوش در محیط متخلخل می‌باشند.

در محدوده تراوش که مصالح با نفوذ پذیری‌های مختلف در آن وجود دارند (محیط غیر همگن) می‌توان برخی از شرایط مرزی را اعمال و بقیه را براساس آنها کنترل نمود. بطور مثال سطح آزاد آب با فشار معادل صفر تعریف می‌گردد که برنامه یا اعمال روشهای تکراری، پس از تصحیحات مکرر، سطح آزاد آب را با شرط فشار صفر و سازگار با دیگر شرایط مرزی تعیین خواهد نمود.

مفروضات ساده کننده دیگر در تجزیه و تحلیل تراوش سد آبشینه عبارتند از:

- تراوش در حالت پایدار و بصورت دو بعدی در مقطع عرضی بحرانی بر روی پی سنگی سالم در نظر گرفته شده است.
- از آنجائیکه پوسته‌ها و فیلترها نفوذ پذیری بسیار بالائی در مقایسه با هسته رسی و پی دارند (از هزار تا یکصد هزار برابر نفوذ پذیرترند) در عمل تأثیری در پدیده تراوش آب نخواهد داشت و افت پتانسیل تقریباً بطور کامل در هسته رسی و پی اتفاق

www.SID.ir

Archive of SID

خواهد افتاد. بنابراین اثری در تجزیه و تحلیل تراوش نخواهند داشت.

- سرعت عمودی در طول سطح آزاد آب و در مجاورت مناطق نفوذ ناپذیر برابر صفر در نظر گرفته شده است.

شبکه المانهای محدود به تبعیت کلی جریان در هسته و پی تقسیم بندی شده اند و ضرایب نفوذ پذیری مصالح مختلف نیز بر اساس گزارشات پی آبرفتی و سنگی و منابع قرضه، که در جدول ذیل منعکس شده است، در آنالیز تراوش مورد استفاده قرار گرفته اند.

نرم افزار Seep/Wیک نرم افزار مدل ساز مسائل تراوش است که نسخه ی تجاری آن برای اولین بار در سال ۱۹۹۸ توسط شرکت Geo-Slope، تهیه کننده ی نرم افزارهای تخصصی مهندسی ژئوتکنیک، به بازار عرضه گردید. نرم افزار Seep/3D نیز یک نرم افزار جدید برای مدل سازی سه بعدی مسائل تراوش می‌باشد که اولین نسخه ی آن در سال ۲۰۰۰، توسط شرکت Geo-Slope به بازار عرضه گردید. این نرم افزارها، قابلیت حل معادله ی تراوش در حالات پایدار و ناپایدار و نیز محیط‌های اشباع و غیر اشباع را دارا می‌باشند. این نرم افزارها از روش اجزا محدود به شرح زیر برای تحلیل مسائل استفاده می‌کنند:

با ادغام معادله ی پیوستگی و قانون دارسی برای جریان آب در خاک در حالت ماندگار در دو بعد x و y، معادله ی زیر بدست می‌آید.

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(k_x \frac{\partial h}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y \frac{\partial h}{\partial y}\right) = 0 \quad (۱)$$

که در آن h ارتفاع پیزومتریک، k_xضریب نفوذ پذیری در جهت x، k_y ضریب نفوذ پذیری در جهت y می‌باشد.

معادله ی تراوش برای محیط همگن و همسان با استفاده از معادله ی (۱)، به صورت معادله ی لاپلاس در می‌آید. حال با استفاده از قضیه گرین داریم:

$$\int_{\Omega} \nabla . A . d\Omega = \oint_{\Gamma} A . n . d\Gamma \quad (۲)$$

در معادله ی فوق، Aیک بردار بوده، Ω میدان مورد نظر، Γمرز میدان و n بردار واحد عمود بر مرز می‌باشد.

با تقسیم کردن میدان مورد نظر مسأله به مجموعه‌ای از المان‌های چند ضلعی و با استفاده از روش گالرکین حاصل می‌شود:

$$\int_{\Omega} \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2}\right) . N_i . d\Omega = 0 \quad (۳)$$

که در آن فرض شده است که h تابع خطی از x و yدر روی المان و N_iتابع شکل می‌باشد.

