

شرکت پیشگام تجهیز بنیان

نبض زمین در دست ماست...

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه نگاری و پایش لرزش



WWW.PTBI.IR

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷	خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش	 پیشگام تجهیز بنیان
شماره: ۵-۱۳۷۸-۴۱		
صفحه ۰		

شرکت پیشگام تجهیز بنیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیز بنیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه نگاری و پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۴۱۰

صفحه ۱

فهرست مطالب

- ۱- معرفی شرکت پیشگام تجهیز بنیان ۳
- ۲- معرفی روش لرزه نگاری ۳
- ۳- خدمات قابل ارائه ۵
 - ۳-۱- سایت های ساختمانی (Construction Sites) ۵
 - ۳-۲- تونل ها و خطوط مترو (Tunnels and Subways) ۷
 - ۳-۳- معادن روباز (Quarries) ۹
 - ۳-۴- معادن زیرزمینی (Underground Mines) ۱۰
 - ۳-۵- پروژه های عمرانی و زیرساختی (Civil Projects) ۱۲
 - ۳-۶- عملیات زیرآبی و دریایی (Underwater and Marine) ۱۴
 - ۳-۷- اکتشاف نفت و گاز (Oil and Gas Exploration) ۱۶
 - ۳-۸- اجرای شمع کوبی (Pile Driving) ۱۷
 - ۳-۹- تراکم دینامیکی خاک (Dynamic Compaction) ۱۸
 - ۳-۱۰- ارزیابی میزان دوز ارتعاش (Vibration Dose Value) ۱۹
 - ۳-۱۱- عملیات انفجار (Blasting) ۲۰
 - ۳-۱۲- تخریب سازه ها (Demolition) ۲۱
 - ۳-۱۳- ارزیابی میزان دوز ارتعاش ماشین آلات صنعتی ۲۲
 - ۳-۱۴- اندازه گیری میزان ارتعاش در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق ۲۴
- ۴- تجهیزات و امکانات لرزه نگاری شرکت پیشگام تجهیز بنیان ۲۷
 - ۴-۱- دستگاه Micromate ساخت شرکت Instatel کانادا ۲۷
- ۵- برخی از پروژه های انجام شده ۲۹
 - ۵-۱- مطالعه موردی شماره یک - پایش لرزش انفجار در یک کارخانه سیمان ۳۰

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۲

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیزبنیان

۵-۲- مطالعه موردی شماره دو - پایش لرزش در محل نصب دستگاه آزمایشگاهی ۳۴

۵-۳- مطالعه موردی شماره سه - پایش لرزش در محل یک کارخانه قند ۴۰

۶- مزیت های رقابتی ۴۳

۷- گواهینامه ها ۴۳

۸- چشم انداز آینده ۴۴



۱- معرفی شرکت پیشگام تجهیز بنیان

شرکت پیشگام تجهیز بنیان از سال ۱۳۸۹ به صورت رسمی فعالیت خود را در حوزه های علوم زمین، محیط زیست و انرژی شروع نموده است. این شرکت با تکیه بر بیش از یک دهه تجربه در حوزه تجهیزات و خدمات ژئوفیزیکی، به عنوان یکی از پیشگامان صنعت اکتشافات غیرمخرب و مطالعات زیر سطحی در ایران شناخته می شود. شرکت پیشگام تجهیز بنیان با ارائه راهکارهای نوین در زمینه لرزه نگاری فعالیت خود را بر پایه سه رکن اصلی فناوری های روز جهانی، تیم متخصص چندرشته ای و رضایت مشتری استوار کرده است. سایر حوزه های فعالیت این شرکت به شرح زیر می باشد:

- طراحی و ساخت تجهیزات ژئوفیزیکی
- تعمیر و کالیبراسیون تجهیزات
- آموزش ژئوفیزیک
- مطالعات ژئوالکتریک
- مطالعات مگنتومتري
- مطالعات لرزه نگاری

۲- معرفی روش لرزه نگاری

امروزه انفجارهای کنترل شده کاربرد گسترده ای در پروژه های عمرانی شهری مانند گودبرداری، ساخت تونل، پل و پارکینگ های زیرزمینی دارند. همچنین در مناطق غیرشهری، این انفجارها عمدتاً در فعالیت های معدنی یا نظامی استفاده می شوند. مواد منفجره با ایجاد امواج لرزه ای در زمین و امواج فشاری در هوا، می توانند لرزش هایی را تا کیلومترها دورتر منتقل کرده و به ساختمان ها، زیر ساخت ها و سازه های مجاور آسیب وارد کنند. حتی در شرایط کنترل شده، این لرزش ها ممکن است موجب نگرانی ساکنان مجاور، به صدا درآمدن دزدگیرها یا ایجاد ترک در ساختمان ها شوند و در نتیجه منجر به شکایات قانونی یا توقف پروژه گردند. همچنین صدا و فشار بالای انفجارها می تواند سلامت و ایمنی کارگران را نیز تهدید کند. برای مدیریت این اثرات، استفاده از تجهیزات مانیتورینگ لرزه ای ضروری است. این دستگاه ها شدت لرزش، موج فشاری هوا و سطح نویز را به صورت لحظه ای ثبت می کنند و امکان واکنش سریع قبل از عبور از حدود قانونی را فراهم می آورند. داده های ثبت شده علاوه بر استفاده فنی، قابلیت استناد در مراجع قانونی را نیز دارند. در این زمینه، شرکت هایی مانند Instantel کانادا در طراحی تجهیزات پیشرفته پایش لرزه و نرم افزارهای تخصصی نقش فعالی ایفا می کنند. این ابزارها به مهندسان کمک می کنند تا ریسک های ناشی از انفجار را کاهش داده و ایمنی پروژه را تضمین کنند.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷	خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش	 پیشگام تجهیزینیان
شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱		
صفحه ۴		

کاربردهای سیستم‌های پایش لرزه‌ای در انفجارهای کنترل‌شده به شرح زیر می‌باشد:

۱. سایت‌های ساختمانی (Construction Sites)
۲. تونل‌ها و خطوط مترو (Tunnels and Subways)
۳. معادن روباز (Quarries)
۴. معادن زیرزمینی (Underground Mines)
۵. پروژه‌های عمرانی و زیرساختی (Civil Projects)
۶. عملیات زیرآبی و دریایی (Underwater and Marine)
۷. اکتشاف نفت و گاز (Oil and Gas Exploration)
۸. اجرای شمع کوبی (Pile Driving)
۹. تراکم دینامیکی خاک (Dynamic Compaction)
۱۰. ارزیابی میزان دوز ارتعاش (Vibration Dose Value)
۱۱. عملیات انفجار (Blasting)
۱۲. تخریب سازه‌ها (Demolition)

۳- خدمات قابل ارائه

۳-۱- سایت های ساختمانی (Construction Sites)



چرا باید پروژه ساختمانی خود را پایش کنید؟

فعالیت‌هایی مانند انفجار یا کوبیدن شمع‌ها در پروژه‌های ساختمانی به ایجاد لرزش‌های شدید معروف هستند که می‌توانند به خانه‌ها، ساختمان‌ها، خطوط فاضلاب و سایر سازه‌های مجاور آسیب وارد کنند. انفجار همچنین می‌تواند باعث ایجاد فشار بیش از حد هوا شود که نیرویی از هوا تولید می‌کند. این نیروی هوا می‌تواند آژیر خودروها را به صدا درآورده و به پنجره‌ها آسیب بزند. حتی در بهترین شرایط اجرای این فعالیت‌ها، ممکن است موجب نگرانی ساکنان ساختمان‌ها و خانه‌های اطراف شود. طبیعی است که وقتی ویرترین ظروف چینی شروع به لرزیدن می‌کند یا آژیر خودروها به صدا درمی‌آید، مردم تصور کنند که ملک آن‌ها در اثر فعالیت‌های ساختمانی نزدیک در حال آسیب دیدن است. گرچه فعالیت‌هایی مثل انفجار می‌توانند به دارایی‌ها آسیب برسانند، اما حتی فعالیت‌هایی مانند کار با چکش‌های بادی یا کارهای ساده‌تر ساختمانی نیز می‌توانند صدای کافی برای ایجاد مزاحمت و نگرانی همسایگان تولید کنند. این امر ممکن است منجر به شکایت‌های رسمی در مورد سر و صدا شده و حتی منجر به تعلیق پروژه یا جریمه‌های مالی گردد. سطح صدای بالا همچنین می‌تواند یک نگرانی جدی برای سلامت و ایمنی کارگران شما باشد.

راهکارهای پایش پروژه های ساختمانی

با استفاده از تجهیزات، می‌توانید لرزش، فشار هوای ناشی از انفجار و یا سطح صدای فعالیت‌های ساختمانی را به صورت دقیق ثبت و کنترل کنید. از آنجا که داده‌های ثبت شده تقریباً به صورت آنی قابل مشاهده هستند، این امکان را دارید که پیش از بروز مشکل یا عبور از حدود قانونی، فعالیت‌های خود را اصلاح و مدیریت کنید. سیستم هشداردهی این دستگاه‌ها بر اساس سطح‌های مشخص شده توسط شما تنظیم می‌شود و می‌تواند برای هر پروژه متفاوت باشد. اعلان‌ها می‌توانند از طریق رایانه، لپ‌تاپ، تبلت یا گوشی هوشمند برای شما یا هر فرد دیگری که تعیین کرده‌اید ارسال شوند. همچنین، تمام داده‌ها به صورت آرشیو شده ذخیره می‌شوند تا در صورت بروز شکایت یا مسئولیت حقوقی، مستندات قابل استنادی در اختیار داشته باشید. در

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۶

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیزبنیان

صنعت ساخت و ساز، دستورالعمل‌هایی برای تعیین حدود ایمن لرزش، فشار هوا و صدا تدوین شده است. پایش این عوامل نه تنها ممکن است الزامات قانونی در سطح محلی، ایالتی یا ملی باشد، بلکه به عنوان یک اقدام حرفه‌ای می‌تواند از شکایات مردمی و توقف پروژه جلوگیری کند.

