پژوهش نامه ۴۱

سال پنجم ـ شماره دوم (پیاپی ۴۱)
شهریور ماه ۱۳۹۸

در این شماره خواهید خواند:

◀ خلاصه طرح پژوهشی نحوه تأثیر میراگرها در کاهش آسیب پذیری...

پژوهش در خدمت توسعه فناوری و ارزش آفرینی در خدمت تولید ملی

شرکت آب و فاضلاب مشهد
دفتر روابط عمومی و آموزش همگانی

گروه تحقیقات و فناوری

طرح پژوهشی این شماره:

نحوه تأثیر میراگرها در کاهش آسیب پذیری چاه ها و خطوط انتقال (فاز دوم)

خواننده گرامی: مجموعه پیش‌رو با هدف جذب نظرات و ایده‌های ارزشمند و راهگشای شما متخصصین حوزه آب و فاضلاب در زمینه اجرایی نمودن نتایج حاصل از طرح‌های پژوهشی تهیه و تدوین گردیده است. از شما دعوت می گردد در راستای اجرایی نمودن نتایج طرح پژوهشی حاضر، نظرات و پیشنهادات کاربردی خود را با ما درمیان بگذارید. امید است با همکاری یکدیگر بتوان گامی بلند در راستای نهادینه کردن تحقیقات کاربردی و ارتقای سطح دانش و فناوری در حوزه آب و فاضلاب طی نمود.

مجری طرح:
جواد علامتیان، دکتری عمران ـ سازه،
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

عنوان طرح: نحوه تأثیر میراگرها در کاهش آسیب‌پذیری چاه‌ها و خطوط انتقال (فاز دوم)

سال شروع و پایان: ۱۳۹۸-۱۳۹۷

کمیته راهبری طرح:
کمیته پژوهشی موضوعات خاص

ناظر فنی: رامین جلیلیان[۱]
ناظر اجرایی:
ثمانه توکلی امینیان[۲]، سیده سعیده شرافت[۳]

آدرس: مشهد ـ بلوار فلسطین
نبش فلسطین ۲۶ ـ شرکت آب و فاضلاب مشهد
گروه تحقیقات و فناوری ـ اتاق ۵۰۸

تلفن: ۳۷۰۰۸۴۵۶ و ۳۷۰۰۸۴۶۴
نمابر: ۳۷۰۰۸۴۰۹ ـ ۰۵۱

وبگاه: http://rd.abfamashhad.ir

رایانامه: r&d@abfamashhad.net

انتشارات دفتر روابط عمومی
و آموزش همگانی

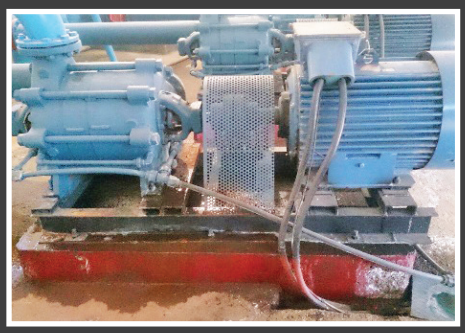
چکیده طرح

این گزارش به فاز دوم طرح نحوه تأثیر میراگرها در کاهش آسیب‌پذیری چاه‌ها و خطوط انتقال اختصاص دارد. در نخستین فاز، پس از بررسی ویژگی‌های لرزه‌خیزی منطقه و شیوه‌ها و ابزار کنترل، میراگر فنر فولادی به عنوان مناسب‌ترین و در دسترس‌ترین راهکار محافظت سامانه‌های آب و فاضلاب انتخاب شد. در فاز دوم این طرح، به مدلسازی نوسان‌های یک سامانه واقعی آب و فاضلاب شهر مشهد و پایش آن با شیوه‌های کنترل غیرفعال پرداخته و در این روش، از فنر فولادی استفاده شد.