معادله ی (۳) را می‌توان با استفاده از قضیه دیورژانس و ساده کردن به شکل زیر در آورد:

$$\int_{\Omega} \left(\frac{\partial h}{\partial x} . \frac{\partial N_i}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial y}\frac{\partial N_i}{\partial y}\right) . d\Omega = \oint_{\Gamma} \frac{\partial h}{\partial n} . N_i . d_{\Gamma} \quad (۴)$$

با در نظر گرفتن اینکه، hدر هر المان بر حسب تابع شکل به صورت زیر است:

$$h = N_j . h_j \quad (۵)$$

رابطه (۴) به صورت زیر در می‌آید:

$$\left\{\int_{\Omega} \left(\frac{\partial N_i}{\partial x} . \frac{\partial N_j}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial y} . \frac{\partial N_j}{\partial y}\right) . d\Omega \right\} h_j = \oint_{\Gamma} \frac{\partial h}{\partial n} . N_i . d\Gamma \quad (۶)$$

که در آن طبق قانون دارسی$\frac{-V_n}{K_n}\frac{\partial h}{\partial x}$= سرعت عمود بر مرز می‌باشد.

معادله ی (۶)، اساس روش اجزاء محدود در تراوش را تشکیل می‌دهد. این معادله برای تک تک المان‌ها اعمال می‌گردد و سپس رابطه ماتریس نهایی با مونتاژ کردن ماتریس‌های ضرایب حاصل شده المان‌ها به دست می‌آید.

www.SID.ir

Archive of SID

این نرم افزار به کمک روش اجزاء محدود امکان تحلیل تراوش در محیطهای مختلف با شرایط مرزی مختلف را هموار می‌سازد. در زمینه آنالیز تراوش نرم افزارهای مختلفی وجود دارد، نظیر SEEPAGE، SEEPW، SEEP2D، BOSS SEEP2D، MSSP، SEEP 3D به جزء SEEP3D سایر نرم افزارهای قابلیت مدلسازی دو بعدی تراوش را دارند. علاوه بر نرم افزارهای فوق هر نرم افزار دیگری که قابلیت حل معادله لاپلاس را داشته باشد، می‌تواند در این راه بکار گرفته شود.

۲-۳. بحث و نتایج

خطوط هم پتانسیل برای مقطع اصلی سد بیانگر وضعیت نسبتاً متقارن پی بوده و سنگ کف مقدار افت پتانسیل و تقلیل تراوش را فراهم می‌آورد.

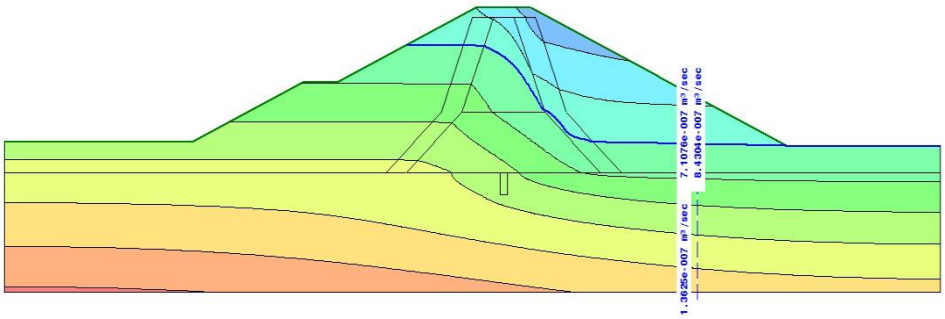
شیب هیدرولیکی در هسته (برای مقطع بحرانی و در پی پایین دست حداکثر در حدود ۰/۵ بوده و لذا هیچگونه شستشوی مصالح (بتبع رگاب) در پی و هسته اتفاق نخواهد افتاد. نتایج آنالیزهای تراوش نشان داده است که مقدار دبی خروجی در مقطع اصلی سد با پی سنگی بسیار کم بوده و در حدود ۳۸ متر مکعب در روز می‌باشد.

کل دبی خروجی از پی و بدنه سد آبشینه حداکثر در حدود ۰/۶ لیتر در ثانیه می‌باشد که این مقدار بمراتب کمتر از حد مجاز می‌باشد (حد بالای دبی با فرض محافظه کارانهاعمال ارتفاع حداکثر آب برای مقاطع با حداکثر ارتفاع خاکزیز می‌باشد). همچنین سطح آزاد (Phreatic Surface) بدست آمده از آنالیزهای تراوش پائین تر از سطحی است که در آنالیزهای پایداری در نظر گرفته شده است.

در این بین فاکتور ارتفاع آب در دبی تراوش مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام آنالیز حساسیت در دو بعد، ابتدا تمامی مدل‌های مورد نظر مدل سازی و نتیجه گیری می‌شوند، سپس در نهایت رفتار آنها آنالیز و توضیح داده می‌شوند.

۲-۳-۱. بررسی اثر کاهش ارتفاع آب در تراوش

مقدار ارتفاع آب پشت سد از ۱۵ متر به ۱۳ متر تقلیل داده می‌شود.



