

## تحقیقی در خصوص پیشرفت های اخیر قطعات TBM در حوزه نگهداری محمدجواد عرب، جواد رضایی مقدم، کمیل نادران

### چکیده

تولیدکنندگان قطعات دستگاه TBM (بیرینگ، سیل، دراپو، ابزار برشی و...) در سراسر جهان در جهت فائق آمدن بر محدودیت های حفاری، دست به نوآوری و توسعه تکنولوژی مورد استفاده در این ماشین ها زده اند. یکی از بخش هایی که مورد توجه بیشتری قرار گرفته، بحث دیجیتال سازی کردن Digitalisation فرآیندهاست که فرصت های بزرگی را برای این صنعت فراهم می کند.

### کنترل دیجیتال فرآیندها

دیجیتال سازی کردن TBM در زمینه هایی مثل استفاده از سنسورهای دقیق و پیشرفته، جمع آوری داده از قسمت های مختلف ماشین و تحلیل جامع این داده ها، می تواند بینش عمیق تری را در مورد زیر و بم کار حفاری در اختیار مهندسان و تولیدکنندگان قرار دهد.

نیکو استویلر، مدیر بازاریابی اسلوویرینگ های کمپانی لیبر معتقد است که صنعت حفاری مثل بسیاری از دیگر صنایع در نقطه عطفی قرار دارد، تکنولوژی دیجیتال این قابلیت را دارد که راهکارها و ایده های جدیدی برای انجام کار تونل زنی ارائه نماید. لذا لیبر در حال کار بر روی یک سیستم اجزای هوشمند است که کاربردهای بسیاری دارد. او در این باره می گوید: به عنوان مثال امروزه ما قادریم فرسودگی اسلوویرینگ ها را بدون نیاز به باز کردن آن ها شناسایی و اندازه گیری کنیم. لیبر انحصاراً توانایی این نوع خاص از سنسور را در اختیار دارد. همچنین توانایی تفسیر و نتیجه گیری از این داده ها برای تخمین زدن عمر بیرینگ مد نظر، همچنین می افزاید که هدف از ایجاد این فناوری این است که مشتریان ما بتوانند بدون نیاز به متوقف کردن دستگاه فرسایش و خوردگی قطعات را زیر نظر داشته باشند. که همین امر باعث افزایش بهره وری حفاری و بالا رفتن سرعت پروژه می شود.

### شناسایی زود هنگام

یکی از سخنگویان کمپانی هرکنشت در گفتگو با این ژورنال اذعان داشته که فناوری های جدید باعث گسترش مرزهای تونل زنی شده اند. استفاده از سیستم های اندازه گیری دیجیتال که روز به روز در حال افزایش است اگر با سایر پیشرفت های رخ داده در قطعات دستگاه همراه شود، امکان پیشرفت های بزرگی را در ماشین حفاری فراهم می کند. هرکنشت حسگرهایی تولید کرده که چرخش و دمای دیسک ها را تحت نظر دارند و زمان مناسب برای تعویض آن ها را اعلام می کنند. سیستم نظارت بر چرخش دیسک کاترها (DCRM) حین حفاری به طور دائم چرخش و دمای این ابزارها را تحت نظر دارد (با استفاده از یک پالس ژنراتور و تعدادی سنسور). علاوه بر آن هرگونه گرفتگی و فرسایش و خوردگی بلافاصله شناسایی می شود. این سیستم فضای اندکی اشغال می کند و نصب و نگهداری آن هم ساده است. یکی از ویژگی های سیستم DCRM این است که به اپراتور دستگاه این امکان را می دهد که با بررسی داده های به دست آمده، شرایط زمین شناسی منطقه را ارزیابی و پیش بینی کند. به این منظور که زمان خواب دستگاه جهت بررسی های میدانی دیسک کاترها به حداقل برسد و با شناسایی و تعیین مکان دیسک کاترهای معیوب، این سیستم زمان توقف برای تعمیر و اورهال کاتر را به حداقل می رساند. در نتیجه بهره وری کل فرآیند حفاری و تونل زنی به حداکثر می رسد، از آسیب های ثانویه به دیسک کاترهای مجاور دیسک کاتر معیوب جلوگیری می شود و از ساختار فولادی سازه کاترهد نیز محافظت می شود.

### تعدیل ریسک

تا بلر ساندل، مدیر توسعه کسب و کار کمپانی رایبزر معتقد است که فناوری های دیجیتال که آگاهی محیطی ما از شرایط زمین شناسی منطقه حفاری را افزایش می دهند، راه بسیار خوبی برای کاهش ریسک در یک پروژه به شمار می آیند. این سیستم ها باعث می شوند که تیم حفاری پیش از مواجهه با مشکلات و خطرات، هشدارهای لازم را دریافت کند و برای مقابله با آن ها آماده شود. یک راه قطعی در جهت نمایان کردن ویژگی های زمین شناسی استفاده از سیستم سنسور حین حفاری (MWD) می باشد. سیستم های MWD که برای اولین بار در اسکاندیناوی استفاده شدند اکنون در TBM های رایبزر مورد استفاده قرار می گیرند. این سیستم ها قادرند هنگام حفاری اکتشافی در لحظه، مدل های زمین شناسی را تولید کنند و به کابین کنترل ارسال نمایند که به مهندسان این امکان را می دهد از راه دور و بیرون تونل شرایط زمین را ارزیابی نمایند و بهترین تصمیمات را اتخاذ کنند. ساندل ادامه می دهد: لبرای تعدیل ریسک های حفاری امروزه فناوری های بسیاری موجود است که در گذشته خبری از آن ها نبود. تمامی دراپو موتورهای کاترهد و اکثر موتورهای الکتریکی TBM های رایبزر امروزه به صورت دیجیتال و توسط VFD ها کنترل می شوند (دراپو فرکانس متغیر) و تمامی سیستم های کلیدی و فرآیندهای حساس دستگاه (جهت دهی، هدایت، کنترل، تراست، روانکاری، هیدرولیک، خنک کاری، گریس و...) به صورت دیجیتال کنترل می شوند و تحت نظارت دائم هستند. این نظارت پیوسته باعث افزایش عمر قطعات و کاهش استهلاک دستگاه می گردد. قطعات مثل مین بیرینگ که دسترسی به آن ها دشوار است هم در صورت استفاده از سیستم های جمع آوری داده عمر بیشتری خواهند داشت و دچار خوردگی کمتری می شوند.

### متالورژی و طول عمر قطعه

در سال های اخیر با پیشرفت متالورژی (فلزکاری)، عملیات حرارتی و طراحی، طول عمر دیسک کاترها نیز افزایش یافته است. به قول ساندل، قطعات مصرفی مثل کاترها یکی از مهم ترین دلایل توقف TBM در پروژه هاست. بنابراین هرگونه تغییری که به کاهش خوردگی و افزایش طول عمر قطعه بیانجامد مطلوب است. در گذشته با افزایش سایز دیسک و بیرینگ های سایپورت آن، تغییرات مثبتی در عملکرد دیسک کاترها اعمال شده است. همچنین برای افزایش عمر دیسک کاتر و کاهش خوردگی می توان مقدار بیشتری ماده از بین رونده (فلز محافظ) روی رینگ بزرگ دیسک کاتر استفاده کرد.

### نتیجه گیری

دیجیتال سازی کردن TBM در زمینه هایی مثل استفاده از سنسورهای دقیق و پیشرفته، جمع آوری داده از قسمت های مختلف ماشین و تحلیل جامع این داده ها، می تواند بینش عمیق تری را در مورد زیر و بم کار حفاری در اختیار مهندسان و تولیدکنندگان قرار دهد.