برای انجام این کار، نوسان‌های یک پمپ آب با استفاده از ابزار تکیه‌گاه فنری پایش شد. نخست، یکی از پمپ‌های شبکه آبرسانی شهر مشهد در نرم‌افزار سپ مدل شده (با برداشت شرایط واقعی سازه و نیز ابزار کنترلی در دسترس) و سپس، شتاب‌نگاشت زلزله سفید سنگ به مدل وارد شد. باید دانست، این کار در حالت‌های مختلف، مانند پمپ روشن و خاموش انجام می‌گیرد. نتایج این مدل‌سازی نشان داد که استفاده از تکیه‌گاه فنری سبب کاهش چشمگیر نوسان‌های پمپ تحت اثر بارهای زمین لرزه می‌گردد. بر این اساس، نقشه‌ها و جزئیات اجرایی پمپ و پی تقویت‌شده ارائه شده است. باید دانست، برای افزایش کارایی سامانه کنترلی، استفاده همزمان از جداگر لرزه‌ای و فنر فولادی پیشنهاد می‌گردد.

روش اجرا

در فاز دوم طرح به بررسی و مدل‌سازی اثر ابزارهای موجود کنترل در پایش نوسان‌های یک سازه واقعی با اهمیت بالا، پرداخته شده است. نمونه کاربردی مورد بحث، تأسیسات انتقال تحت فشار آب شرب مصرفی شهرستان مشهد است که در جنوب شهر مشهد واقع شده و شامل مجموعه‌ای از سه عدد پمپ و الکتروموتور است. هدف، جلوگیری از انتقال اثرهای دینامیکی به مجموعه با استفاده از تکیه‌گاه فنری است. پمپ استفاده شده در این سامانه، ساخت شرکت پمپیران بوده و نیروی لازم برای راه اندازی آن، توسط الکتروموتور ساخت شرکت بروک کرامپتون تأمین می‌گردد. مشخصات فنی پمپ و الکتروموتور در جدول ۱ درج شده است. انرژی مکانیکی تولیدی توسط این الکتروموتور، با یک شفت فولادی به پمپ منتقل می‌گردد. مجموعه پمپ، الکترو موتور و شفت بر روی شاسی فولادی شامل دو پروفیل ناودانی ۱۶ پیچ شده و شاسی نیز روی پی بتنی با ارتفاع ۵۰ سانتیمتر قرار دارد (شکل ۱).

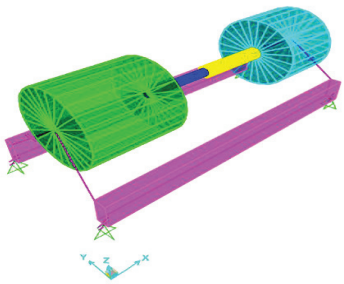


شکل ۱) نمایی از پمپ، شفت و الکتروموتور

۱. رئیس گروه خدمات مهندسی شرکت آب و فاضلاب مشهد
۲. رئیس گروه تحقیقات شرکت آب و فاضلاب مشهد
۳. کارشناس تحقیقات شرکت آب و فاضلاب مشهد

در ایـــن پـژوهـش هم‌چنین، از تکیه‌گاه فنری یا فنر فولادی ساخت شرکت هزاوه اراک (تحت لیسانس لیزگا آلمان) استفاده شده است (شکل۲). مشخصات فنی آن نیز درجـدول۲ درج شده است.

شکل۲) نمای کلی تکیه‌گاه فنری



شکل۳) نمای سه‌بعدی مدل سامانه پمپ،الکتروموتور وشفت‌ها

وزن پمپ	۴۱۰ kg
وزن الکتروموتور	۶۲۰ kg
ارتفاع آب ورودی پمپ	۵ m
بیشینه ارتفاع آب خروجی پمپ	۵۷ m
بیشینه توان الکتروموتور	۹۰ kW
بیشینه سرعت چرخش شفت	۱۴۷۵ rpm

جدول۱) مشخصات فنی پمپ‌والکتروموتور

ØA	155mm
B	180mm
C	145mm
ØD	100mm
d^6	14mm
$Ø L_1$	40mm
S	10mm
E at min. load	215mm
E at max. load	175mm
min. load	1.16KN
max. load	2.5KN
spring rate	33.3N/mm
Weight	8.0 kg