شکل ۲- تغییر میزان تراوش با کاهش ارتفاع آب

در این حالت مقدار دبی تراوش به ۰,۵۷ لیتر در ثانیه کاهش پیدا می‌کند.

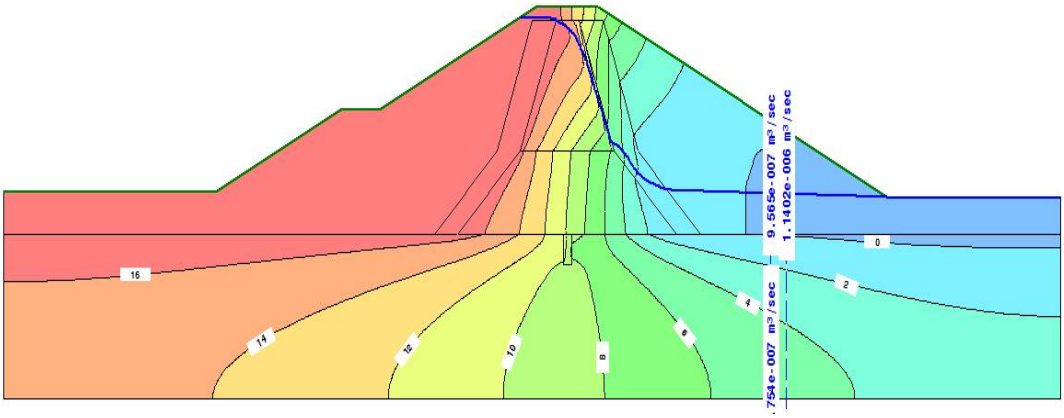
۲-۳-۲. بررسی اثر افزایش ارتفاع آب در تراوش

مقدار ارتفاع آب پشت سد از ۱۵ متر به ۱۷ متر افزایش پیدا می‌کند.

در این حالت مقدار دبی تراوش به ۰,۷۷۷ لیتر در ثانیه افزایش پیدا می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تغییر میزان تراوش با افزایش ارتفاع آب

۲-۳-۳. نتیجه گیری از اثر ارتفاع آب در تراوش

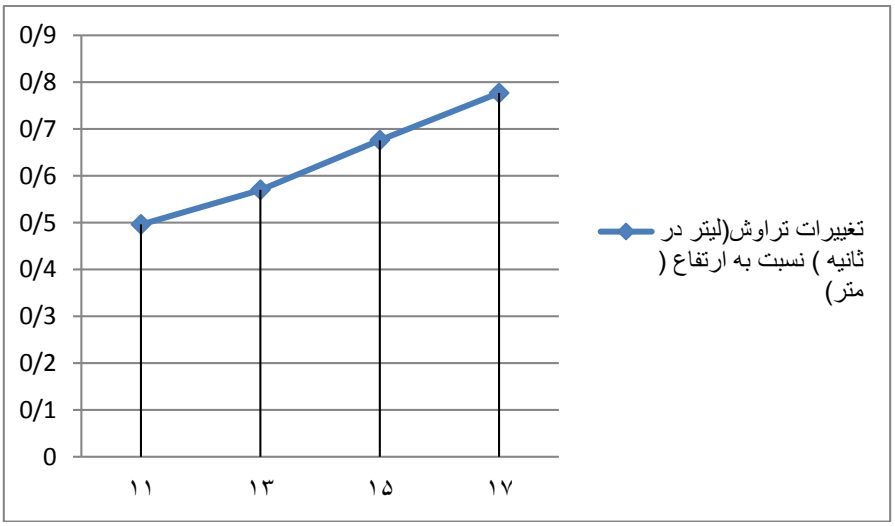
همان گونه که در محاسبات و آنالیز تراوش بیان گردید میزان دبی خروجی تراوش در ارتفاع اصلی آب سد که برابر ۱۵ متر می‌باشد، برابر ۰,۷۷۷ لیتر در ثانیه به دست آمد.

این میزان هنگامی که ارتفاع آب به ۱۳ متر کاهش داده شد، به ۰,۵۷ لیتر در ثانیه تنزل پیدا کردو در زمانی که میزان ارتفاع آب به ۱۱ متر کاهش داده شد، به ۰,۵ لیتر در ثانیه تقلیل یافت.

میزان تراوش در زمان افزایش ارتفاع آب به ۱۷ متر به ۰,۷۷۷ لیتر در ثاتیه افزایش پیدا کرد.