۳-۲- تونل ها و خطوط مترو (Tunnels and Subways)



چرا باید پروژه‌های تونل و مترو را پایش کرد؟

فعالیت‌های ساختمانی که در سطح زمین انجام می‌شوند می‌توانند لرزش‌هایی ایجاد کنند که برای تونل‌ها یا خطوط مترو واقع در زیر محل پروژه، خطرآفرین باشند. به همین ترتیب، استفاده از تجهیزات سنگین مانند دستگاه‌های حفاری تونل (TBM) یا عملیات انفجاری در فرآیند ساخت تونل‌های جدید نیز می‌تواند به زیرساخت‌های موجود آسیب برساند. این فعالیت‌ها لرزش‌هایی در زمین تولید می‌کنند که به صورت موج در خاک گسترش می‌یابند. اگر شدت این لرزش‌ها زیاد باشد، حتی ممکن است به جاده‌ها، ساختمان‌ها یا سازه‌های سطح زمین آسیب وارد کند. علاوه بر این، لرزش‌های شدید ناشی از فعالیت‌های سطحی یا حفاری‌های زیرزمینی می‌توانند باعث جدا شدن سنگ یا سایر مصالح از بدنه تونل شوند و این مواد به مسیرهای ریلی یا جاده‌ای در داخل تونل سقوط کنند. در چنین مواردی، ممکن است لازم باشد تردد در تونل متوقف شود تا آوار برداشته شده و هرگونه خسارت ترمیم گردد. این اتفاق‌ها می‌توانند هزینه‌های سنگینی به پروژه تحمیل کرده و موجب تأخیر در زمان‌بندی آن شوند.

راهکارهای پایش تونل و خطوط مترو

با استفاده از سیستم‌های پیشرفته پایش، می‌توان لرزش‌ها و فشار هوای ناشی از انفجار را به صورت دقیق و لحظه‌ای ثبت و بررسی کرد. داده‌های به‌دست‌آمده تقریباً بلافاصله قابل مشاهده‌اند، بنابراین این امکان را خواهید داشت تا پیش از ایجاد مشکل یا عبور از حدود مجاز، اقدامات اصلاحی لازم را انجام دهید. هشدارها و آلارم‌ها بر اساس سطوحی که از پیش برای هر پروژه تعریف می‌کنید فعال می‌شوند و قابلیت تنظیم متفاوت برای هر کارگاه را دارند. در صورت بروز هشدار، سیستم به‌طور خودکار از طریق ایمیل، هشدارهای صوتی یا چراغ‌های هشدار در محل، شما را مطلع می‌سازد. این اعلان‌ها را می‌توان از طریق رایانه، گوشی هوشمند، تبلت یا لپ‌تاپ مشاهده کرد و در صورت نیاز به افراد مختلف نیز ارسال نمود. همچنین، همه اطلاعات به صورت مستندات آرشیوی ذخیره می‌شوند تا در صورت وقوع هرگونه شکایت یا مسئولیت حقوقی، از شما پشتیبانی کنند. این سیستم‌ها از یک واحد اصلی پایش به همراه مجموعه‌ای از حسگرهای دقیق تشکیل شده‌اند. نصب آن‌ها سریع و پیکربندی‌شان آسان است. کابل‌کشی تا فاصله‌ای در حدود یک کیلومتر نیز امکان‌پذیر بوده و به شما اجازه می‌دهد تا دستگاه

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۸

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیزینیان

را در خارج از محیط‌های د شوار مانند تونل‌ها نصب و مدیریت کنید. در صورت وجود تداخلات الکترومغناطیسی، نسخه‌ای از این سیستم‌ها با پوشش محافظ طراحی شده‌اند تا از ورود نویزهای الکتریکی جلوگیری شود.

۳-۳- معادن روباز (Quarries)



چرا پایش سایت معدنی اهمیت دارد؟

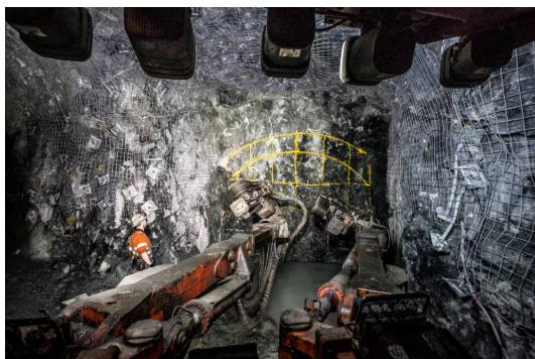
فعالیت معدن‌کاری شامل استخراج سنگ از دل زمین است. این سنگ‌ها یا مصالح معدنی، برای تولید محصولاتی مانند آسفالت و سیمان به کار می‌روند که در ساخت خانه‌ها، جاده‌ها و بسیاری از زیرساخت‌های دیگر استفاده می‌شوند. انفجار یکی از مراحل اصلی و حیاتی این فرآیند است و نخستین گام در جدا سازی سنگ از بستر زمین به شمار می‌آید. با وقوع انفجار، دو پیامد اصلی ممکن است توسط ساکنان اطراف احساس شود: لرزش زمین و فشار هوای ناشی از انفجار. زمانی که مواد منفجره فعال می‌شوند، تغییر ناگهانی و شدیدی در فشار ایجاد می‌گردد که به تولید موج‌های لرزشی در زمین و موج‌های فشاری در هوا منجر می‌شود. این امواج از محل انفجار به صورت دایره‌ای گسترش می‌یابند. بسته به شدت انفجار، آثار این امواج می‌تواند تا چندین کیلومتر دورتر احساس شود. لرزش‌های بیش از حد ممکن است به دیوارهای داخلی، پی ساختمان‌ها و دیگر سازه‌های مجاور آسیب وارد کند، و فشار هوای بیش از حد نیز می‌تواند باعث لرزش یا حتی شکستن شیشه‌ها شود.

راهکارهای پایش سایت معدنی

با استفاده از تجهیزات پایش پیشرفته، می‌توانید میزان لرزش، فشار هوای ناشی از انفجار و همچنین سطح صدا را در داخل و اطراف سایت معدنی ثبت و کنترل کنید. دستورالعمل‌ها و استانداردهای صنعتی مشخصی برای حفظ ایمنی در برابر لرزش‌ها و فشار هوای ناشی از انفجار تدوین شده‌اند. اطلاعات ثبت شده توسط این تجهیزات می‌تواند تأیید کند که فعالیت‌های انفجاری شما در محدوده مجاز این استانداردها انجام شده‌اند. همچنین این داده‌ها به شما کمک می‌کند تا انفجارهایی با راندمان بالاتر طراحی کنید، بدون اینکه موجب آزار یا نارضایتی ساکنین اطراف شوید.



۳-۴- معادن زیرزمینی (Underground Mines)



چرا باید فعالیت‌های معدن‌کاری زیرزمینی را پایش کرد؟

معدن‌کاری زیرزمینی فرآیندی است که در آن سنگ یا مواد معدنی از اعماق زمین استخراج می‌شوند، جایی که امکان برداشت آن‌ها از سطح زمین وجود ندارد. برای استخراج این مواد، تونل‌ها یا سطوح کاری از طریق حفاری یا انفجار در دل سنگ ایجاد می‌شوند. هر دو روش حفاری و انفجار باعث ایجاد لرزش‌هایی در زمین می‌شوند که این امواج لرزشی از محل ایجاد به اطراف گسترش می‌یابند. وقتی شدت این لرزش‌ها زیاد باشد، ممکن است به سازه‌های مجاور آسیب وارد شود؛ از جمله سطوح کاری دیگر، دفاتر اداری، سیستم‌های نوار نقاله، چاه‌های آسانسور یا سیستم‌های تهویه. در مناطق شهری، این لرزش‌ها حتی می‌توانند به سازه‌های سطح زمین مانند خانه‌ها، ساختمان‌های اداری و جاده‌ها نیز آسیب بزنند. انفجار همچنین باعث تولید نیرویی در هوا به نام «فشار هوای ناشی از انفجار» می‌شود. اگر سطح این فشار بالا باشد، می‌تواند به سازه‌های اطراف آسیب وارد کرده و شیشه‌های ماشین‌آلات یا دفاتر را بشکند. در فضاهای بسته‌ای مانند معادن زیرزمینی، اثر این فشار بیشتر شده و ممکن است شدت زیادی پیدا کند؛ در حدی که حتی می‌تواند در چاه‌ها را از جا بکند.

راهکارهای پایش معادن زیرزمینی

با بهره‌گیری از سامانه‌های پیشرفته پایش، می‌توان به صورت دقیق میزان لرزش، فشار هوای ناشی از انفجار و سطح صدا را در داخل یا اطراف معدن ثبت و رصد کرد. داده‌های به دست آمده از این پایش‌ها، نقش مهمی در بهبود طراحی الگوهای انفجار ایفا می‌کنند؛ به طوری که می‌توان با دقت بیشتری انفجارها را برنامه‌ریزی کرده و ضمن افزایش بهره‌وری، هزینه‌های عملیاتی را نیز کاهش داد. برای معادنی که در مناطق شهری یا در نزدیکی مناطق مسکونی فعالیت می‌کنند، رعایت حدود مجاز لرزش و صدا از اهمیت بالایی برخوردار است. استانداردهای مشخصی برای این مقادیر توسط مراجع تخصصی تدوین شده‌اند و پایش مداوم داده‌ها در محل سکونت یا کسب و کارهای اطراف معدن، به عنوان راهکاری مؤثر جهت اطمینان از پایبندی به این استانداردها شناخته می‌شود. برخی معادن با هدف افزایش شفافیت و تعامل اجتماعی، ترجیح می‌دهند داده‌های پایشی خود را به صورت عمومی در اختیار ذی‌نفعان قرار دهند. پلتفرم ابری ویژه‌ی این حوزه، امکان اشتراک‌گذاری خودکار و ۲۴ ساعته داده‌ها را از طریق گوشی‌های هوشمند، تبلت، لپ‌تاپ یا هر دستگاه متصل به اینترنت فراهم می‌کند. اطلاعات ثبت شده به صورت خودکار



پیشگام تجهیز بنیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه نگاری و پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۱۱

دسته بندی شده و جزئیات مربوط به هر انفجار قابل ثبت و مشاهده خواهد بود. حتی در مواقعی که شدت انفجار به اندازه ای نیست که موجب ثبت خودکار رویداد شود، سامانه به صورت هوشمند گزارش «انفجار بدون رویداد» تولید می کند. این سامانه همچنین امکان تولید گزارش های تحلیلی و سفارشی را در بازه های روزانه، هفتگی یا ماهانه فراهم می کند. علاوه بر آن، می توان داده های مربوط به سنسورهای دیگر مانند دما یا میزان گرد و غبار را نیز در کنار داده های لرزش و صدا نمایش داد تا گزارش هایی جامع و کاربردی تهیه شود. در نرم افزار تخصصی تحلیل داده نیز می توان اطلاعات ثبت شده را با دقت بالا پردازش کرد. این نرم افزار امکان تعیین دقیق زمان و سرعت انفجار هر چال را از طریق نشانه گذاری روی امواج فراهم می سازد. همچنین ابزارهای پیشرفته ای آن امکان تحلیل فرکانسی، جدا سازی امواج انفجاری چال ها و مقایسه ی دقیق الگوی زمان بندی انفجار با داده های واقعی ثبت شده را فراهم می کنند. این قابلیت ها به شما کمک می کنند تا از صحت اجرای طرح انفجار اطمینان حاصل کرده و در صورت نیاز، اصلاحات لازم را انجام دهید.