جدول۲) مشخصات‌فنی تکیه‌گاه فنری

برای مدل‌سازی این سامانه، از نرم‌افزار سپ ۲۰۰۰ نسخه ۲۰/۱/۰ استفاده شده است. این مدل شامل چهار جسم صلب شامل پمپ آب، الکتروموتور، شفت کوچک و شفت بزرگ و دو جسم صلب دیگر در نقش شاسی فولادی محل قرارگیری مجموعه بوده و مواد تشکیل دهنده آن‌ها از فولاد آلیاژی رده ST37 در نظر گرفته شده است. باید دانست، وزن هر یک از اجزای سامانه، بر اساس وزن واحد حجم محاسبه و در مدل وارد شده است. شکل۳، نمای سه‌بعدی مدل سامانه پمپ، الکتروموتور و شفت‌ها را نشان می‌دهد.

برای اتصال پمپ و الکتروموتور به شاسی فولادی از المان صلب خطی استفاده شده است. نیروهای درنظرگرفته‌شده برای مدل شامل اثر وزن، آب ورودی و خروجی از سامانه، چرخش شفت و شتاب پایه زمین‌لرزه بوده و برای مدل‌سازی اثر نیروی شفت دوار، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$F = mrw^2$$

در اینجا و به ترتیب جرم مؤثر، شعاع و سرعت دوران شفت است. از آنجا که بخش کوچکی از جرم سامانه در حال چرخش است، مقدار جرم مؤثر برابر با ۰/۱ جرم پمپ و الکتروموتور در نظر گرفته می‌شود. این نیرو به صورت نقطه‌ای و زوج در ابتدا و انتهای هر شفت اعمال شده است. برای مدل‌سازی تکیه گاه فنری از المان اتصال خطی استفاده می‌گردد. این فنر تنها در راستای عمودی سختی دارد و مقدار آن به شرح زیر است:

$$K = 33.3\ N/mm$$

برای تحلیل تاریخچه زمانی این سامانه از شتاب پایه زمین‌لرزه فروردین ۱۳۹۶ سفید سنگ استفاده شده است. که اطلاعات آن از پایگاه شبکه شتاب‌نگاری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برداشت شده است. تحلیل دینامیکی عددی نیز با روش نیومارک-بتا با شتاب متوسط استفاده شده است.

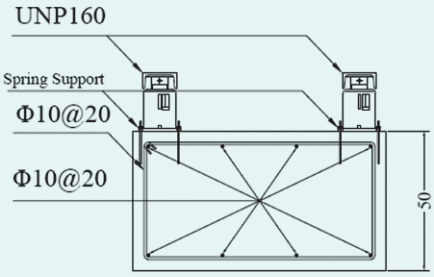
نتایج

بررسی نتایج نشان می‌دهد هنگامی که زمین لرزه در زاویه ۹۰ درجه نسبت به سامانه اعمال گردد بیشترین تأثیر مخرب را دارد. به سخن دیگر، وارد کردن شتاب پایه در راستای ۹۰ درجه‌ای سبب ایجاد بیشترین پاسخ در سامانه پمپ می‌گردد. همچنین، استفاده از تکیه‌گاه فنری باعث کاهش نوسان‌های قائم سامانه گردیده است. نتایج نشان می‌دهند تکیه‌گاه فنر فولادی توانسته است تغییر مکان عمودی (راستای Z) سامانه پمپ را کاهش دهد. در نتیجه، استفاده از فنر فولادی سبب بهبود عملکرد سامانه پمپ در وضعیت‌های مختلف شده و ایمنی آن را در برابر بارهای لرزه‌ای افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، در حالت ترکیب بارها و وضعیت پمپ خاموش، فنر فولادی سبب افزایش جابجایی سازه شده است. بررسی دقیق‌تر این موضوع نشان می‌دهد، جابجایی قائم پمپ در این وضعیت، در کمترین مقدار نسبت به دیگر حالت‌های بررسی شده می‌باشد. از این‌رو، خطاهای عددی و گرد کردن (که به دلیل کوچک بودن پاسخ چشمگیر هستند)، را می‌توان در ایجاد چنین شرایطی اثرگذار دانست. روشن است با افزایش مقدار پاسخ، فنر فولادی عملکرد بسیار مناسبی داشته است به گونه‌ای که توانسته پاسخ عمودی سامانه را بیش از ۴۰ درصد کاهش دهد.

