



## تأثیر زهکش‌های افقی در پایداری سدهای خاکی هنگام افت سریع آب مخزن

علی کمک‌پناه<sup>۱</sup>، سید سیاوش عرب‌نجفی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار مهندسی عمران، گروه خاک و پی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی، دانشگاه تربیت مدرس

a-panah@modares.ac.ir  
siavash.najafy@gmail.com

### خلاصه

در سدهای همگن و سدهای زونی که نفوذپذیری پوسته آنها چندان زیاد نیست، اگر سطح مخزن به سرعت افت کند، سطح آب در پوسته بالا دست با سرعت کمتری نسبت به مخزن افت کرده و فشار آب حفره‌ای افزایش و بنابراین مقاومت برشی پوسته کاهش می‌یابد. می‌توان با قرار دادن زهکش‌های افقی موازی در شیب بالادست از لغزش جلوگیری به عمل آورد. این زهکش‌ها باعث می‌شوند که خطوط جریان تقریباً قائم و خطوط هم پتانسیل تقریباً افقی شود و آب پوسته از طریق زهکش‌ها، زهکشی شود؛ به تبع آن فشار آب حفره‌ای مستهلک شده، مقاومت برشی افزایش و پایداری شیب بالادست تامین می‌گردد. در این مقاله یک نمونه سد زونی یکبار با زهکش افقی در بالادست و یکبار بدون زهکش افقی بالادست، برای افت سریع آب (Rapid drawdown)، مورد آنالیز قرار گرفته، و تنش‌های برشی در دو سد با یکدیگر مقایسه و تأثیر این زهکش‌ها بر پایداری سد، بررسی شده‌است.

کلمات کلیدی: زهکش افقی بالادست، افت سریع آب مخزن، تنش‌های برشی، فشار آب حفره‌ای

### ۱. مقدمه

نه تنها خود سد، یک پروژه نسبتاً گران بشمار می‌آید بلکه جنبه‌های اقتصادی متنوعی نظیر تولید نیرو، کنترل سیلاب، آبیاری و ... را نیز دربر می‌گیرد. خرابی سد، یک فاجعه‌ی عظیم بشمار می‌آید، زیرا نه تنها خسارات اقتصادی بسیار زیادی را دربردارد، بلکه ممکن است باعث از دست رفتن جان انسان‌ها و به طور کلی تخریب طبیعت گردد. با توجه به اهمیت سدها، چندین دهه است که اطمینان از ایمنی این نوع سدها ذهن طراحان و محققین را در این زمینه به خود مشغول داشته است. پیشرفت در تکنیک‌های تحلیلی، جمع‌آوری مشاهدات صحرائی با کمک ابزار اندازه‌گیری ثابت و درک بهتر از رفتار خاک در شرایط بارگذاری دینامیکی در سال‌های اخیر به پیشرفت سریع در این زمینه منجر گردیده است.

یکی از عواملی که برای سدهای خاکی می‌تواند خطر آفرین باشد و بی‌توجهی به آن منجر به آسیب‌دیدگی جدی در سد گردد، وقوع پدیده افت سریع آب مخزن است. اگر به هر دلیلی، سطح آب مخزن سد خاکی در زمانی کوتاه و با سرعت زیاد افت کند، در حالی که تراز آب درون پوسته و یا هسته سد نتواند از تراز آب مخزن سد تبعیت کند، به پدیده افت سریع آب مخزن (Rapid drawdown) گفته می‌شود. بر اثر افت تراز آب در مخزن، فشار هیدرواستاتیک موجود در سطح خارجی شیب بالادست که در زمان پر بودن مخزن وجود داشت، از بین می‌رود، در حالی که فشار هیدرواستاتیک متعادل‌کننده آن در قسمت داخلی بدنه سد، کماکان وجود دارد. این فشار هیدرواستاتیک باقیمانده، یکی از عوامل مهم ایجاد خطر لغزش در شیروانی بالادست می‌باشد.

### ۲. مکانیزم عملکرد زهکش‌های افقی و مایل در پوسته بالادست

اگر نفوذپذیری پی سد در مقایسه با خود سد کمتر باشد جریان در قسمت بالا دست به سمت رویه‌ی بالا دست بر می‌گردد (شکل a). اگر پی سد نفوذپذیر تر از خود سد باشد خطوط جریان نزدیک به قائم و خطوط هم پتانسیل نزدیک به افقی خواهد بود (شکل b-1). در حالت اول، (شکل a-1)، فشار آب حفره‌ای به مراتب بالاتر از حالت دوم می‌باشد. در حالت دوم فشار آب حفره‌ای نزدیک به صفر است. در حالت اول (که نفوذپذیری پی سد