۳-۵- پروژه های عمرانی و زیرساختی (Civil Projects)



چرا پایش پروژه های عمرانی اهمیت دارد؟

پروژه های عمرانی شامل ساخت زیرساخت هایی همچون جاده ها، پل ها، فرودگاه ها، مدارس، بیمارستان ها، سدها و سایر تأسیسات عمومی هستند. بسیاری از فعالیت هایی که در این پروژه ها انجام می شوند، مانند حفاری، شمع کوبی یا کوبش دینامیکی، باعث تولید لرزش هایی می شوند که ممکن است به ساختمان ها و زیرساخت های مجاور آسیب وارد کنند.

همچنین عملیات هایی مانند انفجار یا تخریب می توانند فشار ناگهانی و شدیدی در هوا ایجاد کنند که به آن "فشار هوای ناشی از انفجار" گفته می شود. این پدیده می تواند موجب فعال شدن آژیر خودروها، لرزش شدید پنجره ها و در مواردی شکستن شیشه ها شود. در حالی که قوانین و مقررات متعددی در سطح شهری، ایالتی و ملی برای محدود کردن سطوح مجاز لرزش، فشار هوا و صدا وجود دارد، پایش مستمر این پارامترها نه تنها کمک می کند تا پروژه مطابق با الزامات قانونی اجرا شود، بلکه به عنوان یک اقدام حرفه ای و پیشگیرانه از سوی پیمانکار یا مشاور پروژه، نقش مؤثری در جلوگیری از شکایات، تأخیرها و خسارات احتمالی ایفا می کند.

راهکارهای پایش پروژه های عمرانی و زیر ساختی (Civil Projects)

با بهره گیری از تجهیزات پایش تخصصی، می توان مقادیر لرزش زمین، فشار هوای ناشی از انفجار و/یا سطوح نویز را در محیط پروژه به صورت مستمر ثبت و نظارت کرد. داده های به دست آمده این امکان را فراهم می کنند تا سطوح لحظه ای با مقادیر گذرای ثبت شده در طول بازه زمانی پروژه مقایسه شده و روندهای احتمالی مورد تحلیل قرار گیرند. این داده ها تقریباً بلافاصله پس از ثبت، قابل مشاهده هستند و به شما این امکان را می دهند که پیش از شکل گیری هرگونه نگرانی یا تخطی از حدود مجاز، فعالیت های اجرایی را اصلاح یا تنظیم کنید. سیستم هشدار می تواند بر اساس آستانه هایی که به صورت اختصاصی برای هر پروژه تعریف می شوند، فعال شود. به عنوان مثال، در صورت اجرای عملیات شمع کوبی در مجاورت یک تونل مترو، پل یا سایر سازه های حساس، پایش لحظه ای اطلاعات به شما اجازه می دهد تا پیش از بروز هرگونه پیامد فنی یا قانونی، اقدامات اصلاحی را در زمان مناسب انجام دهید. در صورت اتصال تجهیزات هشداردهنده نظیر آژیر یا چراغ های هشدار به سامانه پایش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۴۱

صفحه ۱۳

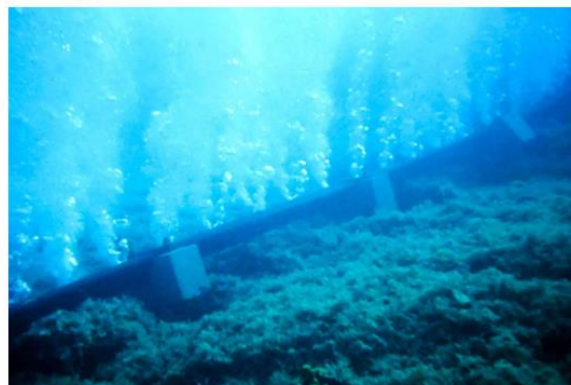
خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیزبنیان

از طریق کنترلر هشدار از راه دور، امکان دریافت اعلام خطر دیداری یا شنیداری در محل پروژه وجود دارد. همچنین، اعلان‌های هشدار می‌توانند به صورت خودکار برای افراد مورد نظر ارسال شده و از طریق رایانه، تبلت یا تلفن همراه مشاهده شوند. تمامی داده‌ها به صورت تاریخی ثبت و نگهداری می‌شوند و این امر می‌تواند به عنوان مستند قانونی برای دفاع در برابر ادعاها یا مسئولیت‌های احتمالی ناشی از فعالیت‌های اجرایی پروژه مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۶- عملیات زیرآبی و دریایی (Underwater and Marine)



چرا پایش پروژه‌های زیرآبی ضرورت دارد؟

فعالیت‌های عمرانی در زیر آب می‌توانند لرزش‌هایی ایجاد کنند که به صورت امواج شوک از محل اجرا در آب منتشر می‌شوند. این امواج شوک، که با پارامتر فشار بیش حد (Overpressure) اندازه‌گیری می‌شوند، ممکن است آثار زیان‌باری بر حیات موجودات دریایی و اکوسیستم‌های آبی داشته باشند.

چنانچه سطح فشار بیش حد از مقادیر ایمن فراتر رود، می‌تواند موجب بروز تغییرات فیزیولوژیکی و رفتاری در ماهی‌ها و پستانداران دریایی شود. این آثار ممکن است به آسیب‌های جسمی، اختلال در عملکردهای حیاتی، کاهش نرخ بقا و اختلال در فرآیند تولیدمثل بینجامد. همچنین، افزایش بیش از حد فشار در آب می‌تواند سیستم موقعیت‌یابی صوتی (سونار) پستانداران دریایی را مختل کند و به زیستگاه‌های حساس مانند صخره‌های مرجانی آسیب وارد سازد.

اگرچه فعالیت‌های مستقیم در زیر آب بیشترین سطوح فشار را ایجاد می‌کنند، اما فعالیت‌های عمرانی در مجاورت منابع آبی نیز می‌توانند امواج لرزه‌ای را به محیط آبی انتقال دهند. به منظور کاهش آثار ناشی از این امواج، معمولاً از «پرده‌های حبابی» استفاده می‌شود تا محدوده و شدت انتشار امواج را کنترل کنند. با این حال، حتی در شرایط ایده‌آل نیز این نوع فعالیت‌ها می‌توانند پیامدهایی بلندمدت و ماندگار بر محیط زیست دریایی بر جای بگذارند.

راهکارهای پایش عملیات زیرآبی و دریایی

با استفاده از تجهیزات پایش، می‌توانید سطوح فشار بیش حد ناشی از فعالیت‌های عمرانی خود را ثبت و نظارت کنید. داده‌های ثبت شده تقریباً بلافاصله قابل مشاهده هستند، بنابراین شما این امکان را دارید که قبل از اینکه حد مجاز فشار بیش حد نقض شود یا نگرانی‌هایی ایجاد گردد، فعالیت‌های ایجادکننده فشار را تنظیم کنید. هشدارها و آلارم‌ها می‌توانند بر اساس سطوح از پیش تعیین شده فعال شوند که این سطوح می‌تواند برای هر پروژه متفاوت باشد. اعلان‌ها می‌توانند به تلفن، تبلت، کامپیوتر یا

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۴۱

صفحه ۱۵

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیزبنیان

دیگر دستگاه‌های متصل به اینترنت شما ارسال شوند. همچنین، می‌توانید تجهیزات پایش را با یک سیستم هشدار صوتی یا بصری در محل ترکیب کنید تا کارکنان پایش از رسیدن به سطح آستانه، فعالیت‌های خود را تنظیم کنند.

۳-۷- اکتشاف نفت و گاز (Oil and Gas Exploration)



چرا پایش پروژه‌های اکتشاف نفت و گاز ضروری است؟

اکتشاف نفت و گاز به جستجو برای یافتن ذخایر نفتی در زیر زمین به منظور استخراج آن‌ها گفته می‌شود. یکی از روش‌های اکتشاف شامل ایجاد لرزه‌هایی در سطح زمین است تا نمایی از زیر سطح زمین بدست آید. این لرزه‌ها از طریق خاک منتقل شده و از طریق تغییرات در نوع خاک و چگالی‌ها به سطح بازتاب می‌یابند. زمان بازگشت این لرزه‌ها به سطح می‌تواند اندازه‌گیری شود و برای ساخت یک نمای لرزه‌ای از زیر زمین استفاده گردد. با توجه به تغییرات در زمان بازگشت لرزه‌ها، می‌توان مخازن احتمالی گاز را شناسایی کرد. تجهیزاتی که برای ایجاد این لرزه‌ها استفاده می‌شود به نام "ویبروسس" یا کامیون لرزه‌ای شناخته می‌شوند. این کامیون‌ها از یک وزن سنگین برای ایجاد لرزه در سطح زمین استفاده می‌کنند. در صورت استفاده از کامیون‌های ویبروسس در مناطق شهری، نگرانی‌هایی وجود دارد مبنی بر اینکه لرزه‌های تولید شده ممکن است به خانه‌ها، ساختمان‌ها و دیگر سازه‌های مجاور آسیب وارد کند.

راهکارهای پایش پروژه‌های اکتشاف نفت و گاز

تجهیزات پایش لرزه، سطح لرزه‌های ایجاد شده توسط کامیون ویبروسس را ثبت می‌کنند. هنگامی که این تجهیزات بین یک منطقه شهری و کامیون ویبروسس قرار می‌گیرند، داده‌های ثبت شده می‌توانند نشان دهند که آیا لرزه‌های ناشی از کامیون‌های اکتشاف نفت به خانه یا سازه‌ها آسیب وارد کرده‌اند یا خیر. به طور طبیعی، زمانی که صاحبان خانه‌ها یا ساختمان‌ها لرزه‌های زمین را احساس می‌کنند یا صدای لرزه ویتترین چینی‌هایشان را می‌شنوند، به این باور می‌رسند که اموالشان در حال آسیب دیدن است. پایش لرزه‌های ایجاد شده توسط کامیون‌های ویبروسس می‌تواند یک روش مناسب برای شرکت‌های اکتشاف نفت و گاز باشد تا از شکایات مسئولیتی و جریمه‌های مالی جلوگیری کنند.

۳-۸- اجرای شمع کوبی (Pile Driving)



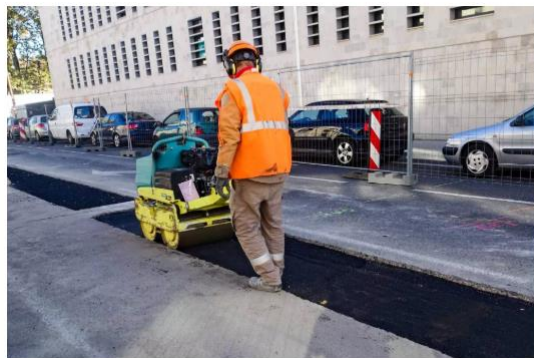
چرا پایش پروژه‌های شمع کوبی اهمیت دارد؟

بسیاری از سیستم‌های شمع کوبی از وزنه‌های چکشی استفاده می‌کنند که به طور عمودی بر روی یک شمع فولادی حرکت می‌کنند. (این موضوع شامل سیستم‌های هیدرولیکی نمی‌شود که اختلالات لرزه‌ای متفاوتی ایجاد می‌کنند). وزنه‌ای که چندین تن وزن دارد، بالا برده می‌شود و زمانی که به بالاترین نقطه خود می‌رسد، آزاد می‌شود. سپس این وزنه به سمت پایین حرکت کرده و به شمع ضربه وارد می‌کند و آن را به داخل زمین فرو می‌برد. این فرآیند تا رسیدن به عمق مورد نظر تکرار می‌شود. وجود سایت‌های ساختمانی که در آن‌ها صداها (و حتی گاهی هزاران) شمع به مدت طولانی و برای ماه‌ها درون زمین کوبیده می‌شود، موضوعی نادر نیست. این نوع عملیات لرزش‌های شدیدی تولید می‌کنند که می‌توانند به خانه‌ها، ساختمان‌ها، خطوط فاضلاب و سایر سازه‌های مجاور آسیب وارد کنند. حتی زمانی که این فعالیت‌ها در بهترین شرایط انجام شوند، می‌توانند نگرانی‌هایی را برای صاحبان خانه‌ها و ساختمان‌های مجاور ایجاد کنند.

راهکارهای پایش پروژه‌های شمع کوبی

با استفاده از تجهیزات پایش، می‌توانید لرزش، فشار هوای اضافی و/یا سطوح نویز را در محل شمع کوبی خود ثبت و نظارت کنید. از آنجا که داده‌های ثبت شده تقریباً به‌طور آنی قابل مشاهده هستند، می‌توانید فعالیت‌های شمع کوبی خود را قبل از اینکه محدودیت‌های مقرراتی نقض شوند یا نگرانی‌هایی پیش آید، تنظیم کنید. هشدارها و آلارم‌ها می‌توانند بر اساس سطح‌های از پیش تنظیم شده‌ای که خودتان مشخص می‌کنید فعال شوند و این سطوح می‌توانند برای هر پروژه متفاوت باشند. همچنین می‌توانید اعلان‌ها را به شما یا هر طرف دیگری که انتخاب کنید ارسال کنید، و این اعلان‌ها از طریق کامپیوترها، لپ‌تاپ‌ها، تبلت‌ها یا گوشی‌های هوشمند قابل مشاهده خواهند بود. همچنین، یک رکورد تاریخی از داده‌ها می‌تواند برای حفاظت از شما در برابر ادعاها و مسئولیت‌های احتمالی در آینده نگهداری شود. راهنماهای صنعتی استانداردهای ایمنی برای لرزش، فشار هوای اضافی و نویز تعیین کرده‌اند. نظارت بر فعالیت‌های شمع کوبی که این اختلالات را ایجاد می‌کنند می‌تواند تحت نظارت نهادهای مقرراتی محلی، منطقه‌ای یا ملی قرار گیرد. علاوه بر این، برای شرکت‌های شمع کوبی، بهترین شیوه این است که فعالیت‌های خود را پایش کنند تا از بروز توقف پروژه به دلیل شکایات عمومی جلوگیری کنند.

۳-۹- تراکم دینامیکی خاک (Dynamic Compaction)



کوبش دینامیکی روشی مؤثر برای افزایش تراکم خاک است. در این روش، یک وزنه‌ی سنگین به صورت مکرر و در فواصل منظم بر سطح زمین انداخته می‌شود. میزان تراکم حاصل به وزن و ارتفاع سقوط آن بستگی دارد؛ به طوری که این وزنه می‌تواند تا ۳۶ تن وزن داشته باشد و از ارتفاعی تا ۳۰ متر رها شود. این تکنیک معمولاً پیش از آغاز عملیات ساختمانی برای آماده‌سازی زمین به کار می‌رود. کوبش دینامیکی با کاهش خطر روان‌گرایی خاک، پایداری زمین را افزایش داده و آن را برای تحمل بار سازه‌ها مناسب‌تر می‌سازد.

راهکارهای پایش برای تراکم دینامیکی خاک

با استفاده از تجهیزات پایش لرزش، فشار بیش‌ازحد هوا و/یا صدا، می‌توان فعالیت‌های کوبش دینامیکی را به صورت لحظه‌ای و دقیق زیر نظر گرفت و ثبت کرد. از آنجایی که داده‌های ثبت شده تقریباً بلافاصله قابل مشاهده هستند، این امکان وجود دارد که پیش از عبور از حدود مجاز قانونی یا ایجاد نگرانی برای ساکنان و ذی‌نفعان، اقدامات اصلاحی انجام شود. سیستم پایش می‌تواند بر اساس سطوح هشدار و آلام از پیش تعریف شده که متناسب با هر پروژه تنظیم می‌شود، واکنش نشان دهد. این هشدارها می‌توانند به صورت اعلان‌های صوتی، نوری یا دیجیتال برای شما یا افراد مشخص شده ارسال شوند و از طریق رایانه، تبلت یا تلفن همراه قابل مشاهده‌اند. همچنین، کلیه اطلاعات ثبت شده به‌عنوان یک سابقه قابل استناد نگهداری می‌شود تا در صورت بروز ادعاهای حقوقی یا مسئولیت‌های قانونی، از پروژه شما پشتیبانی کند. استانداردهای معتبر صنعتی، حدود ایمن برای لرزش، فشار هوا و صدا را مشخص کرده‌اند. پایش دقیق فعالیت‌های کوبش دینامیکی می‌تواند تحت نظارت نهادهای محلی، منطقه‌ای یا ملی انجام گیرد. علاوه بر این، بسیاری از شرکت‌های فعال در این حوزه، پایش را به‌عنوان یک اقدام حرفه‌ای و پیشگیرانه به کار می‌گیرند تا از شکایات مردمی و توقف احتمالی پروژه جلوگیری شود.

۳-۱۰- ارزیابی میزان دوز ارتعاش (Vibration Dose Value)



چرا پایش شاخص VDV در عملیات شما اهمیت دارد؟

با گسترش شهرنشینی، حساسیت انسان‌ها نسبت به لرزش به‌یک‌ی از عوامل کلیدی در پروژه‌های عمرانی مانند ساخت‌وساز، تخریب، انفجار، شمع‌کوبی و کوبش دینامیکی تبدیل شده است. زمانی که رفاه و آسایش افراد در نتیجه‌ی لرزش‌های مداوم دچار اختلال شود، نارضایتی عمومی و شکایات اجتماعی به سرعت افزایش می‌یابد. در سطح بین‌المللی، استانداردهایی برای رسیدگی به این موضوع تدوین شده‌اند که پیمانکاران را ملزم می‌کند در راستای این الزامات، سطح لرزش‌ها را تحت کنترل و پایش مداوم قرار دهند. استفاده از تجهیزات دقیق پایش لرزش به شما کمک می‌کند تا شاخص VDV (شاخص دوز ارتعاشی) را ارزیابی کرده و از تطابق عملیات خود با استانداردها اطمینان حاصل نمایید.

راهکارهای پایش برای ارزیابی میزان دوز ارتعاش

دستگاه‌های پایش لرزش ما به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که به‌طور ویژه تأثیر لرزش بر انسان را در نظر می‌گیرند. ژئوفون‌های مخصوص اندازه‌گیری VDV و ابزارهای تحلیلی پیشرفته در نرم‌افزار، این امکان را برای شما فراهم می‌کنند که فعالیت‌های اجرایی خود را با استانداردهای تعیین‌شده در زمینه مواجهه انسانی با لرزش هماهنگ و کنترل کنید.



۳-۱۱- عملیات انفجار (Blasting)



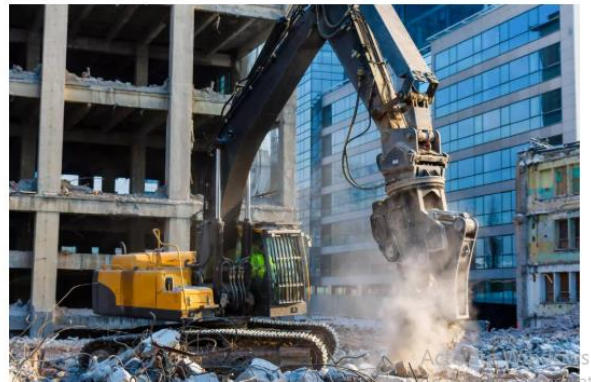
چرا باید عملیات انفجار خود را پایش کنید؟

انفجار کنترل‌شده یکی از روش‌های رایج در پروژه‌های عمرانی و معدنی است. در مناطق شهری برای ساخت پارکینگ‌های زیرزمینی یا اجرای فونداسیون‌های سنگی، در مسیرهای بین‌شهری برای احداث جاده و پل، و در مناطق دورافتاده در فعالیت‌های معدنی و استخراج سنگ کاربرد دارد. با این‌که این انفجارها به صورت کنترل‌شده انجام می‌شوند، اما به‌طور طبیعی لرزش‌هایی شدید ایجاد می‌کنند که می‌تواند به ساختمان‌ها، منازل، زیرساخت‌ها و تأسیسات مجاور آسیب وارد کند. همچنین، این انفجارها باعث ایجاد فشار هوای ناگهانی (Air Overpressure) می‌شوند؛ فشاری که می‌تواند موجب به‌صدا درآمدن دزدگیر خودروها یا حتی شکستن شیشه‌ها شود. حتی در شرایط ایده‌آل، این فعالیت‌ها ممکن است باعث نگرانی ساکنان اطراف شوند. طبیعی است وقتی کابینت‌ها می‌لرزند یا دزدگیر خودروها فعال می‌شود، ساکنان تصور کنند به ملک آن‌ها آسیب وارد شده است. این نگرانی‌ها می‌توانند منجر به شکایات رسمی، توقف پروژه و حتی جرایم مالی شوند. علاوه بر آن، سطح بالای صدا و لرزش می‌تواند برای سلامت و ایمنی کارگران نیز تهدیدآمیز باشد.

راهکارهای پایش عملیات انفجار

با استفاده از تجهیزات پایش، می‌توانید سطح ارتعاش، فشار هوای ناشی از انفجار و همچنین میزان صدا را در محل عملیات انفجاری به‌طور دقیق و مداوم ثبت و نظارت کنید. داده‌های ثبت‌شده تقریباً بلافاصله پس از وقوع قابل مشاهده‌اند، بنابراین این امکان را دارید که پیش از عبور از حدود مجاز قانونی یا پیش از ایجاد نگرانی میان ساکنان اطراف، فعالیت‌های انفجاری خود را اصلاح و تنظیم کنید. سیستم پایش می‌تواند بر اساس آستانه‌های هشدار از پیش تعریف شده که بسته به هر پروژه قابل تنظیم‌اند، هشدارها و آلارم‌هایی صادر کند. این هشدارها می‌توانند به شما یا هر فرد منتخب دیگری از طریق رایانه، لپ‌تاپ، تبلت یا گوشی هوشمند ارسال شوند. علاوه بر این، کلیه داده‌ها به‌صورت بایگانی‌شده نگهداری می‌شوند تا در صورت بروز ادعا یا شکایت‌های احتمالی در آینده، بتوانید با استناد به مستندات ثبت‌شده از حقوق خود دفاع کرده و ریسک‌های حقوقی پروژه را به حداقل برسانید.

۳-۱۲- تخریب سازه‌ها (Demolition)



چرا باید پروژه تخریب خود را پایش کنید؟

فعالیت‌های تخریب به‌طور طبیعی ارتعاشات شدیدی ایجاد می‌کنند که ممکن است به خانه‌ها، ساختمان‌ها، خطوط فاضلاب و سایر سازه‌های مجاور آسیب وارد کند. انفجار مواد منفجره همچنین می‌تواند باعث ایجاد فشار هوای ناگهانی (air overpressure) شود که نیرویی موجی در هوا تولید می‌کند. بسته به شرایط جوی مانند وجود لایه‌های ابر پایین، این موج شوک می‌تواند به صورت افقی گسترش یابد و اثر مخرب بیشتری نسبت به پیش‌بینی اولیه داشته باشد. حتی در سناریوهای ایده‌آل نیز این فعالیت‌ها می‌توانند موجب نگرانی ساکنان اطراف و آسیب‌های ناخواسته شوند. همچنین، عملیات پاک‌سازی پس از تخریب معمولاً سنگین و پرحجم است و شامل استفاده از ماشین‌آلات سنگین و کامیون‌های پر از نخاله می‌شود که خود نیز می‌توانند ارتعاش و صداهای قابل توجهی ایجاد کنند.

راهکارهای پایش تخریب سازه‌ها

با استفاده از تجهیزات پایش تخصصی، می‌توانید به صورت دقیق و لحظه‌ای میزان ارتعاش، فشار هوای ناشی از انفجار (air overpressure) و سطح صدا را در محل و اطراف پروژه تخریب ثبت و کنترل کنید. از آنجا که داده‌های ثبت‌شده تقریباً بلافاصله قابل مشاهده هستند، این امکان را خواهید داشت که پیش از عبور از حدود مجاز قانونی یا ایجاد نگرانی در میان ساکنان و ذی‌نفعان، فعالیت‌های خود را اصلاح و مدیریت کنید. آستانه‌های هشدار و آلارم‌ها می‌توانند به صورت اختصاصی برای هر پروژه تنظیم شوند و در صورت رسیدن به این مقادیر، هشدارها از طریق سیستم‌های دیداری، شنیداری یا اعلان‌های الکترونیکی ارسال می‌شوند. این اعلان‌ها را می‌توان روی رایانه، لپ‌تاپ، تبلت یا تلفن همراه دریافت کرد. همچنین کلیه داده‌ها به صورت منظم ثبت و آرشیو می‌شوند تا در صورت بروز شکایات یا ادعاهای حقوقی در آینده، مستندات دقیق و قابل استنادی برای اثبات عملکرد صحیح شما در دسترس باشد.



۳-۱۳- ارزیابی میزان دوز ارتعاش ماشین آلات صنعتی



چرا پایش میزان دوز ارتعاش ماشین آلات صنعتی ضروری است؟

ماشین آلات صنعتی در طول بهره‌برداری به دلایل مختلفی مانند عدم بالانس، ناهمراستایی، سایش یاتاقان‌ها و خطاهای فرآیندی، ارتعاش تولید می‌کنند. این ارتعاشات در صورت کنترل نشدن می‌تواند منجر به ایجاد ترک‌های خستگی، کاهش طول عمر اجزا، افزایش مصرف انرژی، کاهش کیفیت محصول و توقفات ناخواسته تولید شود. بر اساس استاندارد ISO ۱۰۸۱۶-۳:۲۰۰۹، اندازه‌گیری ارتعاش روی اجزای غیرچرخان دستگاه‌ها در محل نصب (in situ) یک الزام است تا شدت ارتعاش با محدوده‌های قابل قبول مقایسه شده و اقدامات لازم جهت جلوگیری از آسیب به ماشین آلات، محیط اطراف و نیروی انسانی انجام گیرد. اندازه‌گیری شاخص‌هایی مانند Root Mean Square (RMS) velocity، Peak Particle Velocity (PPV) و شدت صوت (PSPL) به ما امکان می‌دهد تا دوز ارتعاش وارد بر تجهیزات و محیط صنعتی را محاسبه و مدیریت کنیم. این موضوع از منظر ایمنی شغلی و جلوگیری از ایجاد آلودگی صوتی و لرزش نیز اهمیت دارد. به عنوان مثال در پروژه‌های پایش لرزش کارخانه تکوین، پایش دقیق دوز ارتعاش و صوت منجر به شناسایی به موقع نقاط پرریسک و انجام اقدامات اصلاحی قبل از بروز آسیب جدی شده است.



راهکارهای پایش و ارزیابی دوز ارتعاش ناشی از ماشین‌آلات صنعتی

• استفاده از تجهیزات استاندارد و دقیق

به‌کارگیری ژئوفون سه‌مولفه‌ای و میکروفون‌های صنعتی با نرخ نمونه برداری مناسب (۱۰۲۴ تا ۲۰۴۸ Hz) مطابق با استاندارد ISO 10816-3، به‌همراه تجهیزات ثبت و تحلیل مانند Micromate برای ثبت داده‌های دقیق و پایدار.

• اندازه‌گیری در راستاهای اصلی و در محل نصب

بر اساس توصیه‌های ISO 10816-3، داده‌ها در راستاهای عمودی (Vertical)، طولی (Longitudinal) و عرضی (Transverse) در نقاط کلیدی مانند پایه یا تاقان‌ها و ساختارهای نگهدارنده ثبت می‌شوند. این کار امکان تشخیص نقاط پرریسک و محاسبه دقیق دوز ارتعاش را فراهم می‌کند.

• تحلیل دقیق داده‌ها با رویکرد علمی

• استفاده از تحلیل Fast Fourier Transform (FFT) جهت بررسی مولفه‌های فرکانسی ارتعاش و شناسایی فرکانس‌های رزونانسی.

• تحلیل زمان-دامنه (Time Domain Analysis) جهت مشاهده رفتارهای گذرا و ایونت‌های ناگهانی.

• مقایسه نتایج با حدود مجاز Zone A, B, C, D مطابق با ISO 10816-3 جهت تصمیم‌گیری در خصوص ایمنی و ادامه بهره‌برداری از تجهیزات.

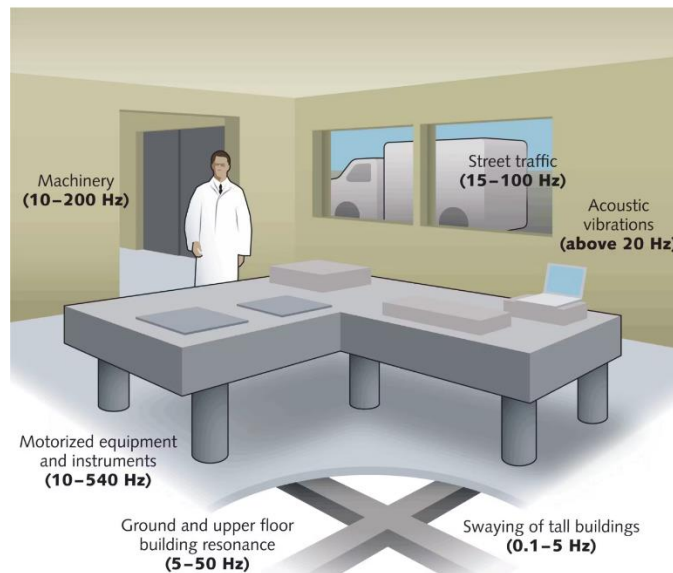
• پایش پیوسته یا دوره‌ای مطابق نوع تجهیز

در تجهیزات حساس و حیاتی (Critical Assets) از پایش آنلاین و در تجهیزات معمول از پایش دوره‌ای (Monthly / Quarterly) استفاده می‌شود تا روند تغییرات دوز ارتعاش پایش و مدیریت گردد.

• مستندسازی و گزارش‌دهی تحلیلی

خروجی اندازه‌گیری‌ها به شکل گزارش تحلیلی با نمودارهای زمان-فرکانس، جدول محدوده‌های مجاز و مقایسه با مقادیر مرجع قبلی ثبت می‌شود تا امکان تحلیل روند، تصمیم‌گیری برای نگهداشت پیشگیرانه و جلوگیری از توقفات اضطراری فراهم گردد.

۳-۱۴- اندازه گیری میزان ارتعاش در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق



چرا لازم است میزان ارتعاش در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق را پایش کرد؟

پایش ارتعاش پیش از نصب تجهیزات ابزار دقیق و حساس در آزمایشگاه‌ها و صنایع، اقدامی کلیدی برای اطمینان از مناسب بودن شرایط محیطی، جلوگیری از بروز مشکلات عملکردی و افزایش طول عمر تجهیزات است. بسیاری از تجهیزات ابزار دقیق، دارای اجزای حساس به لرزش هستند و حتی مقادیر کم ارتعاش می‌تواند موجب اختلال در عملکرد، کاهش دقت اندازه‌گیری و در مواردی آسیب فیزیکی به ساختار داخلی تجهیزات شود. بر اساس استاندارد BS ISO 10816-3:2009 ارتعاشات محیطی باید پیش از نصب تجهیزات و در محل واقعی (in situ) اندازه‌گیری شود تا از عدم تجاوز سطح لرزش محیط از حدود مجاز اطمینان حاصل گردد. همچنین مطابق راهنمای ۲۰۲۲ ABS Vibration Guide، پایش و کنترل ارتعاش در محل نصب تجهیزات حساس، به جلوگیری از مشکلات ناشی از لرزش در بلندمدت، حفظ کیفیت داده‌های اندازه‌گیری و کاهش نیاز به تعمیرات غیرمنتظره کمک می‌کند.

دلایل کلیدی برای پایش ارتعاش در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق:

- حفاظت از اجزای حساس تجهیزات: بسیاری از تجهیزات آزمایشگاهی و پزشکی (نظیر میکرو سکوپ‌های الکترونی، دستگاه‌های اسپکترومتری و تحلیل دقیق) در برابر لرزش حساس هستند و لرزش می‌تواند به مدارها و سنسورها آسیب وارد کند.
- جلوگیری از خطا و خرابی: ارتعاشات می‌توانند باعث ایجاد نویز در داده‌ها و بروز خطاهای اندازه‌گیری شوند.
- کاهش زمان از کارافتادگی و افزایش بهره‌وری: با شناسایی و مدیریت ارتعاشات پیش از نصب، از توقفات ناخواسته و هزینه‌های ناشی از خرابی جلوگیری می‌شود.



- افزایش ایمنی و کیفیت فرآیند: ارتعاشات کنترل نشده می‌تواند دقت عملکرد تجهیزات را کاهش داده و کیفیت خروجی فرآیندها را تحت تاثیر قرار دهد.

راهکارهای پایش میزان ارتعاش ناشی در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق

پایش میزان ارتعاش در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق، یک اقدام ضروری برای جلوگیری از آسیب به اجزای حساس، حفظ دقت عملکرد و افزایش طول عمر تجهیزات است. این پایش باید مطابق با استانداردهای معتبر مانند BS ISO 10816-3:2009 و ABS Vibration Guide 2022 و با استفاده از تجهیزات دقیق انجام شود تا امکان تحلیل و وضعیت ارتعاش محیط پایش از نصب فراهم گردد.

راهکارهای کلیدی پایش ارتعاش در محل نصب تجهیزات ابزار دقیق عبارتند از:

۱. استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری استاندارد:

- شتاب‌سنج‌ها (Accelerometers) و ژئوفون‌های سه‌محوره برای اندازه‌گیری ارتعاش در راستاهای عمودی، طولی و عرضی نصب می‌شوند.
- استفاده از دیتا لاگرها با نرخ نمونه‌برداری متناسب مطابق محدوده فرکانسی حساسیت تجهیزات ابزار دقیق.

۲. پایش در محل واقعی نصب (In Situ):

مطابق ISO 10816-3، اندازه‌گیری باید در محل واقعی نصب و در شرایط کاری مشابه بهره‌برداری انجام شود تا تاثیرات واقعی لرزش محیط بر تجهیزات بررسی گردد و تصمیمات اجرایی واقع‌بینانه اتخاذ شود.

۳. تحلیل داده‌های ارتعاش:

- تحلیل Fast Fourier Transform (FFT) برای شناسایی فرکانس‌های غالب و منابع ارتعاش.
- تحلیل دامنه-زمان برای بررسی رفتار ارتعاشی تحت شرایط پایدار و گذرا.
- مقایسه داده‌ها با محدوده‌های Zone A، B، C و D استاندارد برای ارزیابی ایمنی نصب تجهیزات.

۴. اقدامات اصلاحی و مدیریت ارتعاش:

بر اساس نتایج تحلیل، اقدامات اصلاحی زیر پیشنهاد و اجرا می‌شود:

- انتخاب محل نصب با کمترین سطح ارتعاش محیطی.
- نصب لرزه‌گیرها (Vibration Isolators) با طراحی مناسب زیر تجهیزات ابزار دقیق برای کاهش انتقال لرزش.
- کاهش منابع ارتعاش مجاور (مانند تنظیم سرعت ماشین‌آلات، تعمیر تجهیزات ایجادکننده لرزش).

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷	خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش	 پیشگام تجهیزبنیان
شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱		
صفحه ۲۶		

- تقویت و اصلاح زیرساخت (کف، پایه و سازه نگهدارنده) در محل نصب جهت کاهش انتقال لرزش.
- ایجاد فواصل ایمن بین تجهیزات حساس و منابع ارتعاشی.

۵. پایش دوره‌ای یا پیوسته پس از نصب:

پس از نصب، پایش ارتعاش می‌تواند به صورت:

- پایش دوره‌ای (هفتگی، ماهانه یا فصلی)
- پایش پیوسته (Online Monitoring)

انجام شود تا روند تغییرات ارتعاش شناسایی و از آسیب‌های تجمعی به تجهیزات جلوگیری شود.



پیشگام تجهیز بنیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه نگاری و پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۲۷

۴- تجهیزات و امکانات لرزه نگاری شرکت پیشگام تجهیز بنیان

ردیف	نام دستگاه	شرکت سازنده	تعداد
۱	لرزه نگار ۱۲ کاناله SPSEISw-12	PTB instrument	۱
۲	لرزه نگار ۳ کاناله SPSEISw	PTB instrument	۲
۳	لرزه نگار ۲۴ کاناله MK6	ABEM - سوئد	۱
۴	لرزه نگار انفجار Micromate	INSTANTEL - آمریکا	۱
۵	سوئد درون چاهی SPS3	PTB instrument	۲
۶	ژئوفونهای ۴،۵ هرتز عمودی	PTB instrument	۲۴
۷	ژئوفونهای ۱۰ هرتز عمودی	Boading	۲۴
۸	ژئوفونهای ۱۰ هرتز افقی	Boading	۲۴



شکل ۴-۱- عملیات لرزه نگاری با استفاده از دستگاه ABEM ۲۴ کاناله.

۴-۱- دستگاه Micromate ساخت شرکت Instantel کانادا

تجهیزاتی نظیر دستگاه Micromate ساخت شرکت Instantel، از پیشرفته‌ترین ابزارهای پایش لرزش به شمار می‌روند که امکان ثبت دقیق داده‌ها و تحلیل مؤثر آن‌ها را فراهم می‌کنند. این دستگاه‌ها در بسیاری از پروژه‌های صنعتی و تحقیقاتی در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته و نتایج قابل اعتمادی ارائه داده‌اند. اندازه‌گیری شدت لرزش، بسته به نوع پروژه، اهداف مختلفی را دنبال می‌کند. برای این منظور، تجهیزات گوناگونی طراحی و ساخته شده‌اند که به صورت پیوسته، شدت لرزش را

در محل نصب دستگاه اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند. شرکت Instantel کانادا یکی از شناخته شده‌ترین شرکت‌های فعال در زمینه طراحی و تولید تجهیزات پایش لرزش و نرم‌افزارهای مرتبط است. این شرکت به‌طور تخصصی در این حوزه فعالیت می‌کند و محصولات آن از کیفیت بالایی برخوردارند.

از جمله ویژگی‌های برجسته دستگاه Micromate می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- طراحی کوچک و قابل حمل
- ثبت هم‌زمان داده‌های لرزشی و صوتی
- قابلیت ذخیره‌سازی بیش از ۴۰۰۰ رویداد
- صفحه‌نمایش لمسی رنگی برای سهولت کاربری

این دستگاه همچنین مجهز به ژئوفن سه‌محوره برای ثبت داده‌های لرزشی در سه محور طولی، عرضی و عمودی، و میکروفن خطی برای اندازه‌گیری شدت صدا است.

کاربردهای اصلی این دستگاه نیز شامل موارد زیر است:

- اندازه‌گیری سرعت ذره‌ای (PPV)
- اندازه‌گیری شدت صدا (PSPL)
- ثبت داده‌های لرزشی سه‌محوره و صوتی از طریق ژئوفن و میکروفن خطی.



شکل ۴-۲- نمایی از دستگاه Micromate ساخت شرکت Instantel.



پیشگام تجهیزبنیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۲۹

۵- برخی از پروژه‌های انجام شده

ردیف	شرح	کارفرما	تاریخ
۱	مطالعات ژئوفیزیک به روش لرزه نگاری در کارخانه سیمان مازندران	شرکت سیمان مازندران	مهر ۱۴۰۴
۲	مطالعات ژئوفیزیک به روش لرزه نگاری در محدوده صفادشت	شرکت پرتوفرازان	شهریور ۱۴۰۴
۳	مطالعات ژئوفیزیک به روش لرزه نگاری در کارخانه قند میاندوآب	شرکت ماشین آلات صنعتی موج پیشتاز	شهریور ۱۴۰۴
۴	مطالعات ژئوفیزیک به روش لرزه نگاری در شهر تهران	کارخانه تکوین	مهر ۱۴۰۳
۵	مطالعات ژئوفیزیک به روش لرزه نگاری در شهر تهران	شرکت زمین ساخت آزما	خرداد ۱۴۰۳
۶	مطالعات ژئوفیزیک به روش لرزه نگاری در محدوده شهر اصفهان	معاونت مهندسی و پدافند غیرعامل سپاه	آبان ۱۴۰۲



۵-۱- مطالعه موردی شماره یک - پایش لرزش انفجار در یک 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 ۵-۱، دستگاه مایکرومیت (Micromate) در حال تنظیم توسط اپراتور پیش از آغاز عملیات پایش نمایش داده شده است. در این پروژه، از سنسورهای ژئوفون سه‌مولفه‌ای و میکروفون فشار صوت استفاده شد که در مجاورت سازه مورد مطالعه به منظور ثبت ارتعاشات ناشی از عملکرد آسیاهای سنگ‌شکن نصب گردیدند. دستگاه مایکرومیت 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، به منظور 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 به کار گردید تا لرزش‌ها و فشار صوت ناشی از انفجارها به صورت 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 به صورت مجزا توسط دستگاه ثبت گردید. در پایان عملیات، به منظور 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.

