

شرکت پیشگام تجهیز بنیان

نبض زمین در دست ماست ...

مجموعه مطالعات موردی پروژه های پایش لرزش



WWW.PTBI.IR

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۰۴۱-۲۰۶۰-۵

صفحه ۱

مجموعه مطالعات موردی پروژه های پایش لرزش



پیشگام تجهیز بنیان

مجموعه مطالعات موردی پروژه های پایش لرزش

آبان ماه ۱۴۰۴



پیشگام تجهیز بنیان

مجموعه مطالعات موردی پروژه های پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۰۴۱

صفحه ۲

فهرست مطالب

مطالعه موردی شماره یک - تعیین استحکام فونداسیون کوره آهک در یک کارخانه قند.....۴

مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه آزمایشگاهی XRF.....۹

مطالعه موردی شماره سه - تعیین الگوی انفجار بهینه در محل معدن و کاهش تاثیر آن بر تجهیزات کارخانه سیمان.....۱۶



مقدمه

فناوری پایش لرزش به عنوان یکی از روش های نوین، دقیق و غیرمخرب در حوزه ژئوفیزیک و مهندسی عمران، در سال های اخیر جایگاه ویژه ای در پایش و کنترل ارتعاشات ناشی از فعالیت های انسانی و طبیعی پیدا کرده است. این فناوری با استفاده از حسگرها و لرزه سنج های دقیق، امکان ثبت و تحلیل ارتعاشات زمین و سازه ها را در بازه های زمانی مختلف فراهم می کند. از آنجا که ارتعاشات می توانند بر پایداری سازه ها، ایمنی ساکنان و عملکرد تأسیسات زیربنایی اثرگذار باشند، روش پایش لرزش به ابزاری ضروری در مدیریت ریسک پروژه های عمرانی، معدنی، صنعتی و شهری تبدیل شده است.

در این روش، با اندازه گیری پارامترهایی چون سرعت ذره ای (PPV)، شتاب، فرکانس غالب، فشار هوا و میزان دوز ارتعاش (VDV)، می توان اثرات فعالیت هایی مانند انفجار، حفاری، شمع کوبی، تراکم دینامیکی و عملیات تخریب را بر محیط اطراف ارزیابی کرد. تحلیل داده های ثبت شده، ضمن فراهم آوردن درکی دقیق از رفتار دینامیکی خاک و سازه، امکان اتخاذ تصمیم های مهندسی مناسب پیش از عبور ارتعاشات از حدود مجاز را فراهم می سازد.

با افزایش گستره کاربرد این فناوری در پروژه های متنوع، نیاز به ثبت نظام مند داده ها و تحلیل نتایج حاصل از مطالعات میدانی بیش از پیش احساس می شود. مرور و یکپارچه سازی داده های پروژه های انجام شده، علاوه بر شناسایی ظرفیت ها و محدودیت های روش پایش لرزش، به بهبود فرایند طراحی، نصب تجهیزات و تفسیر داده ها کمک شایانی می کند.

این مجموعه با هدف گردآوری و ارائه خلاصه ای از پروژه های انجام شده در زمینه پایش لرزش تهیه شده است. در این فایل، اطلاعات مربوط به اهداف، روش اجرا، موقعیت مکانی و نتایج کلی هر پروژه گردآوری شده تا تصویری جامع از فعالیت های انجام شده و دستاوردهای میدانی ارائه شود. همچنین با تلفیق داده ها و تجربیات عملی، تلاش شده است مرجعی قابل استناد برای بررسی روند کار، مقایسه نتایج و برنامه ریزی مطالعات آینده ایجاد گردد.

بررسی پروژه های میدانی نشان می دهد که پایش لرزش ابزاری کارآمد، دقیق و قابل اعتماد برای پایش مستمر اثرات ارتعاشی است. دقت و کیفیت نتایج حاصل از این فناوری به عواملی مانند نوع سنسور، شرایط محیطی، ویژگی های زمین شناسی، نحوه استقرار تجهیزات و الگوریتم های پردازش داده وابسته است. انتخاب صحیح پارامترهای فنی و تحلیل دقیق داده ها، نقش تعیین کننده ای در افزایش دقت نتایج و اعتبار خروجی ها دارد. افزون بر این، ترکیب داده های حاصل از پایش لرزش با سایر روش های ژئوفیزیکی مانند لرزه نگاری مهندسی یا ژئوالکتریک، می تواند به درک جامع تری از رفتار زمین و سازه ها منجر شود و میزان عدم قطعیت در تصمیم گیری های مهندسی را کاهش دهد.

در نهایت، گردآوری و تحلیل منظم داده های پایش لرزش، ضمن فراهم آوردن مرجعی کاربردی برای ارزیابی عملکرد این فناوری در شرایط مختلف، زمینه ساز ارتقای دانش فنی، بهبود استانداردهای اجرایی و توسعه ای روش های نوین کنترل ارتعاشات در پروژه های آینده است. استمرار در ثبت و تحلیل داده ها می تواند به ارتقای سطح ایمنی، کاهش خسارات و افزایش پایداری پروژه های زیرساختی و عمرانی کشور منجر شود.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۴۱

صفحه ۴

مطالعه موردی شماره یک - تعیین استحکام فونداسیون کوره آهک در
یک کارخانه قند



پیشگام تجهیز بنیان

مطالعه موردی شماره یک - تعیین استحکام فونداسیون کوره آهک در یک کارخانه قند



هدف از انجام پروژه

هدف اصلی این پروژه، اندازه‌گیری و ارزیابی ارتعاشات ناشی از ضربه سنگ در فاصله تقریبی ۲۰ متری از محل اصابت آن است. انجام این پایش با هدف دستیابی به داده‌های دقیق لرزشی و تحلیل آن‌ها در چارچوب استانداردهای بین‌المللی صورت گرفته است تا امکان بررسی میزان تأثیرپذیری سازه از این ارتعاشات فراهم شود. از طریق این ارزیابی، شرایط ارتعاشی محیط در برابر ضربه‌های ناگهانی سنگ به‌طور کمی و کیفی بررسی می‌گردد و با حدود مجاز تعیین شده در استاندارد DIN 4150-3:2016-12 مقایسه می‌شود. نتایج این پایش مبنای ارزشمندی برای قضاوت مهندسی در زمینه پایداری سازه، شناسایی ریسک‌های احتمالی و ارائه توصیه‌های اصلاحی یا پیشگیرانه خواهد بود.

روش کار

پایش لرزش محل مورد نظر در این پروژه با استفاده از دستگاه Micromate انجام شد، که یکی از پیشرفته‌ترین دستگاه‌های پایش لرزش در سطح جهانی است. این دستگاه با قابلیت ثبت همزمان رویدادهای لرزشی و صوتی و با استفاده از سنسور ژئوفون سه مولفه، داده‌های دقیقی از ارتعاشات در بازه‌های زمانی و فرکانسی مختلف ثبت کرده است. دستگاه Micromate به دلیل طراحی کم حجم، دقت بالا، و قابلیت‌های پیشرفته در پردازش داده‌ها، به عنوان ابزار اصلی برای پایش این پروژه انتخاب شد (شکل ۱-۱).

شرکت Instantel با بیش از ۴۰ سال تجربه، در زمینه تولید دستگاه‌های پایش لرزش یکی از پیشرفته‌ترین شرکت دنیا است. دستگاه Micromate ساخت این شرکت در سطح جهانی استفاده می‌شود و یکی از قابل اعتمادترین دستگاه‌ها به شمار می‌رود. ما برای پایش لرزش و تأثیر شدت ارتعاشات بر ساختمان این دستگاه را انتخاب کردیم. برخی از ویژگی‌های کاربردی دستگاه را در ادامه می‌توانید مطالعه کنید.

ویژگی‌های کلیدی دستگاه Micromate

- **طراحی کم حجم:** این دستگاه در کف دست جای می‌گیرد و جابجایی آن بسیار راحت است.
- **حالت Histogram-Combo:** ثبت رویدادهای کامل شکل موج به‌طور همزمان با ضبط Histogram.
- **پورت USB چندمنظوره:** مناسب برای فلش مموری‌های USB، چاپگرهای میدانی و مودم‌ها و انتقال سریع و راحت داده‌ها.
- **صفحه نمایش لمسی رنگی بزرگ:** نمایش آسان و قابل خواندن که برای فعالیت‌های میدانی مناسب است.
- **ظرفیت ذخیره سازی بالا:** ذخیره بیش از ۱,۰۰۰ رویداد (۴,۰۰۰ با حافظه اختیاری).
- **عمر باتری طولانی:** باتری داخلی تا ۱۵ روز دوام می‌آورد (برای فعالیت‌های میدانی این امر بسیار ضروری است).
- **نظارت بدون وقفه:** ثبت کامل ارتعاشات بدون زمان از دست رفته بین رویدادها (با توجه به تنظیمات اختیاری).



شکل ۱-۱- نمایی از دستگاه مایکرومیت به همراه سنسورهای ژئوفون و میکروفن.



طراحی و انجام عملیات

برای پایش ارتفاعات سازه در کارخانه قند، ابتدا طرح عملیات با هدف ایجاد شرایط کنترل شده و حذف عوامل مزاحم محیطی تدوین شد. دستگاه پایش بر روی فونداسیون بتنی مجاور سازه نصب گردید تا بستری پایدار و عاری از ارتفاعات جانبی فراهم شود. به منظور کاهش نویز و افزایش دقت اندازه‌گیری و حذف تاثیر سایر عوامل محیطی، تمامی ماشین‌آلات سنگین نظیر جرثقیل و کامیون از مدار خارج و خاموش شدند و حضور افراد در اطراف سنسورها به‌طور کامل محدود گردید.

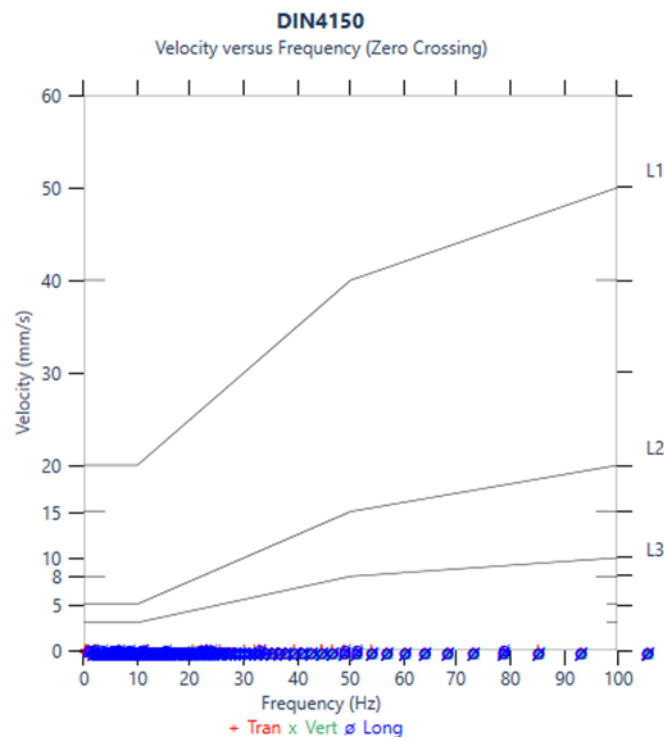
برای مطالعه لرزش ناشی از اصابت سنگ در محل سیلو، توده‌ای سنگی به وزن تقریبی سه تن از ارتفاع ۱۵ متری بالای سیلو رها شد و ضربه ناشی از آن ثبت گردید. این رویکرد معمول رها سازی سنگ، شرایط لازم جهت ثبت داده‌های دقیق و قابل اعتماد توسط تجهیزات پایش را مهیا نمود.