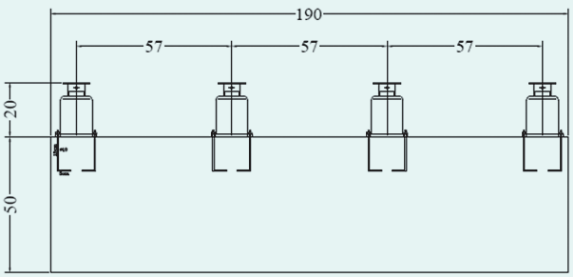
راهکارهای پیشنهادی محقق جهت اجرای طرح

در وضعیت موجود، پمپ و الکتروموتور دارای پی به ابعاد ۱۹۰×۹۰ سانتی‌متر است. برای آنکه در هنگام اجرای فنر فولادی، کمترین خسارت به ایستگاه پمپاژ وارد گردد، پی جدید نیز با همین ابعاد طراحی شد. از این رو، لازم است عمق پی و جزئیات فولادگذاری آن مشخص گردد. برای طراحی پی، از نرم‌افزار SAFE استفاده شد. مدل‌سازی به صورت پی تک انجام پذیرفت و بارگذاری وارد شده به پی، شامل وزن پمپ و الکتروموتور و شتاب ناشی از زمین‌لرزه است. هم‌چنین برای طراحی، کنترل‌های تنش‌های خمشی و برشی نیز انجام می‌پذیرد. شکل‌های ۴ و ۵ جزئیات ابعاد، فولادگذاری پی طراحی شده و نحوه اتصال فنر فولادی به آن را نشان می‌دهند.

بر پایه شکل ۵ ، پمپ و الکتروموتور با هشت فنر فولادی مقاوم‌سازی می‌شوند. روشن است پمپ و الکتروموتور در بالای ناودانی ۱۶ قرار می‌گیرند (شکل ۴). هزینه‌های اجرایی طرح نیز در دو بخش مصالح و تجهیزات (شامل فنر فولادی، آرماتور ۱۰، ناودانی ۱۶ و بتن) و دستمزد اجرا (شامل تخریب پی موجود، قالب بندی پی، آرماتور بندی و نصب و رگلاژ فنرهای فولادی) دسته‌بندی کرد. در نتیجه، مجموع هزینه‌های اجرای طرح، بر اساس فهرست بهای سال ۱۳۹۷، در جدول ۳ درج شده است.



▲ شکل۵) مقطع a-a پی طراحی‌شده با مقیاس ۱:۱۰



▲ شکل۶) مقطع b-b پی طراحی‌شده با مقیاس ۱:۱۰

ردیف	نوع هزینه	مقدار هزینه (میلیون ریال)
۱	تهیه مصالح و تجهیزات	۱۵۱/۷۲۱۵۸۹۵
۲	دستمزد و اجرا	۶۴/۶۹۵
مجموع هزینه‌ها (میلیون ریال)		**۲۱۶/۴۱۶۵۸۹۵**

▲ جدول۳) مجموع هزینه‌های طرح پیشنهادی

محل تکمیل پیشنهادات

(خواهشمنداست پس‌ازتکمیل، فرم‌را به‌دفترتحقیقات‌به‌نشانی مندرج درصفحه دوم ارسال فرمایید)

کد پژوهشنامه: ۵-۲ نام و نام خانوادگی: پست سازمانی:

اطلاعات تماس: پیشنهادهای اجرایی:

سایر نقطه نظرات: