آنالیز توزیع فشار دینامیکی وارد بر بدنه سدهای وزنی با استفاده از روش هیبرید

محمد رضا شکاری مهرآبادی [۱]، عباس بزرگی [۲]

۱- عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید

۲- عضو هیات علمی گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید

shekari.2291@gmail.com

خلاصه

با توجه به اهمیت و نقش سدها در تامین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت لازم است نسبت به طراحی ایمن بخصوص در برابر خطرات ناشی از تحریکات زمین اقدام نمود. نظر به لرزه خیز بودن کشورمان تحلیل دینامیکی چنین سازه هایی از اهمیت خاصی برخوردار است. پاسخ دینامیکی سدهای بتنی وزنی به تحریکات هارمونیک زمین از عوامل مختلفی از جمله اندرکنش سد- مخزن و جذب امواج هیدرودینامیکی توسط رسوبات کف مخزن تاثیر می پذیرد. با توجه به غیر چرخشی و غیر قابل تراکم بودن سیال درون مخزن سد، معادله حاکم بر رفتار دینامیکی سیال، معادله هلمولتز خواهد بود. با پیشرفت روزافزون علوم کامپیوتری و همچنین به علت آنکه راه حل های تحلیلی محدود به شرایط ساده ای مانند محیط همگن و هندسه ساده است، روشهای عددی جایگزین روشهای تحلیلی شده اند. یکی از روشهای عددی که با توجه به ویژگیهای آن برای حل عددی معادله هلمولتز حاکم بر رفتار سیال درون مخزن بسیار مؤثر است، روش المانهای مرزی می باشد. در این تحقیق، برای مدلسازی سیال درون مخزن از روش المان های مرزی در جهت مدلسازی مرزهای محیط سیال و برای مدلسازی سازه سد وزنی از روش المان های محدود استفاده شده است. به منظور لحاظ کردن اثر انعطاف پذیری سازه جهت تحلیل اندرکنش آب و سازه، نتایج آنالیز المان مرزی با المان محدود ترکیب می گردد. روش وسترگارد در محاسبه نیروهای دینامیکی آب بر سدها در خلال زلزله با نتایج الگوریتم هیبرید المانهای محدود و المانهای مرزی مقایسه گردیده است. در راستای تحلیل های صورت گرفته، توزیع فشار وارد بر سطوح شیبدار مورد توجه قرار گرفته است. از تحقیق حاضر می توان به کارایی روش المان های مرزی در گسسته سازی قلمرو سیال خصوصا مرز اندرکنش و کاهش حجم محاسبات عددی در مقایسه با روش المان محدود در شرایط مشابه اشاره کرد.

کلمات کلیدی: اندرکنش آب و سازه، المان های محدود، المان های مرزی، فشار دینامیکی، سدهای وزنی

۱. مقدمه

سدها سازه های عظیمی هستند که به علت داشتن مخازن عظیم آب خطر بالقوه‌ای برای جامعه‌ی پائین‌دست به همراه می‌آورند. رشد روزافزون استفاده از سد به عنوان عضو مهم در پیشبرد اهداف اقتصادی در کشور ما، محققین را بر آن داشته تا به سد به دیده‌ی دقیقتر از قبل بنگرند. موضوع ایمنی در سد به دلیل مسائل اقتصادی و اجتماعی‌سیاسی در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. پدیده‌های محیطی مختلفی بر رفتار سدهای بتنی تأثیر می‌گذارند. از جمله این پدیده‌ها می‌توان حضور ترک در سد، وجود درزهای ساختمانی، نفوذ آب و فشار منفذی در ترکها و لغزش در پی، اختلاف نشست در پی، کاویتاسیون، امواج ناشی از زلزله، ارتفاع مخزن و حجم رسوبات در مخزن را نام برد. در سال ۱۹۷۲ چوپرا و چکرابارتی، آنالیز خطی برای سد کوینا تحت زلزله‌ی ۱۹۶۷ انجام دادند که نتیجه‌ی آن حکایت از تنشهای کششی بزرگ بیش از مقاومت بتن در اثر زلزله های شدید دارد. چوپرا در سال ۱۹۷۷ مطالعات جامعی روی سد پاین‌فلت انجام داد. در این مطالعه، مدل مختلفی برای مخزن در نظر گرفت (جرم افزوده، سیال تراکم‌پذیر) سپس سد را با این مدلهای مخزن و تحت بارگذاری هارمونیک با شتاب 0.25g و همچنین تحت زلزله‌های مختلف آنالیز نمود. لازم به ذکر است که در آنالیز انجام شده، رکوردهای زلزله را در ضریبی، ضرب نمود تا شتاب ماکزیمم 0.25g را بدست آورد. نتایجی که از آنالیز فوق بدست آورد، بیانگر ایجاد تنش کششی بزرگتر از مقاومت بتن می‌باشد. این ترکها در محل تغییر شیب سطح پایاب بدنه‌ی سد و همچنین در محل اتصال پی با بدنه سد صورت گرفته بود. اولین مطالعه با آنالیز غیرخطی به روش المان محدود را می‌توان به پال در سال ۱۹۷۶ نسبت داد که سد کوینا را تحلیل کرده است. در این تحلیل از رابطه‌ی غیرخطی برای منحنی تنش -کرنش، ضابطه مقاومت و مدل ترک پخشی استفاده شده است. نتایج آنالیز نشان می‌دهد که ترک به میزان کمی در ضخامت نفوذ کرده و سپس به طور قائم پخش می‌گردد. ال-ایدی و هال در سال ۱۹۸۹، سد پاین فلت را با ترکهای منفذی به