عملیات پایش در تاریخ ۱۴۰۴/۰۶/۱۷ و پس از انجام هماهنگی‌های لازم با کارفرمای محترم در محل کارخانه قند به اجرا درآمد. در این عملیات، سنسورهای ژئوفون سه‌مؤلفه‌ای در فاصله حدود دو متری از سازه نصب و دستگاه Micromate با نرخ نمونه‌برداری ۲۰۴۸ هرتز و در حالت قرائت دستی (Manual) تنظیم شد. فرآیند پایش رأس ساعت ۹:۰۰ آغاز و در ساعت ۹:۰۵ به پایان رسید. در طول عملیات، تمامی تمهیدات پیش‌بینی‌شده برای کاهش تداخلات محیطی رعایت گردید؛ از جمله خاموش کردن دستگاه‌های مجاور و محدود کردن تردد در اطراف محل نصب سنسورها. پس از رها سازی بار سنگ طبق طرح عملیات، امواج لرزه‌ای ایجادشده به‌طور کامل توسط دستگاه ثبت و ذخیره شد.

نتیجه‌گیری

پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات به دقت پردازش و تحلیل شد و نتایج حاصل در این گزارش ارائه گردیده است. بر اساس تحلیل‌ها، مقادیر بیشینه سرعت ذره‌ای (PPV) برای سازه مورد نظر در حد ایمن قرار دارند. لازم به ذکر است که تمامی ارزیابی‌ها بر اساس استاندارد DIN 4150 و با فرض یک سازه صنعتی استاندارد انجام شده است.

در شکل ۱-۲، تمامی رویدادهای ثبت شده همراه با مقادیر PPV متناظر بر روی نمودار مرجع DIN 4150 نشان داده شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمامی مقادیر در فرکانس‌های مختلف در دامنه ایمن این استاندارد قرار دارند، که صحت و ایمنی سازه را تأیید می‌کند.



شکل ۱-۲- بررسی ایونت های مختلف حاصل از ارتعاشات سازه بر روی نمودار استاندارد DIN 4150.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۰۴۱-۲۰۶۰-۵

صفحه ۹

مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه

آزمایشی XRF



پیشگام تجهیز بنیان

مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه آزمایشگاهی XRF



هدف از انجام پروژه

با توجه به حساسیت دستگاه‌های XRF به لرزش‌های محیطی، میزان لرزش در محیط نصب دستگاه نباید از مقدار مجاز تجاوز نماید. تجاوز میزان لرزش از مقدار مجاز می‌تواند بر عملکرد و کیفیت داده‌های دستگاه موثر باشد. لذا قبل از نصب دستگاه باید اطمینان حاصل نمود که لرزش‌های موجود در محل دستگاه از میزان مجاز تجاوز نمی‌نماید. هدف از انجام این پروژه، بررسی میزان لرزش در محل نصب دستگاه آزمایشگاهی XRF مطابق با استانداردهای بین‌المللی همچون DIN 4150 و ISO/TS 10811-1 بوده است. در این راستا، شرکت پیشگام تجهیز بنیان به درخواست کارفرما به ارزیابی میزان لرزش در محل نصب دستگاه فلورسانس پرتو ایکس (XRF) پرداخته است.

روش کار

پایش لرزش محل مورد نظر در این پروژه با استفاده از دستگاه Micromate انجام شد، که یکی از پیشرفته‌ترین دستگاه‌های پایش لرزش در سطح جهانی است. این دستگاه با قابلیت ثبت همزمان رویدادهای لرزشی و صوتی و با استفاده از سنسور ژئوفون سه مولفه، داده‌های دقیقی از ارتعاشات در بازه‌های زمانی و فرکانسی مختلف ثبت کرده است. دستگاه Micromate به دلیل دقت بالا و قابلیت‌های پیشرفته در ثبت داده‌ها به عنوان ابزار اصلی برای پایش این پروژه انتخاب شد. شرکت Instantel با بیش از ۴۰ سال تجربه، در زمینه تولید دستگاه‌های پایش لرزش یکی از پیشرفته‌ترین شرکت‌های این صنعت در دنیا است. دستگاه Micromate ساخت این شرکت در سطح جهانی استفاده می‌شود و یکی از قابل اعتمادترین دستگاه‌ها به شمار می‌رود. ما برای پایش لرزش و تاثیر شدت ارتعاشات در محل نصب دستگاه XRF این دستگاه را انتخاب کرده‌ایم.

طراحی و انجام عملیات

در تاریخ ۱۴۰۴/۰۶/۲۳ عملیات پایش واقع در شهرک صنعتی صفادشت پس از هماهنگی‌های لازم با کارفرمای محترم انجام شد. این عملیات به منظور مطالعه لرزش‌ها و ارتعاشات در محل نصب دستگاه XRF انجام گردید. تصویری از دستگاه XRF در شکل ۲-۲ نمایش داده شده است. برای این پایش، سنسورهای ژئوفون سه مؤلفه‌ای مورد استفاده قرار گرفت که در فاصله ۱ متری از دستگاه نصب گردید. دستگاه مایکرومیت با نرخ نمونه برداری ۲۰۴۸ هرتز و در حالت قرائت دستی (Manual) تنظیم شده بود. پایش دقیقاً از ساعت ۱۰:۳۳:۵۰ آغاز و در بازه‌های زمانی مختلف در طول روز تکرار گردیده است. همچنین به منظور کاهش تداخلات محیطی و افزایش دقت اندازه‌گیری، در طول عملیات پایش رفت و آمد اشخاص در اتاق آزمایشگاه منع گردید.

برداشت داده‌ها در طی روز، در قالب ۱۳ بازه‌ی ۱۵ دقیقه‌ای و با فواصل زمانی منظم ۱۵ دقیقه، انجام شد. این برداشت‌ها به گونه‌ای برنامه‌ریزی شدند که تمامی شرایط لرزشی را بتواند در طول روز رکورد نمایند. چون ممکن است به دلیل تغییر الگوی ترافیکی یا هر رخداد دیگری، و وضعیت داده‌ها در بازه‌های از روز متفاوت باشد. لذا طوری برنامه‌ریزی شده بود که در هر بازه از روز داده‌ای ثبت شده باشد.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۰۴۱-۲۰۶۰-۵

صفحه ۱۱

مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه
آزمایشی XRF



پیشگام تجهیز بنیان



شکل ۱-۲- تصویر اپراتور در حال تنظیم دستگاه میکرومیت برای برداشت.



شکل ۲-۲- نمایی از سنسور سه مولفه دستگاه لرزه نگار ماکرومیت در فاصله یک متری از دستگاه XRF.



پیشگام تجهیز بنیان

مطالعه موردی شماره دو – اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه
آزمایشی XRF

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۰۴۱

صفحه ۱۲

نتیجه گیری

ارزیابی داده ها براساس دو استاندارد صورت گرفت. استاندارد اول DIN-4150 به منظور پایش سازه نسبت به لرزش های ثبت شده توسط دستگاه و استاندارد دوم ISO/TS 10811-1 به منظور تشخیص تاثیر ارتعاشات محیط روی دستگاه XRF انجام شد.

شرایط آزمایشگاهی برای دستگاه XRF که در فایل راهنمای دستگاه ذکر شده است موارد مربوط به ارتعاش محل نصب دستگاه به شرح زیر می باشد:

- بازه ۵ هرتز تا ۵۰ هرتز: دامنه ۵۰ میکرومتر (۰,۰۵ میلی متر)
- بازه ۵۰ هرتز تا ۵۰۰ هرتز: 0.25g

در این صورت اگر فرکانس موج ثبت شده بین ۵ تا ۵۰ هرتز باشد میزان جابجایی (Displacement) نباید بیشتر از ۵۰ میکرومتر افزایش یابد و همچنین در فرکانس ۵۰ تا ۵۰۰ هرتز میزان شتاب بیشینه نباید از 0.25g تجاوز کند. لرزش های ثبت شده روی سازه هیچ تاثیر مخاطره انگیزی را نمایش نمی دهند و لرزش ها طبق استاندارد DIN-4150 در محدوده مجاز برای سلامتی ساختمان قرار دارند.

ارزیابی دوم برای تاثیر داده بر محل نصب دستگاه بود. این ارزیابی بر اساس استاندارد ISO/TS 10811-1 و آنچه در کاتالوگ دستگاه درج شده بود، انجام گردید. همانطور که در جدول زیر نشان داده شده است، لرزش ها اکثرا در محدوده مجاز قرار دارد ولی در دو بازه لرزش از میزان مجاز تجاوز نموده است. تجاوز لرزش از میزان مجاز خود به صورت پیوسته نبوده و به صورت لحظه ای اتفاق افتاده است. شکل ۲-۳ و ۲-۴، نمونه تصاویر امواج ثبت شده را نمایش می دهد.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۴۱

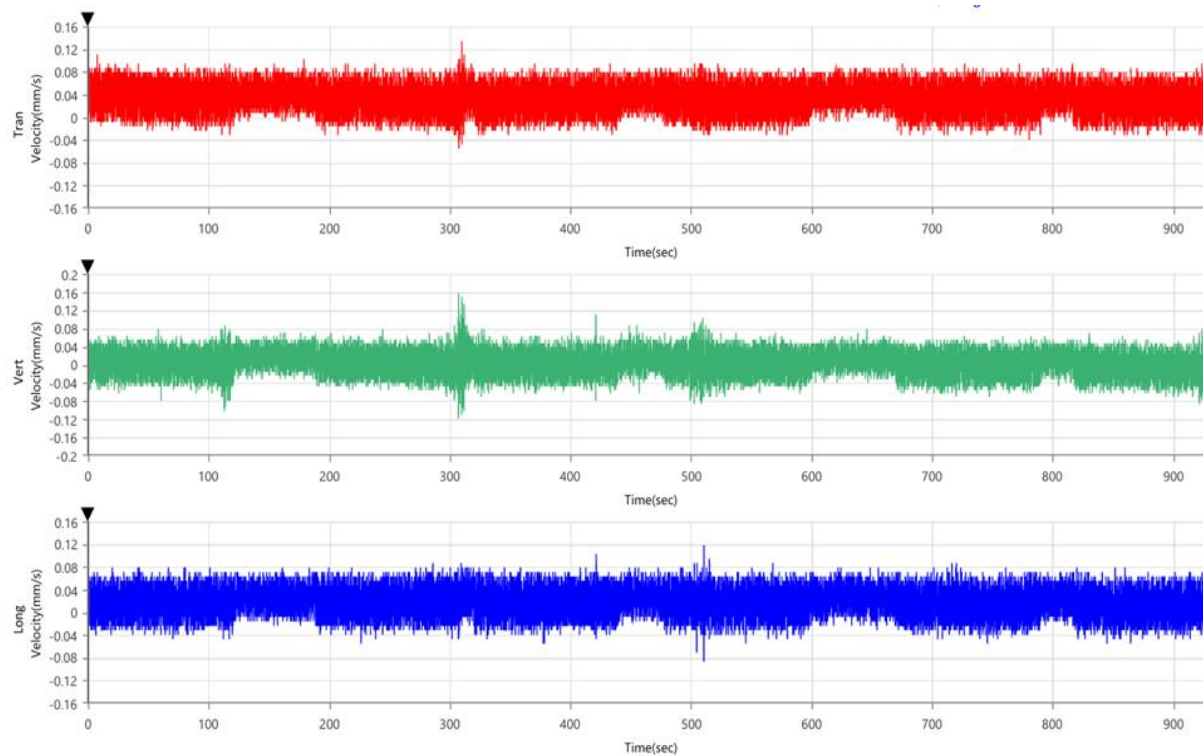
صفحه ۱۳

مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه

آزمایشی XRF



پیشگام تجهیز بنیان



شکل ۲-۳- ارتعاشات ثبت شده توسط دستگاه میکرومیت در حوزه زمان.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۴۱

صفحه ۱۴

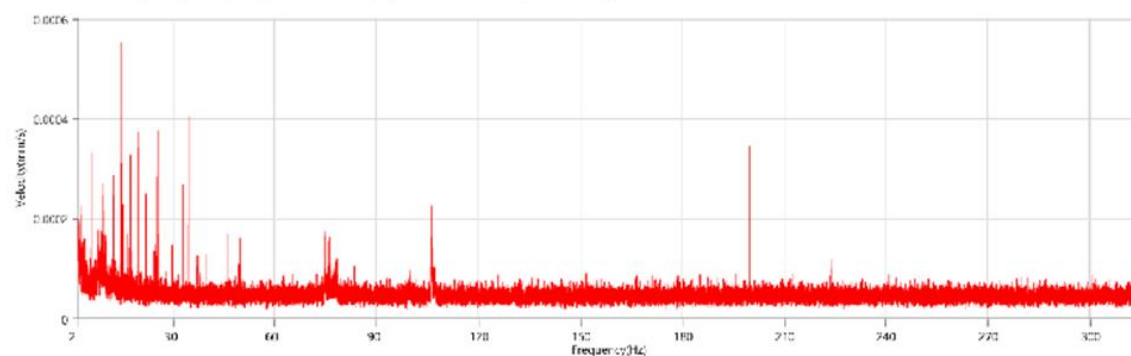
مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه

آزمایشی XRF

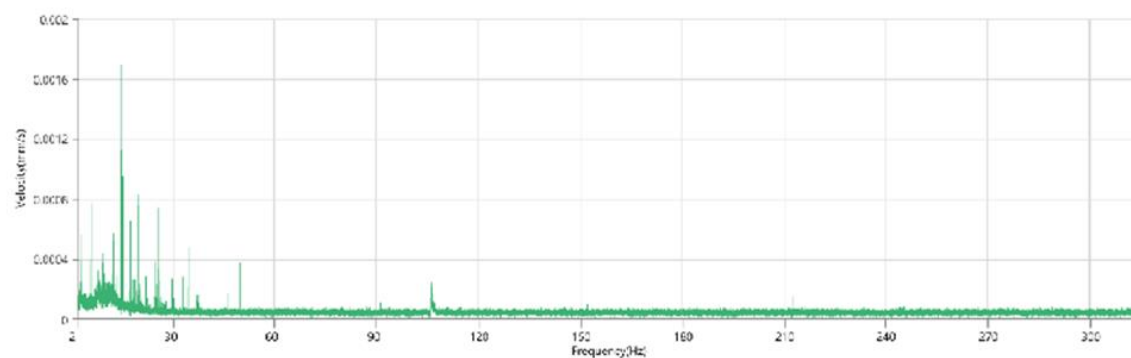


پیشگام تجهیز بنیان

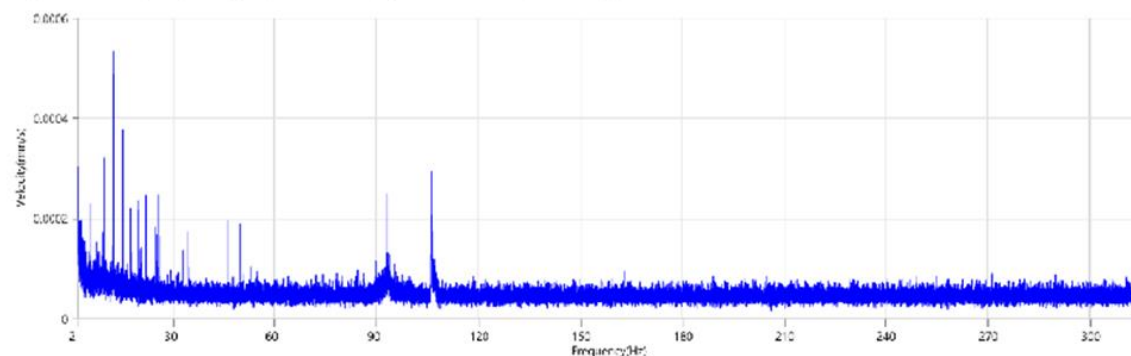
Tran - Dominant Frequency 14.9 Hz, Amplitude 0.001 mm/s (Peak Particle Velocity: 0.134 mm/s)



Vert - Dominant Frequency 14.9 Hz, Amplitude 0.002 mm/s (Peak Particle Velocity: 0.158 mm/s)



Long - Dominant Frequency 12.5 Hz, Amplitude 0.001 mm/s (Peak Particle Velocity: 0.118 mm/s)



شکل ۲-۱- ارتعاشات ثبت شده توسط دستگاه میکرومیت در حوزه فرکانس.



پیشگام تجهیز بنیان

مطالعه موردی شماره دو - اندازه گیری لرزش در محل نصب دستگاه
آزمایشی XRF

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۰۴۱

صفحه ۱۵

جدول ۱-۲- اطلاعات ثبت شده مربوط به هر بازه زمانی

نتیجه	معیار ارزیابی	بیشینه شتاب (g)	بیشینه جابجایی (mm)	فرکانس سرعت ذره‌ای بیشینه (Hz)	ساعت پایان	ساعت شروع	ردیف
مجاز	شتاب	0.016	0.01	100	۱۰:۴۰:۳۰	۱۰:۳۳:۵۰	۱
مجاز	جابجایی	0.016	0.038	46.5	۱۰:۵۷:۲۰	۱۰:۴۹:۲۰	۲
مجاز	شتاب	0.016	0.048	78.8	۱۱:۱۵:۲۷	۱۱:۰۶:۵۸	۳
مجاز	شتاب	0.018	0.031	93.1	۱۱:۳۶:۲۸	۱۱:۲۷:۱۸	۴
مجاز	شتاب	0.014	0.024	85.3	۱۲:۲۴:۳۹	۱۲:۰۸:۵۹	۵
مجاز	جابجایی	0.009	0.023	30.1	۱۲:۵۰:۲۰	۱۲:۴۰:۳۴	۶
مجاز	شتاب	0.011	0.011	85.3	۱۳:۱۱:۲۷	۱۳:۰۰:۱۳	۷
مجاز	جابجایی	0.009	0.034	10.9	۱۴:۰۰:۰۵	۱۳:۴۴:۱۳	۸
غیرمجاز	جابجایی	0.01	0.086	18.3	۱۴:۲۹:۳۶	۱۴:۱۴:۱۱	۹
مجاز	شتاب	0.011	0.087	64	۱۴:۵۴:۲۰	۱۴:۴۳:۳۸	۱۰
غیرمجاز	جابجایی	0.01	0.206	10.7	۱۵:۲۸:۲۰	۱۵:۱۳:۱۶	۱۱
مجاز	شتاب	0.01	0.08	85.3	۱۵:۵۹:۰۲	۱۵:۴۳:۳۵	۱۲
مجاز	شتاب	0.011	0.079	64	۱۶:۲۵:۰۰	۱۶:۰۹:۲۱	۱۳

همانطور که مشخص است فقط در دو بازه ردیف ۹ و ردیف ۱۱ مقدار شتاب در محل دستگاه بیشتر از حد مجاز مندرج در کاتالوگ بوده است. لازم به ذکر است این بیشینه شتاب به صورت پیوسته نبوده و به صورت لحظه ای اتفاق افتاده است.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۴۱

صفحه ۱۶

مطالعه موردی شماره سه - تعیین الگوی انفجار بهینه در محل معدن و
کاهش تاثیر آن بر تجهیزات کارخانه سیمان



پیشگام تجهیزبیا

مطالعه موردی شماره سه - تعیین الگوی انفجار بهینه در محل معدن و کاهش تاثیر آن بر
تجهیزات کارخانه سیمان



هدف از انجام پروژه

هدف این پروژه، اندازه‌گیری، ثبت و تحلیل لرزش‌های ناشی از عملیات انفجار در یک معدن سیمان است تا میزان ارتعاشات منتقل شده به سازه‌ها، تجهیزات و تأسیسات اطراف معدن مورد ارزیابی قرار گیرد. این پایش با هدف تعیین سطح ایمنی لرزش‌ها و بررسی تطابق آن با حدود ارائه شده در استاندارد بین‌المللی DIN 4150-3:2016-12 انجام شده است. در این پروژه تلاش شده است تا با اندازه‌گیری دقیق پارامترهای ارتعاشی در نقاط مختلف پیرامون محل انفجار، تأثیر لرزش‌ها بر زیرساخت‌های نزدیک معدن از جمله ساختمان‌ها، تأسیسات صنعتی و تجهیزات حساس به ویژه ساختمان پست برق این واحد صنعتی بررسی گردد. نتایج این ارزیابی می‌تواند به بهینه‌سازی الگوی انفجار، کاهش آسیب‌های احتمالی به سازه‌ها، و افزایش ایمنی در تداوم عملیات استخراجی کمک کند.

به طور کلی، هدف نهایی از اجرای این پروژه، ارائه مبنایی علمی و قابل استناد برای تصمیم‌گیری در خصوص محدوده‌های مجاز لرزش، برنامه‌ریزی عملیات آتی انفجار و تضمین پایداری سازه‌های مجاور معدن می‌باشد.

روش کار

پایش لرزش محل مورد نظر در این پروژه با استفاده از دستگاه Micromate انجام شد، که یکی از پیشرفته‌ترین دستگاه‌های پایش لرزش در سطح جهانی است. این دستگاه با قابلیت ثبت همزمان رویدادهای لرزشی و صوتی و با استفاده از سنسور ژئوفون سه مولفه، داده‌های دقیقی از ارتعاشات در بازه‌های زمانی و فرکانسی مختلف ثبت کرده است. دستگاه Micromate به دلیل طراحی کم حجم، دقت بالا، و قابلیت‌های پیشرفته در پردازش داده‌ها، به عنوان ابزار اصلی برای پایش این پروژه انتخاب شد.

