



مدیریت مالی و زمانی دمونتاز و خروج دستگاه OPEN T.B.M گاووشان از نگاه مهندسی ارزش

سید بشیر مختارپوریانی

مدیر دفتر فنی پروژه‌های سد و تونل انتقال آب گاووشان شرکت جهاد توسعه منابع آب

pouryani@gmail.com

چکیده

تونل انتقال آب گاووشان با طولی بالغ بر ۲۰/۱۳۹ کیلومتر در جنوب استان کردستان واقع شده و عملیات ساختمانی آن هم اکنون در حال اجرا می باشد. از لحاظ تقسیمات زمین شناسی ساختمانی، نیمه شمالی مسیر تونل در زون سندج - سیرجان و نیمه جنوبی آن در حد فاصل یک زون افیولیتی و زون رورانده زاگرس جای دارد.

لیتولوژی مسیر تونل از سنگهای رسوبی شامل ماسه سنگ، شیل، آهک و کنگلومرا تا سنگهای آذرین و دگرگونی شامل دیاباز، دیوریت گابرو، پریدوتیت و آمفیبولیت متغییر بوده بطوریکه گسل مروارید مسیر تونل را به دو نیمه شمالی (با رخساره فلیش) و نیمه جنوبی (زون افیولیت ملانژ) تقسیم نموده است.

در پایان مطالعات طرح پس از بررسی گزینه‌ها و روش‌های مختلف اجرا، گزینه تونلی با مسیر شکسته و حفاری با استفاده از ترکیبی از روش نیمه مکانیزه (رودهدر) و دستی (انفجاری) از جبهه ورودی و ماشین حفار OPEN T.B.M. از جبهه خروجی مطابق نظر کارفرمای وقت برگزیده گردید.

به منظور تسهیل در عملیات حفاری تونل، ایجاد جبهات کاری بیشتر، هوادهی داخل تونل، عبور و مرور و تخلیه مناسب مصالح داخل تونل در زمان حفاری ۴ رشته تونل دسترسی به نامهای کچله، سربناو، هلتوشان و توانکش با طول کلی ۳۶۶۶ متر در مسیر تونل حفر گردید.

از دیگر اهداف حفر تونل دسترسی هلتوشان، خروج دستگاه T.B.M. پس از اتمام حفاری از تونل اصلی بود. بر این اساس می بایست پس از اتمام حفاری دستگاه، مسیر داخل تونل انتقال تا تقاطع با تونل دسترسی و سپس کل طول دسترسی ریل گذاری و دستگاه با تکیه بر مسیر ریلی مهیا شده از تونل خارج می گردید.

حفاری دسترسی هلتوشان از ابتدای پروژه و به منظور دستیابی به تقاطع با تونل اصلی آغاز گردیده بود. روش اجرای در نظر گرفته شده برای این امر بدلیل بزرگ بودن سطح مقطع تونل شامل حفاری مرحله‌ای بصورت برداشت Top در مرحله اول و در نهایت برداشت Bench (کفبرداری) بود. بر این اساس جهت تسریع در آغاز عملیات حفاری تونل اصلی تنها حفاری مرحله اول تونل دسترسی به انجام رسید.

به منظور خروج دستگاه مرحله دوم حفاری تونل دسترسی Bench (کفبرداری) نیز بایستی حفاری می گردید. بر اساس راندمان‌های کارگاه در سایر جبهات کاری، فعالیت کفبرداری تونل با توجه به طول ۱۳۸۵ متری باقیمانده، مستلزم صرف زمانی در حدود ۴ ماه بود. با توجه به این امر و به منظور تسریع در خروج دستگاه از تونل و آغاز عملیات پوشش بتنی تونل اصلی، مدیریت کارگاه مضمم شد تا با بهره‌گیری از تکنیک مهندسی ارزش در جهت کاهش زمان این فعالیت و تحقق اهداف برنامه زمانبندی مصوب بر آید.

مقاله حاضر به بررسی نتیجه کارگاه مهندسی ارزش و در نهایت روش انتخابی پیشنهادی برای خروج دستگاه از تونل و صرفه‌جویی‌های ریلی ناشی از این تغییر برای کارفرما می‌پردازد.