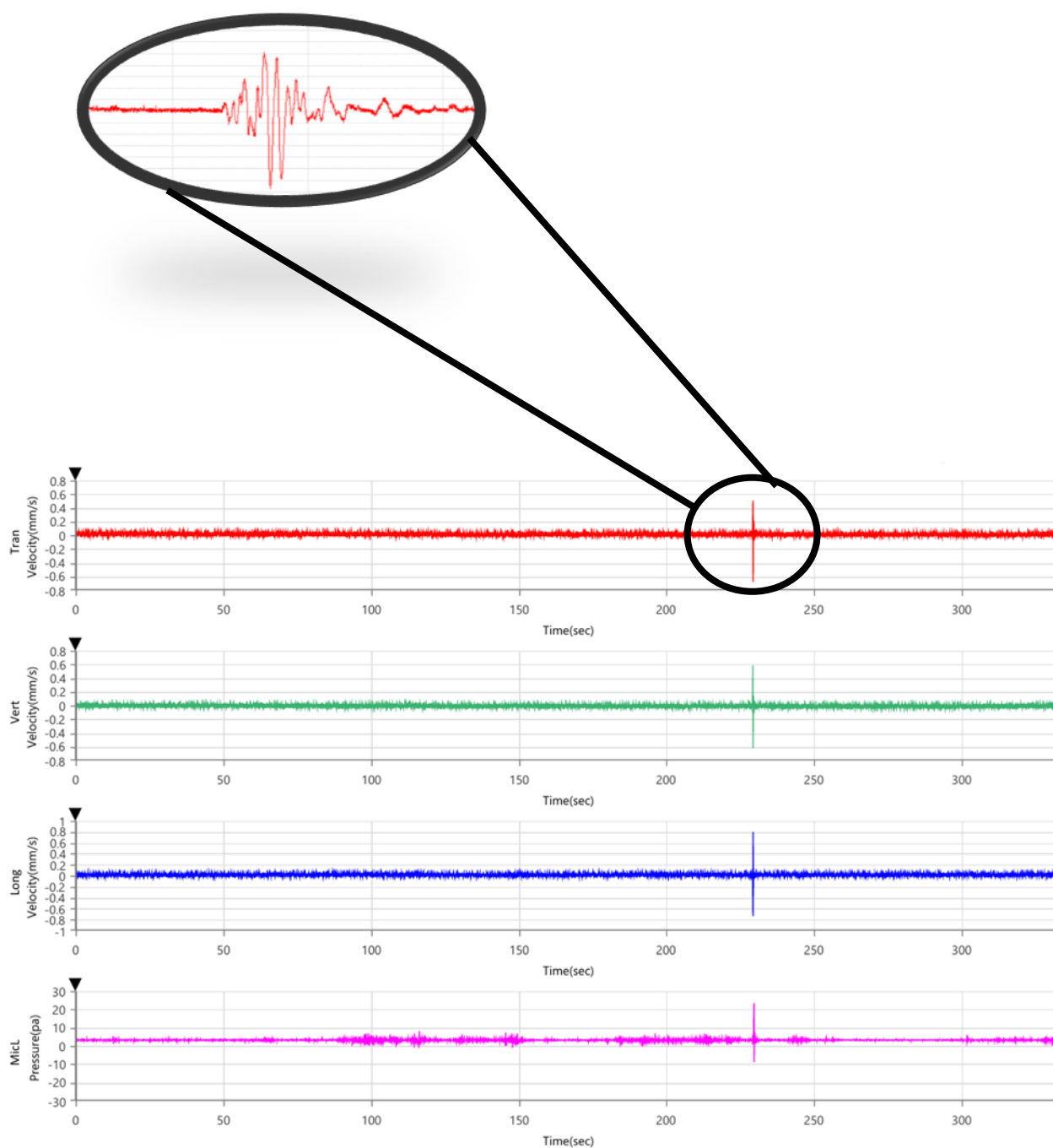


شکل ۵-۱ - تصویر اپراتور در حال تنظیم دستگاه میکرومیت.

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 هاست 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 تقریباً 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.



شکل ۵-۲- ارتعاشات ثبت شده توسط دستگاه میکرومیت در حوزه زمان برای یک انفجار.



پیشگام تجهیز بنیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه نگاری و پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۳۳

جدول ۵-۱- مقادیر ثبت شده بیشینه PPV و بیشینه فشار صوت برای آسیا ها و انفجار ها

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



۵-۲- مطالعه موردی شماره دو - پایش لرزش در محل نصب دستگاه آزمایشگاهی

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 ISO/TS 10811-1 و DIN 4150 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 ۵-۴ 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 میکرومیت 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 به‌گونه‌ای 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، وضعیت داده‌ها در بازه‌های از روز متفاوت باشد. لذا طوری برنامه‌ریزی شده بود که در هر بازه از روز داده‌ای ثبت شده باشد.



شکل ۵-۳- تصویر اپراتور در حال تنظیم دستگاه مایکرومیت برای برداشت.



شکل ۵-۴- نمایی از سنسور سه مولفه دستگاه لرزه نگار ماکرومیت در فاصله یک متری از دستگاه XRF.



پیشگام تجهیزینیان

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۰۴۱

صفحه ۳۶

نتیجه گیری

ارزیابی داده ها براساس دو استاندارد صورت گرفت. استاندارد اول DIN-4150 به منظور پایش سازه نسبت به لرزش‌های 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. لرزش‌های ثبت شده روی سازه هیچ تاثیر مخاطره انگیزی را نمایش نمی دهند و لرزش‌ها 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، لرزش‌ها 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 پيوسته نبوده و به صورت لحظه ای اتفاق افتاده است. شکل ۵-۵ و ۵-۶، نمونه تصاویر امواج ثبت شده را نمایش می دهد.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

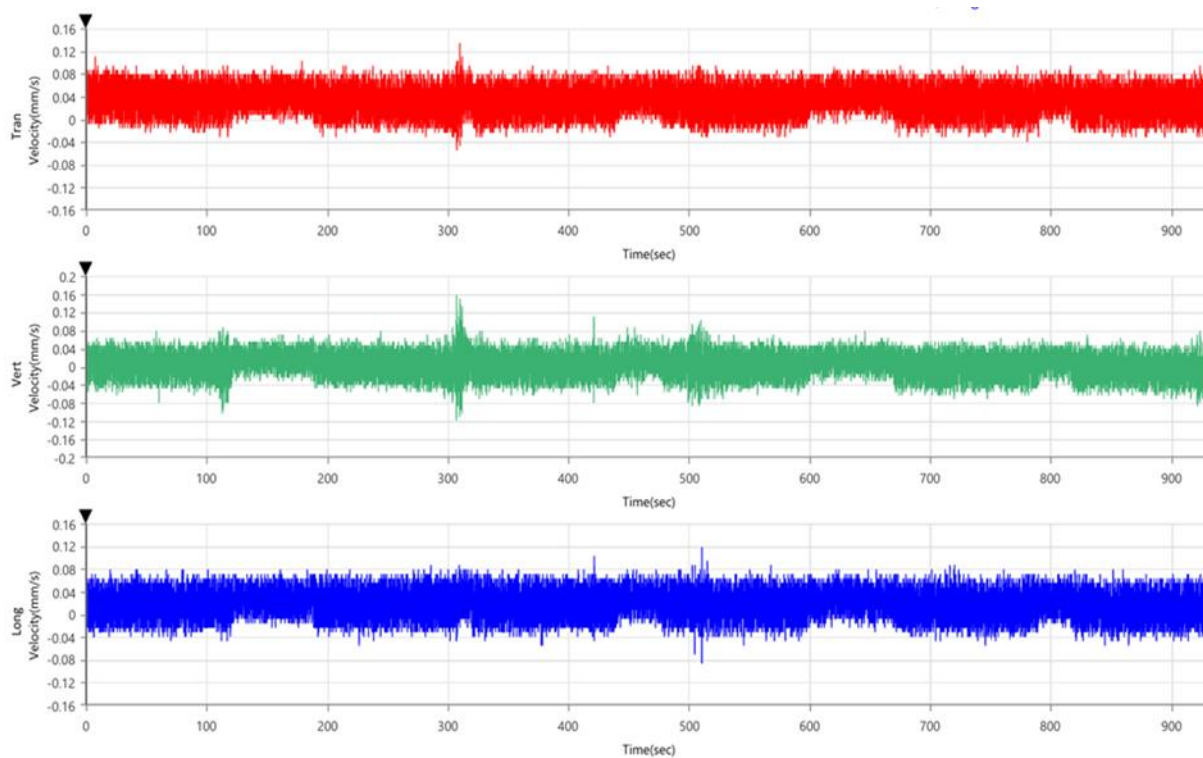
شماره: ۵-۱۳۷۸-۴۱

صفحه ۳۷

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش



پیشگام تجهیزبنیان



شکل ۵-۵- ارتعاشات ثبت شده توسط دستگاه مایکرومیت در حوزه زمان.

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷

شماره: ۵-۱۳۷۸-۴۱

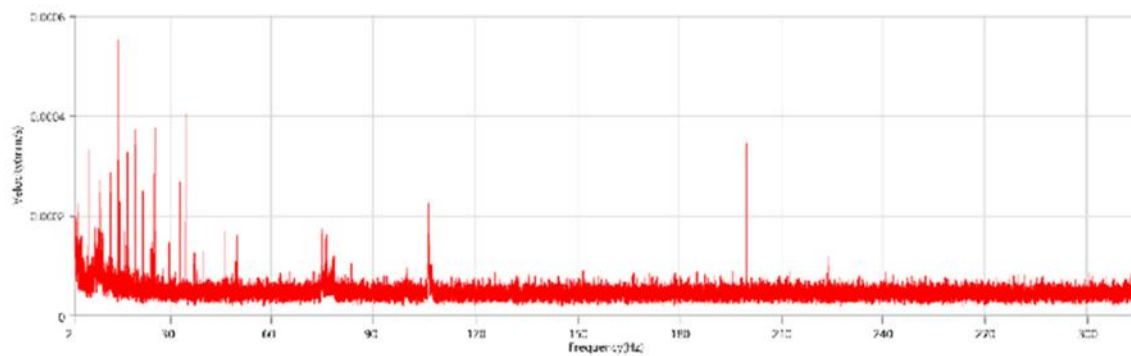
صفحه ۳۸

خدمات قابل ارائه در زمینه لرزه‌نگاری و پایش لرزش

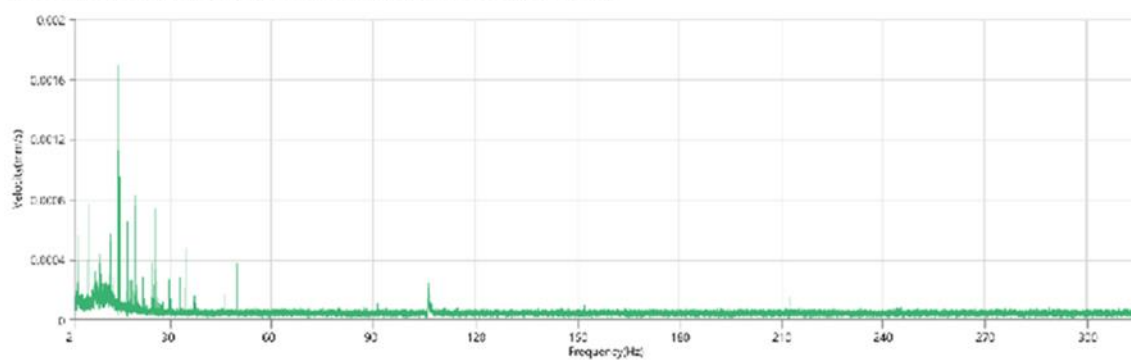


پیشگام تجهیزبنیان

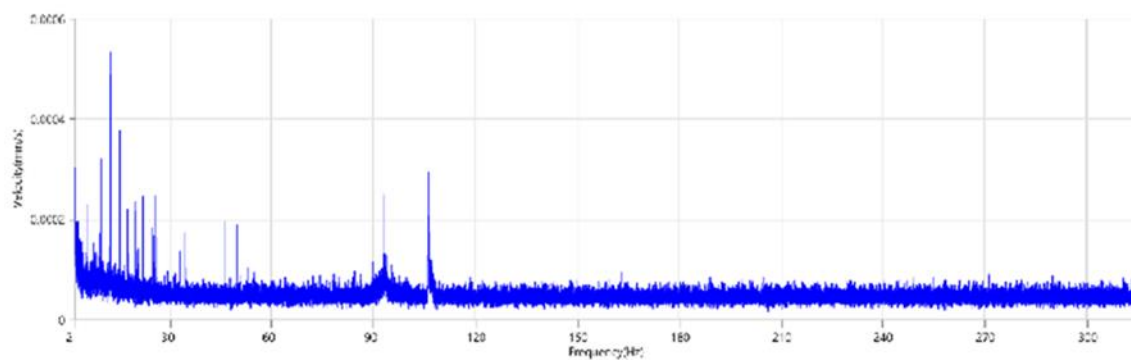
Tran - Dominant Frequency 14.9 Hz, Amplitude 0.001 mm/s (Peak Particle Velocity: 0.134 mm/s)



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 ۵-۶- ارتعاشات ثبت شده توسط دستگاه میکرومیت در حوزه فرکانس.