شرکت Instantel با بیش از ۴۰ سال تجربه، در زمینه تولید دستگاه‌های پایش لرزش یکی از پیشرفته‌ترین شرکت‌های حال حاضر دنیا است. دستگاه Micromate ساخت این شرکت در سطح جهانی استفاده می‌شود و یکی از قابل اعتمادترین دستگاه‌ها به شمار می‌رود. ما برای پایش لرزش و تاثیر شدت ارتعاشات بر ساختمان این دستگاه را انتخاب کردیم.

طراحی و انجام عملیات

عملیات پایش لرزش در تاریخ ۱۴۰۴/۰۷/۰۵ در محل معدن و کارخانه سیمان، پس از انجام هماهنگی‌های لازم با کارفرمای محترم به اجرا درآمد. هدف از این عملیات، مطالعه و ارزیابی لرزش‌ها و ارتعاشات ناشی از انفجارهای معدنی و همچنین لرزش ناشی از عملکرد سه عدد آسیاهای سنگ‌شکن فعال در کارخانه بود. در شکل ۳-۱، دستگاه میکرومیت (Micromate) در حال تنظیم توسط اپراتور پیش از آغاز عملیات پایش نمایش داده شده است. در این پروژه، از سنسورهای ژئوفون سه‌مؤلفه‌ای و میکروفون فشار صوت استفاده شد که در مجاورت سازه مورد مطالعه به‌منظور ثبت ارتعاشات ناشی از عملکرد آسیاهای سنگ‌شکن نصب گردیدند. دستگاه میکرومیت با نرخ نمونه‌برداری ۲۰۴۸ هرتز و در حالت قرائت دستی (Manual Mode) تنظیم و برای ثبت داده‌ها آماده‌سازی شده بود. عملیات پایش از ساعت ۱۲:۰۰ ظهر آغاز و در ساعت ۱۶:۰۰ به پایان رسید. در مرحله نخست و پیش از انجام انفجارها، به‌منظور فراهم شدن شرایط هماهنگی، میزان ارتعاشات ناشی از فعالیت آسیاهای کارخانه ثبت گردید. در این زمان، دو عدد از سه آسیای کارخانه فعال و آسیای سوم در حال تعمیر بوده است. پس از ثبت ارتعاشات اولیه، دستگاه در فاصله‌ای حدود ۱۵۰ متر از محل انفجار مجدداً نصب و آماده به‌کار گردید تا لرزش‌ها و فشار صوت ناشی از انفجارها به‌صورت دقیق ثبت شود. در مجموع، شش انفجار با پارامترهای متفاوت شامل عمق چال، تعداد چال و میزان خرج مصرفی انجام شد و مقادیر لرزش و فشار صوتی هر انفجار به‌صورت مجزا توسط دستگاه ثبت گردید. در پایان عملیات، به‌منظور بررسی تأثیر لرزش‌های ناشی از عملکرد تمامی آسیاهای کارخانه بر سازه پست برق معدن، دستگاه در محل مورد نظر مستقر شد و با روشن شدن تدریجی هر سه آسیا، مقادیر ماکزیمم ارتعاش وارده به سازه ثبت و ذخیره گردید.



شکل ۳-۱- تصویر اپراتور در حال تنظیم دستگاه میکرومیت



نتیجه گیری

- با توجه به داده های ثبت شده از انفجار ها و لرزش های ناشی از آسیا ها مطالب زیر را می توان بیان کرد:
- با توجه به استاندارد DIN4150 لرزش های آسیا و هیچ یک از انفجار ها در کوتاه مدت آسیبی به سازه های صنعتی وارد نمی کند. ولی در طولانی مدت ممکن است پیامدهایی داشته باشد.
 - ارتعاشات و سرعت ذره ای بیشینه در تمام انفجار های انجام شده از ارتعاشات و سرعت ذره ای بیشینه یک آسیای در حال چرخش بیشتر است به جز انفجار شماره ۴.
 - میزان جابجایی بیشینه تحت تاثیر ارتعاشات سه آسیای در حال چرخش بیشتر از تمامی انفجار ها ست زیرا ارتعاش ناشی از انفجار بصورت لحظه ای بوده ولی ارتعاش ناشی از آسیاها بطور مداوم می باشد.
 - میزان شتاب بیشینه در انفجار های دوم و چهارم تقریبا برابر با شتاب بیشینه ناشی از لرزش های آسیاهای در حال چرخش می باشد. باقی انفجار ها شتابی حدود ۱/۵ تا ۲ برابر شتاب بیشینه آسیاها منتشر می کنند.
 - مقادیر برآیند بیشینه سرعت ذره ای (PVS) در انفجارهای صورت گرفته بیشتر از مقادیر آن در آسیاها ثبت گردیده است. میزان PVS در انفجار چهارم به مقدار آن در آسیاها نزدیک تر است.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