واژه های کلیدی: دستگاه T.B.M، مهندسی ارزش، تونلسازی، تونل انتقال آب گاووشان



۱- مقدمه

همه ساله منابع قابل توجهی به کارهای عمرانی اختصاص داده می شود افزایش پیوسته هزینه های اجرایی ، حذف بخشهایی از آن هزینه ها را که نقشی در ارتقای کیفیت ندارند و از لحاظ کار کردی نیز ضروری به شمار نمی روند الزامی گردانیده است . با افزوده شدن بر پیچیدگی کارها و سخت تر شدن فشار تقاضا بر این صنعت ، کاربری مهندسی ارزش در پروژه های اجرایی می تواند به ابزار چون و چرای مدیریت در کنترل هزینه ها تبدیل شود .

در پروژه گاوشان نیز با کاربری این روش از ابتدای پروژه صرفه جویی های بسیاری گردیده است. در واقع نتایج مثبت حاصل از این تغییرها پس از تأیید مؤلفین طرح و موافقت کارفرمای پروژه به مرحله اجرایی رسیده که نقش تک تک عوامل کارفرما ، مشاور و پیمانکار در اجرای این بازنگری ها و تحقق کاربری مهندسی ارزش قابل توجه بوده است به نحوی که عملکرد بجا و به موقع هر یک سبب شد مهندسی ارزش در مجموعه به صورت روان انجام گرفته و به عنوان یک رویه منطقی در سیستم پذیرفته شود.

عامل کارفرما بعنوان متولی و صاحب کار نقش بسیار اساسی و مهمی در مهندسی ارزش داشته است. خواست کارفرما در جهت بهینه کردن طرح به لحاظ هزینه و زمان از اهم مسائل بوده و همچنین هدایت مجموعه در راستای خواست منطقی خود باعث تضمین اجرای تغییرات یاد شده گردیده است.

دستگاه مشاور که با اصلاح طرح پیمانکار و بررسی گزینه های مختلف و برگزاری جلسات کارشناسی و مقایسه آن با اهداف طرح و انطباق گزینه ها با سایر اجزاء طرح، نقش مهمی در فرآیند مهندسی ارزش داشته است.

پیمانکار که با ارائه طرح مهندسی ارزش، بیشترین سهم بهینه کردن طرح را به خود اختصاص داده و در واقع استارت اصلی فرآیند مهندسی ارزش را به عهده داشته است.

یکی از این پیشنهادات مهندسی ارزش در جهت بهینه نمودن طرح، مدیریت مالی و زمانی دمونتاژ و خروج دستگاه OPEN T.B.M گاوشان می باشد که با ارائه روش اجرای پیشنهادی کارگاه مهندسی ارزش شرایطی فراهم گردید تا صرفه جویی زمانی ۳ ماهه و ریالی قابل توجهی در پروژه صورت گیرد. در این مقاله به تشریح روند کارگاه مهندسی ارزش برگزار شده و در نهایت روش اجرای بکار رفته پرداخته می شود.

۲- کلیات:

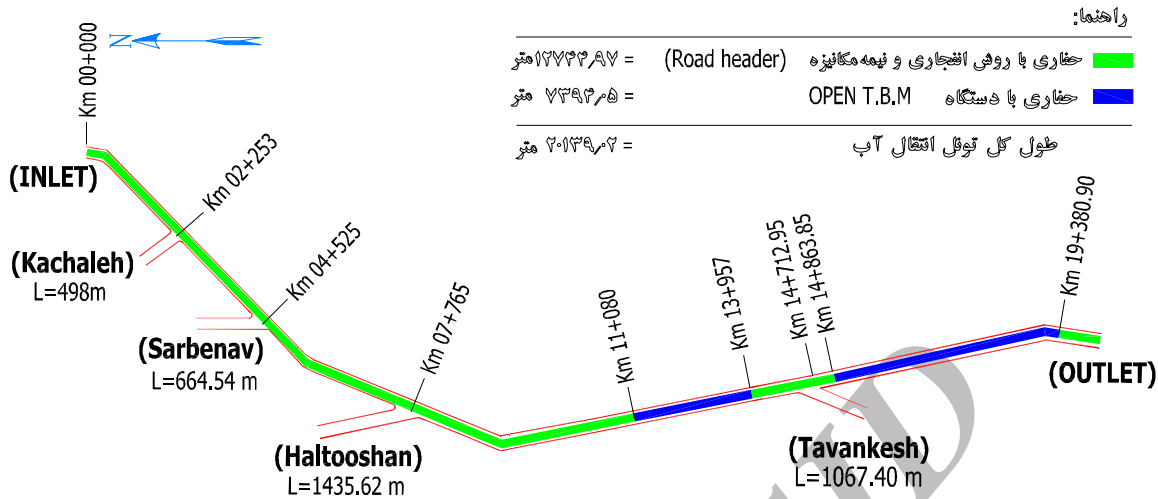
۱-۲- معرفی طرح:

طرح ملی گاوشان مشتمل بر یک سد مخزنی سنگریزه ای با هسته رسی به ارتفاع ۱۲۳ متر، نیروگاه برقی آبی و یک خط تونل انتقال آب به طول ۲۰/۱۳۹ کیلومتر و یک مجموعه از سد های انحرافی و شبکه آبیاری - زهکشی می باشد. هدف از اجرای طرح، تأمین آب کشاورزی دشتهای میان دربند و بيلهور و تأمین بخشی از آب شرب شهر کرمانشاه به میزان ۶۳ میلیون متر مکعب در سال و در نهایت تأمین انرژی برق - آبی به میزان ۱۱ مگاوات می باشد.

گستره این طرح قسمتی از شمال کرمانشاه و جنوب استان کردستان را در بر می گیرد. قسمت شمالی در حوزه رودخانه سیروان بزرگ قرار داشته و قسمت جنوبی گوشه ای از سرشاخه های شمالی حوضه رودخانه کرخه را تشکیل می دهد. محدوده تونل و دشتهای در نظر گرفته شده حدوداً از ۲۲ کیلومتری شمال کامیاران (محل سد مخزنی گاوشان) تا ۱۰ کیلومتری شمال استان کرمانشاه (ابتدای دشت میان دربند) ما بین عرض جغرافیایی ۱۵-۳۴ و ۳۰-۳۵ شمالی و طول جغرافیایی ۳۰-۴۶ تا ۳۰-۴۸ گسترده است. حفاری این تونل هم اکنون توسط سه روش انفجاری، حفاری نیمه مکانیزه توسط رودهدر و حفاری ماشینی توسط Open T.B.M. به اتمام رسیده است.

به منظور تسهیل در عملیات حفاری، تحکیم و بتن ریزی تونل، ایجاد جهات کاری بیشتر، هوادهی داخل تونل، عبور و مرور و تخلیه مناسب مصالح داخل تونل چهار رشته تونل دسترسی در مسیر تونل در نظر گرفته شده بود.

- ✓ دسترسی کچله به طول ۴۸۹ متر در کیلومتر ۲+۲۵۳
- ✓ دسترسی سربناو به طول ۶۶۴/۵۴ متر در کیلومتر ۴+۵۲۵
- ✓ دسترسی هلتوشان به طول ۱۴۳۵/۶۲ متر در کیلومتر ۷+۷۶۵
- ✓ دسترسی توانکش به طول ۱۰۶۷/۴۰ متر در کیلومتر ۱۴+۷۱۲/۹۵



تصویر (۱): پلان حفاری تونل انتقال آب گاوشان [۲].

۲-۲- مشخصات دستگاه حفاری Open T.B.M

دستگاه Open T.B.M گاوشان (S112) از نوع سنگ سخت Hard Rock می باشد که توسط سازمان آب منطقه ای غرب از شرکت هرنکنشت آلمان خریداری گردیده است. مشخصات این دستگاه به شرح ذیل می باشد:

Main drive: 180 ton
Cutter disc: 7 double & 20 single & 6 Scraper plate
Advanced cylinders: 4 * 1600 mm / 340 mm
Max pressure nominal: 400 bar & **Fix :** 250 bar
Weight (hydraulic pump): 2 ton
Gripper cylinders: 8 * 500 mm / 450 mm
Max pressure nominal: 400 bar & **fix :** 220 bar
Weight of gripper: 4*7.5 ton
Weight of cylinder: 8*1.5 ton
Rear support: 2 * 1000 mm / 260 mm
Max pressure nominal: 250 bar & **fix :** 110 bar
Total force nominal: 12710 KN & **fix:** 6000 KN
Weight of cutter head: 70 ton
Weight of dust shield: 30 ton
Conveyer belt No: 1 @ 250 m³/h & 14.5 m & 65 cm & 2.5 m/s
Conveyer belt No: 2 @ 240 m³/h & 8 m & 80 cm & 2 m/s
Conveyer belt No: 3 @ 240 m³/h & 90 m & 80 cm & 1.6 m/s
Water tank: 800 liter
Oil tank: 1200 liter
Oil tank + circuit: 3000 liter
Gear oil: 1500 liter

۳- روش اجرای اولیه خروج دستگاه حفاری T.B.M. از تونل:

بر اساس اسناد پیمان اهداف حفر تونل دسترسی هلتوشان به قرار ذیل می باشد:



- ✓ خروج دستگاه T.B.M. از داخل تونل پس از اتمام حفاری
- ✓ عبور از زون گسله مروارید در زمان حفاری
- ✓ هوادهی به داخل تونل به دلیل تغییر رژیم جریان در محل اتصال دسترسی به تونل انتقال در زمان بهره‌برداری از تونل انتقال

با علم به این اهداف می‌بایست پس از اتمام حفاری دستگاه، مسیر داخل تونل انتقال تا تقاطع با تونل دسترسی و سپس کل طول دسترسی ریل گذاری و دستگاه با تکیه بر مسیر ریلی مهیا شده از تونل خارج می‌گردید.

حفاری دسترسی هلتوشان از ابتدای پروژه و به منظور دستیابی به کیلومتر ۷+۷۶۵ آغاز گردیده بود. روش اجرای در نظر گرفته شده برای این امر بدلیل بزرگ بودن سطح مقطع تونل شامل حفاری مرحله‌ای بصورت برداشت Top در مرحله اول و در نهایت برداشت Bench (کف‌برداری) بود. بر این اساس جهت تسریع در آغاز عملیات حفاری مرحله اول حفاری به انجام رسید و حفاری در تونل اصلی از دو جبهه آغاز گردید.

به منظور خروج دستگاه مرحله دوم حفاری تونل دسترسی Bench (کف‌برداری) نیز می‌بایستی حفاری می‌گردد. بر اساس راندمان‌های کارگاه در سایر جبهات کاری کف‌برداری تونل و با توجه به طول ۱۳۸۵ متری باقیمانده، این امر مستلزم صرف زمانی در حدود ۴ ماه بود. با توجه به این امر و به منظور تسریع در خروج دستگاه از تونل و آغاز عملیات پوشش بتنی قطعه پایین دست هلتوشان، مدیریت کارگاه مصمم شد تا با بهره‌گیری از تکنیک مهندسی ارزش در جهت کاهش زمان این فعالیت و تحقق اهداف برنامه زمانبندی مصوب بر آید.

مقاله حاضر و مستندات آن به بررسی روند برگزاری و نتیجه کارگاه مهندسی ارزش و در نهایت روش انتخابی پیشنهادی برای خروج دستگاه از تونل و صرفه‌جویی‌های ریالی ناشی از این تغییر برای کارفرما می‌پردازد.

۴- مراحل کارگاه مهندسی ارزش و انتخاب روش برای خروج دستگاه

بر اساس پیش‌بینی‌های موجود در اسناد قرارداد می‌بایست پس از اتمام حفاری و کف‌برداری تونل دسترسی (با توجه به مرحله‌ای بودن حفاری آن)، عملیات ریل‌گذاری از محل اتمام حفاری تا ورودی تونل دسترسی به انجام رسیده و از این طریق دستگاه حفار از تونل خارج می‌گردید.

