# تاثیر سختی فونداسیون سد بتنی دو قوسی بر پاسخ دینامیکی بدنه سد

**غلامرضا عزیزیان[۱]، فرید میار نعیمی[۲]، بابک دیزنگیان[۳]، حسین مهماندوست کتلر[٤]**

**۱- استادیار (گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان)**

**۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی (گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان)**

**۳- دانشجوی دکترای سازه (گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان)**

**٤- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه (گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد زاهدان)**

G.Azizyan@eng.usb.ac.ir
Farid.Naeimi@mail.usb.ac.ir
B.Dizangian@gmail.com
Hossein.Mehmandust@yahoo.com

**خلاصه**

تحلیل تنش‌ها و کرنش‌های بوجود آمده در سدهای بتنی دو قوسی تحت اثر زلزله یکی از بحث برانگیزترین مسائل در طراحی سدها می‌باشد. میزان انعطاف‌پذیری فونداسیون نقش اساسی در انتقال تنش از پی به بدنه سد دارد. از طرفی، پارامترهای ضریب پواسون و مدول الاستیسیته بطور مستقیم بر میزان سختی پی تاثیر می‌گذارند. دراین تحقیق، با تحلیل مودال و دینامیکی سیستم، نتایج ترکیب ضرایب پواسون و نسبت‌های مدول الاستیسیته مختلف در محدوده‌ی منطقی که ممکن است بدنه‌ی سد در ساختگاه‌های مختلف با آن مواجه شود، ارزیابی شد. تاثیر تغییرات سختی بر پاسخ دینامیکی بدنه سد شامل تغییر شکل‌های بیشینه که در نقطه‌ی تاج و تنش‌های بیشینه در پایین‌ترین تراز بدنه در تماس با پی اتفاق می‌افتد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که انتخاب یک ساختگاه با مدول الاستیسیته برابر با مدول بدنه سد ($E_f/E_d=1$) می‌تواند تاثیر بسزایی در کاهش تنش‌های وارده به سازه در حین زلزله داشته باشد.

**کلمات کلیدی: سختی فونداسیون، سد بتنی قوسی، پاسخ دینامیکی سد، سد و فونداسیون.**

## ۱. مقدمه

بی شک یکی از حیاتی ترین نیازهای بشر، آب با کیفیت خوب و کمیت لازم میباشد. تاکنون هیچ سد بتنی در اثر زلزله تخریب نشد ولی از آنجاییکه سدهای زیادی در معرض خطر زلزله قرار دارند، پایداری دینامیکی سدها به یکی از مهم‌ترین قسمت‌های طراحی تبدیل شده است. پارامترهای فیزیکی فونداسیون سد بتنی تاثیر بسزایی بر پاسخ دینامیکی از جمله تغییر شکل‌ها و تنش‌ها در نقاط مختلف بدنه سد دارد. شکل متغیر قوس‌های سد در عرض و ارتفاع، امکان ترک خوردگی بتن بدنه حین زلزله و پارامتر هایی از این قبیل باعث شده که تحلیل دینامیکی سد بتنی دو قوسی، یکی از پیچیده‌ترین مسائل مهندسی به شمار رود.

روش المان محدود را می‌توان از قویترین روش‌ها در تحلیل مسائل خطی و غیر خطی دانست که در آن از المان‌های ساده گرفته تا پیچیده‌ترین اشکال همچون امواج بوجود آمده در دریاچه سد و تغییر شکل‌های خاک و بتن سد در اثر زلزله را می‌توان مدلسازی نمود. برای این منظور از نرم افزار قدرتمند Abaqus استفاده شد که قدرت ترسیم اشکال پیچیده و تحلیل دینامیکی آنها را داراست.

Leger و Boughoufalah (۱۹۸۹) خاک زیر پی سد بتنی را در شرایط مختلف در نظر گرفته و تاثیر آنرا بر روی پاسخ دینامیکی بدنه سد بررسی کردند. Anil.K.Chopra (۱۹۹۴) بررسی و آنالیز خطی و غیر خطی دینامیکی بدنه سد بتنی ماروپوینت را انجام داد. Alemdar Bayraktar و دیگران (۲۰۰۴) تاپیر وجود پی سنگی سد به همراه دریاچه بر پاسخ دینامیکی بدنه را بررسی کردند. Bayrakle و دیگران (۲۰۰۵) تاثیر وجود پی سنگی را تحت زمین لرزه‌های مختلف ارائه کردند. لطف‌الهی یقین و دیگران (۲۰۰۴) آنالیز دینامیکی سد بتنی قوسی را انجام دادند و نتیجه گرفتند تنش ماکسیمم اصلی هنگام در نظر گرفتن فونداسیون در وسط تاج نسبت به تراز پایه بدنه سد مقادیر بیشتری اتخاذ می‌کند. Zhang و دیگران (۲۰۰۹) دو طرح مختلف برای مدلسازی پی سد بتنی در نظر گرفتند، فونداسیون بدون جرم و جرمدار. نتایج حاصل از بررسی‌های آنان نشان داد که تغییر مکان‌های بوجود آمده در بدنه سد در صورت لحاظ کردن جرم در فونداسیون، کاهش می‌یابد. همچنین محمدرضا مرادی مقدم و دیگران (۱۳۸۷) تاثیر ابعاد پی در رفتار لرزه‌ای سد بتنی قوسی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ابعاد پی تاپیر زیادی در پاسخ دینامیکی ندارد.