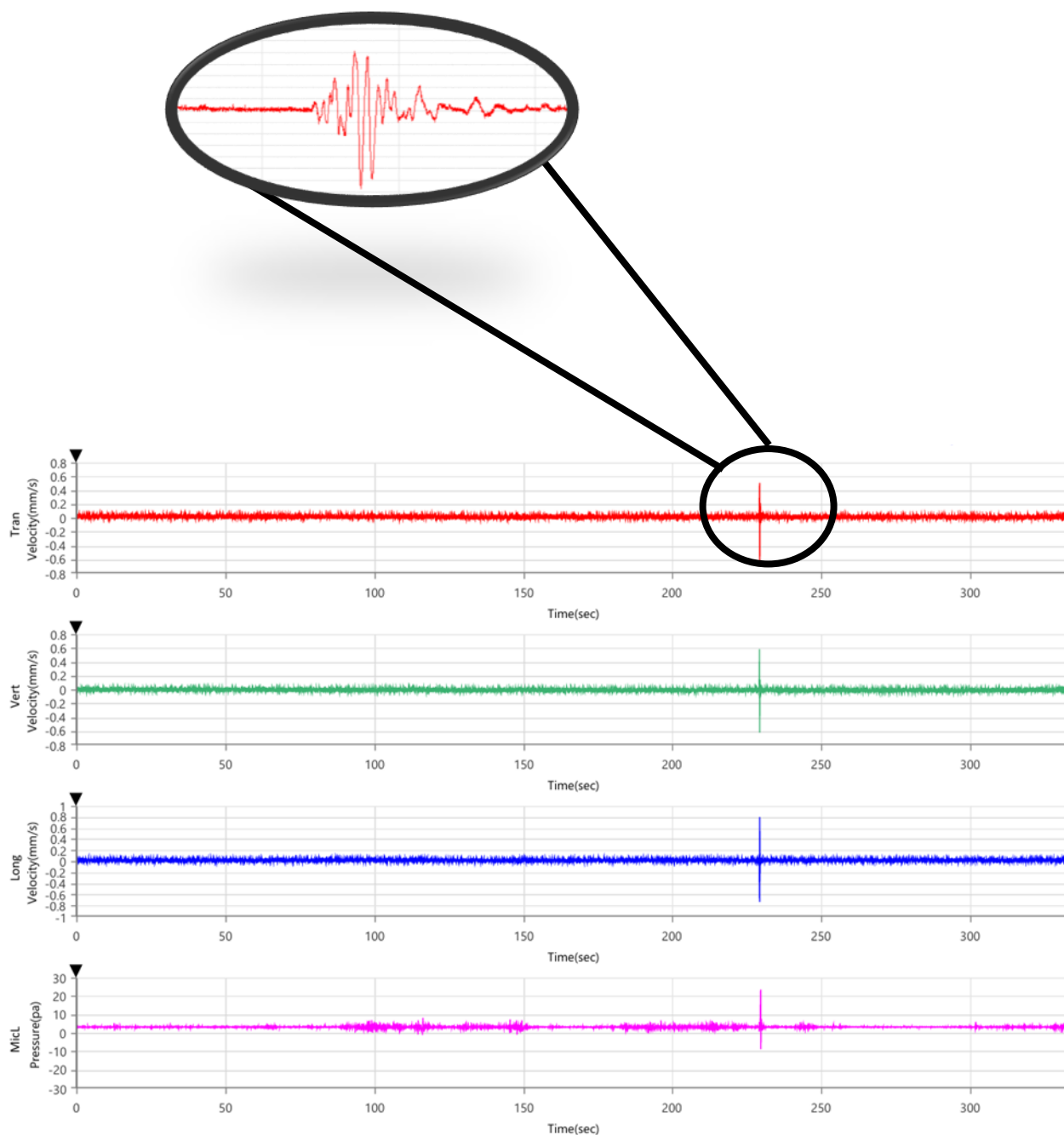
شماره: ۰۴۱-۲۰۶۰-۵

صفحه ۲۰

مطالعه موردی شماره سه - تعیین الگوی انفجار بهینه در محل معدن و
کاهش تاثیر آن بر تجهیزات کارخانه سیمان



پیشگام تجهیز بنیان



شکل ۲-۲- ارتعاشات ثبت شده توسط دستگاه مایکرومیت در حوزه زمان برای یک انفجار.



پیشگام تجهیز بنیان

مطالعه موردی شماره سه - تعیین الگوی انفجار بهینه در محل معدن و
کاهش تاثیر آن بر تجهیزات کارخانه سیمان

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره: ۵-۲۰۶۰-۴۱

صفحه ۲۱

جدول ۳-۱- مقادیر ثبت شده بیشینه PPV و بیشینه فشار صوت برای آسیا ها و انفجار ها

ردیف	زمان شروع	زمان پایان	بیشینه PPV mm/s	بیشینه فشار صوت pa	توضیحات
۱	۱۲:۰۹:۲۵	۱۲:۱۸:۴۸	۰,۳۵۵	۸,۱۳	آسیا
۲	۱۵:۵۱:۴۶	۱۶:۱۳:۳۸	۰,۶۹۴	۶,۹۸	آسیا
۳	۱۲:۴۴:۲۷	۱۲:۵۰:۰۰	۰,۷۹۶	۲۳,۴۱	انفجار اول
۴	۱۲:۵۰:۱۳	۱۳:۰۰:۰۰	۰,۷۷۲	۳۹,۵۷	انفجار دوم
۵	۱۳:۰۹:۴۴	۱۳:۱۲:۲۶	۱,۲۲۲	۴۸,۹۷	انفجار سوم
۶	۱۳:۳۸:۴۷	۱۳:۴۲:۰۰	۰,۶۴۶	۲۱,۲۱	انفجار چهارم
۷	۱۴:۲۸:۳۱	۱۴:۳۲:۱۲	۱,۷۲۶	۲۸,۰۸	انفجار پنجم
۸	۱۴:۳۳:۰۳	۱۴:۳۶:۱۵	۱,۵۷۶	۶۱,۶۸	انفجار ششم



تهران، خیابان کارگر شمالی، بعد از گمنام، بین خیابان ۱۴ و ۱۵، پلاک ۱۹۵۱، واحد ۲۰۷ کد پستی: ۱۴۳۹۷۶۰۰۲۴
تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۴۹۵۴ تارنما: www.ptbi.ir نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۴۹۵۴ رایانشانی: info@ptbi.ir