پس از اتمام حفاری، مدیریت پروژه در جهت یافتن راهکاری برای خروج سریع دستگاه و آغاز عملیات پوشش بتنی تونل در این قطعه از تونل، پیشنهاد تشکیل کارگاه مهندسی ارزش را برای این فعالیت نمود.

بر اساس ادبیات فنی در یک تعریف کلی مهندسی ارزش راهی است به‌سوی ایجاد تعادل بین هزینه‌ها و کارکردهای یک محصول یا پروژه. مهندسی ارزش با حفظ کارکردها، روش‌هایی را در اختیار قرار می‌دهد که هزینه‌های اضافی را حذف نموده و روش‌های کم‌هزینه‌تر را با کیفیت و کارکرد بالاتر جایگزین روش‌های قبلی می‌نماید.

در متدولوژی ارزش یک برنامه کار سیستماتیک به کار برده می‌شود. برنامه کار گام‌های خاصی جهت تحلیل موثر یک محصول یا خدمت را جهت تولید حداکثر تعداد گزینه‌های مختلف برای رسیدن به کارکردهای مورد نیاز محصول یا خدمت مورد نظر ارائه می‌کند. این برنامه شامل مراحل به شرح جدول ذیل می‌باشد:

جدول (۱): برنامه کار متدولوژی ارزش

پیش مطالعه	مطالعه ارزش	پس مطالعه
جمع آوری نیازها و خواسته‌های مشتری/کاربر	فاز اطلاعات	تکمیل تغییرات
تهیه مجموعه اطلاعاتی	فاز تحلیل کارکرد	اجرای تغییرات
تعیین فاکتورهای ارزیابی	فاز خلاقیت	نظارت بر تغییرات و شرایط
تعیین محدوده مطالعه ارزش	فاز ارزیابی	
تعیین مدل داده‌ها	فاز توسعه	
تعیین افراد و نحوه اداره گروه	فاز ارائه	

با این هدف یک تیم مهندسی ارزش شامل کارشناسان و افراد متخصص کارگاه تشکیل و سعی در یافتن راهکاری برای خروج سریع دستگاه و آغاز عملیات پوشش بتنی تونل بر اساس متدولوژی ارزش گردید.



۱-۴ - مرحله اول (مرحله پیش مطالعه)

در ابتدا و در مرحله پیش مطالعه اطلاعات لازم برای تشکیل کارگاه مهندسی ارزش شامل موارد ذیل با همکاری مشترک تیم دفتر فنی و نقشه‌برداری کارگاه تهیه گردید تا راه برای ورود به فاز مطالعه آماده گردد.

- ✓ تهیه ازبیلت حفاری قطعه هلتوشان پایین دست پس از اتمام کف‌برداری
- ✓ تهیه ازبیلت حفاری تونل دسترسی هلتوشان
- ✓ و ...

همچنین در این مرحله مدیریت کارگاه بعنوان راهبر مطالعه معرفی و تیم مهندسی ارزش شامل کارشناسان کارگاه و نیروهای ارشد دستگاه تعیین گردیدند. سپس مقرر گردید تا در کوتاهترین زمان ممکن بهترین پیشنهاد با بالاترین شاخص ارزش شناسایی و به مرحله اجرا در آید.

۲-۴ - مرحله دوم (مرحله مطالعه)

با فراهم شدن شرایط مرحله دوم (مرحله مطالعه) آغاز گردید. بر اساس تعریف SAVE International این مرحله از مطالعه ارزش شامل ۶ فاز می‌باشد. که در کارگاه برگزار شده برای خروج دستگاه از تونل نیز روال کار مبتنی بر طی هر کدام از فازها بر اساس این دستورالعمل بود که در ادامه خلاصه آن ذکر می‌گردد:

۱-۲-۴ فاز اطلاعات

منافع یک کارگاه مهندسی ارزش تا حد زیادی مرهون صحت اطلاعات کسب شده است. با علم به این موضوع در این بخش موارد ذیل در اطلاعات واگذاری به کارگاه مدنظر قرار گرفت:

- ✓ جمع‌آوری و مدل‌سازی اطلاعات با تمرکز بر موضوع خروج دستگاه
- ✓ درک کامل موارد استفاده خاص و نیازهای کارکردی اجزا
- ✓ تبیین هدف و ساختار مطالعه

با تکمیل اطلاعات و با تکیه بر پیش فرضهای اطلاعاتی هر کدام از افراد تیم که بعضاً از ابتدای پروژه در کارگاه حضور داشتند و یا مدت زیادی از حضور آنها در کارگاه می‌گذشت کارگاه وارد فاز دوم مرحله مطالعه گردید.