جدول ۱- نمایش دبی تراوش متناظر با ارتفاع های مختلف

ارتفاع	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷
دبی تراوش	۰,۴۹۶	۰,۵۷۵	۰,۶۷۷	۰,۷۷۷



نمودار ۱- تغییرات تراوش نسبت به ارتفاع آب در مدل دو بعدی

۳. نتیجه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

در این تحقیق به بحث آنالیز تراوش سد آبشینه پرداخته شد. نرم افزار استفاده شده در آنالیز تراوش، نرم افزارهای دو بعدی و سه بعدی بوده که بر مبنای روش المانهای محدود کار می‌کند. دو بعدی بودن نرم افزار موجب شد تا برای آنالیز نزدیک به واقعیت تراوش از سیاست ابتکاری مقطع معادل استفاده کنیم. حاصل این قیاس در بیشتر نواحی دارای تطابق منطقی بود ولی برای ناحیه‌ای که بدلیل نفوذپذیری کم تزریق صورت نگرفته بود، نتایج حاصل از پیزومترها پس از دو دوره آبگیری دارای اختلاف فاحش با نتایج پیشین بوده و این موضوع می‌تواند حکایت از فرسایش پذیری بالای ناحیه پی سد آبشینه داشته باشد، چنانکه در گزارشات ژئوتکنیکی سد به آن اشاره گردیده است. نتیجه گیری قطعی در این مورد مستلزم حفر یک یا دو گمانه در این ناحیه است.

در مورد نرم افزار سه بعدی نیز، با توجه به پیچیدگی‌های بسیار زیاد ساخت مدل نتیجه به دست آمده با مقدار واقعیدر تقارب خوبی واقع گردیده بود و با توجه به عملکرد پیچیده ژئوتکینکی و هیدرولیکی سد آبشینه، مقدار قابل قبولی به دست آمد.

نتیجه حاصل از مدل سازی دو بعدی نیز دارای تقارب بسیار خوبی با مقدار انجام گرفته توسط شرکت مشاور مهاب قدس می‌باشد. اختلاف وجود داشته را می‌توان از تفاوت نرم افزار به روز استفاده شده با نرم افزار بسیار قدیمی استفاده شده و همچنین سیاست مقطع میانی برای تعمیم مقطع انجام پذیرفته به کل سد دانست.

پایین بودن مقادیر دو بعدی نسبت به سه بعدی و واقعیت به دلیل چشم پوشی از یک بعد و انتخاب ناگزیر مقطع معادل می‌باشد. همان گونه که در نتایج و گزارشات مهاب قدس مشخص بود ؛ بخش زیادی از تراوش از طریق جناحین و کوله‌ها انجام می‌پذیرد که در مدل دو بعدی نمی‌توان این مهم را پوشش داد.

مراجع

۱.موهبت زاده، آرش. مشعل، محمود. هدایت، نجف. (۱۳۹۰). تحلیل نشت در سدهای خاکی با هسته رسی با استفاده از نرم افزار seep/w -مطالعه موردی سد کرخه در خوزستان. ششمین کنگره ملی مهندسی عمران سمنان. اردیبهشت ۱۳۹۰

۲.گزارش مقدماتی بررسی مسأله نشت آب از پی سد آبشینه، طرح سد آبشینه همدان، شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب،شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، شماره ۳۴۹۸- ۳۲۱۰ – ۲۲۷۲۱۳ ،خردادماه ۱۳۷۹

۳.تراوش در پی سدها و شیوه‌های کنترل آن، نشریه شماره ۷ کمیته ملی سدهای بزرگ ایران.

۴.سواری، مصطفی. موسوی جهرمی، سید حبیب. (۱۳۸۸). ارزیابی و بررسی روشهای کنترل وکاهش نشت ازبدنه سدهای خاکی بوسیله نرم افزار seep/w (مطالعه موردی سد خاکی گدارلند). دومین همایش ملی سدسازی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان. اسفند ماه ۱۳۸۸.

۵.سنایی راد، علی؛ حمیدرضا صباء و موسی ربیعی، ۱۳۸۶، بررسی و تحلیل تراوش از سد خاکی خورزن خمین در(۳۹) مدل با استفاده از نرم افزار SEEP/W واصلاح نواقص طرح مشاور، *اولین همایش ملی سد و سازه های هیدرولیکی*، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج،

۶.صالح فرد، حامد؛ علی سنایی راد و حمیدرضا صبا، ۱۳۸۸، بررسی و تحلیل تراوش سد خاکی حشیان شازند، *ششمین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران*، تهران، انجمن زمین شناسی مهندسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس،