جدول ۵-۲- اطلاعات ثبت شده مربوط به هر بازه زمانی.

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

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.



۵-۳- مطالعه موردی شماره سه - پایش لرزش در محل 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 ۵-۷).

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 تاثیر 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 ۱۰,۰۰۰ 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 ۵-۷- نمایی از دستگاه مایکرومیت به همراه سنسورهای ژئوفن و میکروفن.

طراحی و انجام عملیات

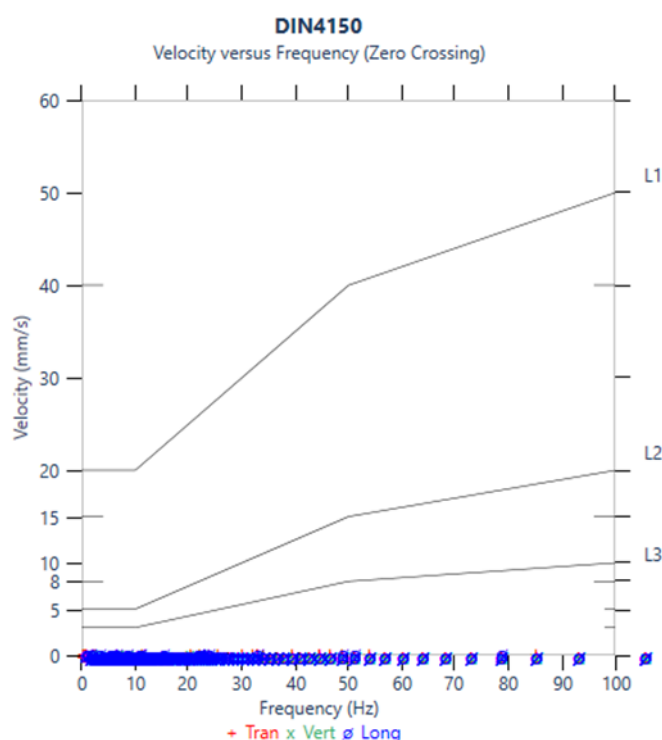
برای پایش ارتعاشات سازه در کارخانه قند، ابتدا طرح عملیات با هدف ایجاد شرایط کنترل شده و حذف عوامل مزاحم محیطی تدوین شد. دستگاه پایش بر روی فونداسیون بتنی مجاور سازه نصب گردید تا بستری پایدار و عاری از ارتعاشات جانبی فراهم شود. به منظور کاهش نویز و افزایش دقت اندازه گیری و حذف تاثیر سایر عوامل محیطی، تمامی ماشین آلات سنگین نظیر جرثقیل و کامیون از مدار خارج و خاموش شدند و حضور افراد در اطراف سنسورها به طور کامل محدود گردید. برای مطالعه لرزش ناشی از اصابت سنگ در محل سیلو، توده ای 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 داده های دقیق و قابل اعتماد توسط تجهیزات پایش را مهیا نمود.

عملیات پایش در تاریخ ۱۴۰۴/۰۶/۱۷ و پس از انجام هماهنگی های لازم با کارفرمای محترم در محل کارخانه قند به اجرا درآمد. در این عملیات، سنسورهای ژئوفون سه مؤلفه ای در فاصله حدود دو متری از سازه نصب و دستگاه Micromate با نرخ نمونه برداری 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 پیش بینی شده برای کاهش تداخلات محیطی رعایت گردید؛ از جمله خاموش کردن دستگاه های مجاور و محدود کردن تردد در اطراف محل نصب سنسورها. پس از رها سازی بار سنگ طبق طرح عملیات، امواج لرزه ای ایجاد شده به طور کامل توسط دستگاه ثبت و ذخیره شد.



نتیجه گیری

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 ۵-۸، 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 ۵-۸- بررسی ایونت‌های مختلف حاصل از ارتعاشات سازه بر روی نمودار استاندارد DIN 4150.



۶- مزیت های رقابتی

تیم متخصص و مجرب

شرکت پیشگام تجهیز بنیان با گردآوری تیمی نخبه از متخصصان حوزه ژئوفیزیک، ژئوتکنیک و مهندسی عمران، از برترین دانشگاه‌های کشور و با سابقه حضور در پروژه‌های ملی و بین‌المللی، توانسته است دانش فنی و تجربه عملی بی‌همتایی را در حوزه مطالعات ژئورادار ایجاد کند. ترکیب دانش آکادمیک پیشرفته با تجربه میدانی، تضمینی بر تفسیر دقیق داده‌ها و کاهش ریسک خطا در مراحل مختلف پروژه است.

فناوری های برتر سخت افزاری و نرم افزاری

شرکت پیشگام تجهیز بنیان با بهره‌گیری از پیشرفته‌ترین دستگاه‌های لرزه نگاری از برندهای مطرحی مانند Instantel و نرم‌افزارهای تخصصی پردازش داده، امکان اجرای مطالعات با بالاترین دقت و کیفیت را فراهم کرده است. این شرکت همواره با به‌روزرسانی تجهیزات جایگاه خود را به عنوان پیشرو در فناوری‌های نوین تثبیت نموده است.

اجرای جامع پروژه های لرزه نگاری در سراسر ایران

پیشگام تجهیز بنیان با پوشش کامل جغرافیایی، توانایی اجرای پروژه‌های صفر تا صد لرزه نگاری را در هر نقطه از ایران دارد. از مرحله طراحی مطالعات و برداشت میدانی تا پردازش داده‌ها، تفسیر نتایج و ارائه گزارش نهایی، تمامی فرآیندها با نظارت مستقیم تیم فنی انجام می‌شود. این یکپارچگی، امکان مدیریت پروژه‌های بزرگ مقیاس را نیز ممکن ساخته است.

۷- گواهینامه ها

شرکت پیشگام تجهیز بنیان با برقراری همکاری مستمر علمی و تجاری با شرکت‌های مطرح لرزه نگاری به مانند SmartSolo، دسترسی به آخرین نوآوری‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری این حوزه را فراهم کرده است. این همکاری شامل انتقال فناوری و بهره‌گیری از سیستم‌های نوین برای پروژه‌های پایش لرزش است. همچنین، پیشگام تجهیز بنیان با تکیه بر آزمایشگاه الکترونیک، کالیبره دستگاه‌ها را انجام می‌دهد. این شرکت همچنین با ایجاد ارتباط تنگاتنگ با مراکز دانشگاهی و پژوهشی برتر ایران، از جمله مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، امکان بهره‌گیری از دانش روز ژئوفیزیک و تسهیلات آزمایشگاهی پیشرفته را برای پیشگام تجهیز بنیان فراهم می‌سازد.

از جمله مجوز ها و گواهی نامه های شرکت پیشگام تجهیز بنیان می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نمایندگی رسمی شرکت لرزه‌نگاری SmartSolo
- تاییدیه دانش بنیان از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری جهت ساخت دستگاه لرزه نگار مدل SPSEISw
- پروانه فنی و مهندسی از وزارت صمت در حوزه ارائه خدمات تجهیزات الکترونیک، زمین شناسی و اکتشاف معدن



- گواهی صلاحیت فنی و مالی از نظام مهندسی معدن

۸- چشم انداز آینده

به عنوان یکی از شرکت های پیشرو در صنعت لرزه نگاری مهندسی ایران، در تلاشیم با ترکیب فناوری های نوین جهانی و توانمندی های بومی، استانداردهای این حوزه را متحول کنیم. با بهره گیری از دستگاه های پیشرفته همچون لرزه نگارهای ABEM، SPSEIS، دستگاه Micromate Instantel و تجهیزات اختصاصی طراحی شده در شرکت، هدف ما ارائه راهکارهای دقیق و کارآمد برای پروژه های مهندسی، مطالعات ژئوتکنیک و مانیتورینگ سازه های حیاتی است. چشم انداز ما تبدیل شدن به مرجعی معتمد با تمرکز بر نوآوری، کیفیت بی همتا و توسعه فناوری های سازگار با نیازهای روز صنعت است. ما تعهد داریم با همکاری متخصصان داخلی و بین المللی، گام های بلندی در راستای ایمنی، دقت و پایداری پروژه های عمرانی و ژئوتکنیک برداریم.

در راستای جهانی سازی خدمات، این شرکت برنامه ریزی کرده است تا با گسترش همکاری های فنی با متخصصان برجسته بین المللی، امکان ارتقای سطح کیفی پروژه ها را فراهم سازد. افزون بر این، توسعه فعالیت ها در کشورهای مجاور، از جمله عراق، افغانستان و کشورهای حاشیه خلیج فارس، با تمرکز بر پروژه های زیرساختی، در دستور کار قرار دارد. با تحقق این چشم انداز، پیشگام تجهیز بنیان به قطبی پیشرفته در حوزه مطالعات زیرسطحی تبدیل خواهد شد که ترکیبی از فناوری های روز، همکاری های فرامرزی و نوآوری در خدمات را برای پاسخگویی به چالش های پیچیده ارائه می دهد.



تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۴۹۵۴ تارنما: www.ptbi.ir

نمبر: ۰۲۱-۸۸۶۳۴۹۵۴ رایانشانی: info@ptbi.ir

تهران، خیابان کارگر شمالی، بعد از گمنام، بین خیابان ۱۴ و

۱۵، پلاک ۱۹۵۱، واحد ۲۰۷ کد پستی: ۱۴۳۹۷۶۰۰۲۴