۲-۲-۴ - فاز تحلیل کارکرد

تحلیل کارکرد قلب ساختار مهندسی ارزش است. در این فاز با درک صحیح، جواب سوالهای ذیل در یک طوفان فکری جمعی پاسخ داده شد.

- ✓ مسأله چیست؟
- ✓ چرا این موضوع یک مسأله است؟
- ✓ برای چه یک راه حل برای این مسأله ضروری است؟

سپس بر اساس آن نمودار FAST مربوطه تنظیم گردید.

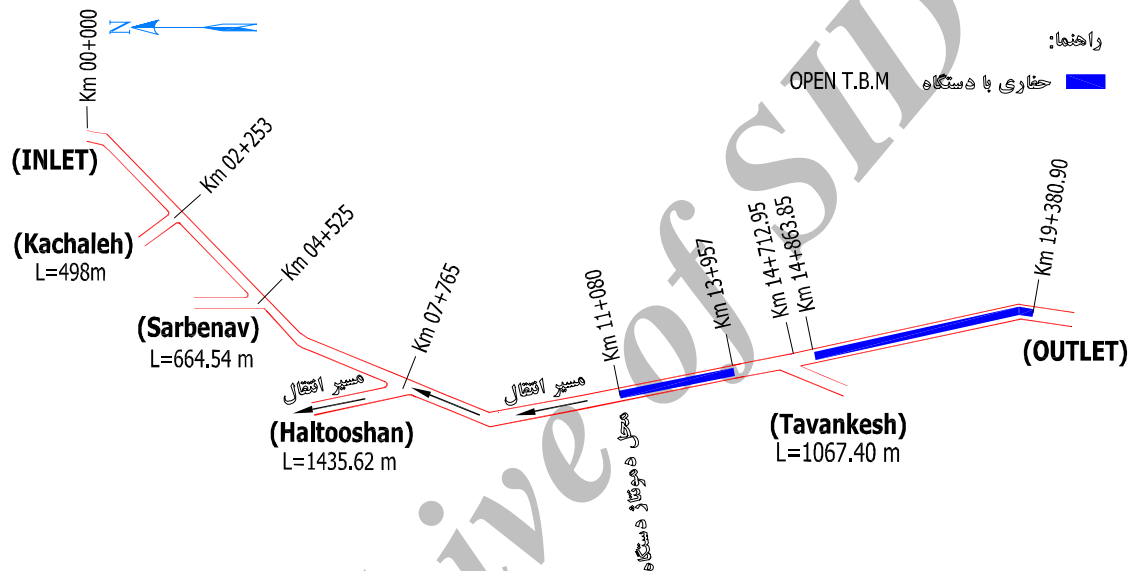
۳-۲-۴ - فاز خلاقیت، ارزیابی، توسعه و ارائه

پس از طی مراحل فوق و رسم نمودار FAST مربوطه کارگاه وارد فاز خلاقیت گردید در این مرحله ۶ پیشنهاد از طرف کارگاه ارائه گردید که از میان این پیشنهادات با عنایت به جمیع نظرات و در نظر گرفتن شاخص ارزش هر یک از پیشنهادات (بر اساس تعریف EN) دو پیشنهاد ذیل به فاز ارائه وارد گردید.