۷.جعفرزاده، فردین و حسین قاسم زاده مشهدی، ۱۳۹۰، ارزیابی تراوش از پی و بدنه سد مهاباد با استفاده از نتایج رفتارنگاری موجود، *اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی*، تهران

۸.سیدی، حجت؛ مهدی کرمی مقدم و مجتبی آذری دهکردی، ۱۳۸۷، کنترل سه بعدی نشت در سد اعلی دولت (استان فارس) با استفاده از روش عددی اجزاء محدود، *چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران*، تهران، دانشگاه تهران

۹.رشیدی، مهدی؛ منصور پرویزی و محمد صدقی اصل، ۱۳۹۱، ارزیابی سه بعدی نشت و فرار آب از پی و بدنه سد خاکی شاه قاسم، *یازهمین کنفرانس هیدرولیک ایران*، ارومیه، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰.نصرالهی، محسن؛ علی محمودی؛ مجتبی حمزه قصابسرایی و مجتبی پورمقدم، ۱۳۹۱، بررسی نشت از بدنه سدهای خاکی با استفاده ازنرم افزار SEEP/W، *یازهمین کنفرانس هیدرولیک ایران*، ارومیه، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه

۱۱.بقالی، سارا و محمد مناف پور، ۱۳۹۲، ارزیابی جریان تراوشی از پی و بدنه سد خاکی ستارخان با استفاده از نتایج تحلیل عددی وابزار دقیق، *هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران*، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان

12.Krahan, J. (2004). Seepage Modeling with SEEP/W an Engineering Methodology, 1th edition.

13.Shivakumar S. Athania, Shivamantha, C. H. Solankia and G. R. Dodagoudarb. (2015). INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES, COASTAL AND OCEAN ENGINEERING. Aquatic Procedia.4 (2015) 876 – 883

14.ZHENG Haoyao, SHENG Jinbao, PENG Xuehui , YANG Dewei. (2012). Earth-rock Dam Risk Consequence's Comprehensive Evaluation under Drought Condition. Procedia Earth and Planetary Science 5 (2012) 237 – 240

15.Gebremedhin Berhane, Kristine Martend, Nawal Al Farrah,Kristine Walraevens.(2013) Water leakage investigation of micro-dam reservoirs in Mesozoic sedimentary sequences in Northern Ethiopia.Journal of African Earth Sciences.Volume 79, March 2013, Pages 98–110

16.A. Bloleve, F . Janod, A. Revil, A. Lafon, J.J Fry, (2011). Localization and quantification of leakages in dams using time-lapse self-potential measurements associated with salt tracer injection.Journal of Hydrology. Volume 403, Issues 3–4, 17 June 2011, Pages 242–252

17.Tsung-Ren Peng, Chung-Ho Wang. (2008), Identification of sources and causes of leakage on a zoned earth dam in northern Taiwan: Hydrological and isotopic evidence. Applied Geochemistry. Volume 23, Issue 8, August 2008, Pages 2438–2451

www.SID.ir

Archive of SID

Seepage Numerical Modeling From Earth-Dam by Numerical Methods

Behrouz Nemati, Homa Shafiei

Master Student of Civil Engineering, Khomein Branch, Islamic Azad University, Khomein, Iran, E-mail: ap.alborz@yahoo.com
Department of Civil Engineering, Khomein Branch, Islamic Azad University, Khomein, Iran, E-mail: omik.ir@live.ir

Abstract. One of the important issues to be considered in the design of earth dams is seepage. In general, all soils are more or less water to pass through and accept the intrusion Therefore, in most cases follow the flow of water into the embankment dams is inevitable. If you can not control and restrict the flow of water in dams cause problems and adverse effects that sometimes "destruction and failure of the dam will follow. In this study, a comprehensive review has been numerical modeling of a two-dimensional percolation. After the the study has been presented dam and dam of Hamedan Abshineh been thoroughly studied. then, using the finite element method, two-dimensional and three-dimensional seepage analysis, about the dam was conducted and its results with the results of analyzes two-dimensional comparison, the sensitivity analysis carried out after the stage and perform two- and three-dimensional analysis of the impact of various parameters on the amount of leakage is discussed, at the end solutions to deal with this phenomenon in Hamedan Abshineh proposed dam Are . Due to the geometry of the sort of things can be very variable, and since the construction of three-dimensional model is very bulky and time consuming, so in this study, only one block parameters and specific (case study) used Are.

All analyzes were carried out in this thesis Isothermal and interaction effects of heat stress on -transformation leak is ignored.

Keywords: seepage, earth-dam, seep software, numerical method, Abshine dam Hamadan

www.SID.ir