- ✓ انتقال بوژی‌های دستگاه به داخل تونل و قراردادن در زیر شافت اصلی دستگاه و سپس دمونتاز دستگاه در داخل تونل و در نهایت پس از اتمام لاینینگ توانکش تا خروجی تونل و ریل گذاری مسیر، انتقال دستگاه و متعلقات آن از طریق خط ریلی به خروجی تونل در مدت زمان ۱۵ روز
- ✓ دمونتاز دستگاه در داخل تونل و انتقال کلیه قطعات دستگاه از طریق هلتوشان پایین دست و دسترسی هلتوشان به بیرون از تونل توسط یک بوژی مخصوص حمل قطعات سنگین

پس از بررسی‌های لازم در این فاز با دعوت از مدیران ارشد شرکت، نماینده یک شرکت تخصصی در زمینه حمل و نقل قطعات سنگین و ... نتایج فاز توسعه مورد ارزیابی قرار گرفت و نهایتاً گزینه دوم یعنی دمونتاز دستگاه در داخل تونل و انتقال کلیه قطعات دستگاه از طریق هلتوشان پایین دست و دسترسی هلتوشان به بیرون از تونل توسط یک بوژی مخصوص حمل قطعات سنگین مورد تأیید قرار گرفت و جهت بررسی به کارفرمای پروژه ارائه می‌گردد.



تصویر (۲): مسیر انتقال دستگاه بر اساس نتایج حاصل از کارگاه [۲].

۴-۳- مرحله سوم (پس مطالعه)

در این مرحله با موافقت کارفرمای محترم و دستگاه نظارت محترم پروژه نتیجه کارگاه مهندسی ارزش برای اجرا آماده گردید. در ادامه مقاله جهت آشنایی با روش اجرای بکار رفته خلاصه‌ای از این روش ارائه می‌گردد.

۵- روش اجرا شده برای خروج دستگاه OPEN T.B.M از تونل

همانگونه که در بند قبلی نیز اشاره گردید با توجه به نتایج کارگاه مهندسی ارزش و موافقت کارفرمای محترم پروژه روش اجرای دمونتاز دستگاه OPEN T.B.M در داخل تونل و انتقال کلیه قطعات دستگاه از طریق هلتوشان پایین دست و دسترسی هلتوشان به بیرون از تونل برای خروج دستگاه از تونل در نظر گرفته شد. که مراحل اجرای آن به شرح ذیل بود. با توجه به وزن حدود ۲۰۰ تنی سیستم کُلگی و شافت اصلی دستگاه و لزوم تدابیر خاص برای خروج آن از تونل، کارگاه اقدام به عقد قراردادی با یک شرکت حمل و نقل جهت انتقال یک بوژی به همراه کمرشکن‌های مربوطه به کارگاه نمود. سیستم بوژی به گونه‌ای است که مسیر انتقال بایستی دارای حداقل برآمدگی بوده بدین منظور جهت حرکت دستگاه در داخل تونل دسترسی مسیر تسطیح و با بتن مگر پوشش داده شد.



۵-۱- مرحله اول دمونتاز

با توجه به وزن زیاد و قطر زیاد مجموعه، قبل از عملیات انتقال، همانند زمان مونتاژ از روی خط جوشهای موجود، کلگی دستگاه پس از جداسازی دیسکهای برشی به پنج قسمت تقسیم و سپس با انتقال بر روی کفی به بیرون از تونل انتقال داده شد.



تصویر (۳): دمونتاز قطعات کلگی در داخل تونل [۲].

۵-۲- مرحله دوم دمونتاز

قبل از آغاز عملیات به منظور اطمینان از سلامت مسیر برای تردد بوژی حامل بار و کاهش ریسک عملیات در حین انتقال، اقدام به ساخت و عبور شابلون از داخل تونل انتقال و دسترسی بر اساس هندسه قطعه بوسیله کفی تریلر کارگاه گردید. سپس به منظور سبک‌سازی سیستم شفت و کلگی حداکثر قطعات قابل ممکن از سیستم جدا گردید. پس از حصول اطمینان از آماده بودن مسیر حرکت، مجموعه عملیات انتقال شافت دستگاه بوسیله بوژی آغاز گردید. با توجه به محدودیت فضای داخل تونل و عدم مانور جرثقیل مناسب برای نگهداری شافت اصلی در داخل تونل و انتقال بر روی بوژی با یک روش ابتکاری از سیستم گریپهای دستگاه استفاده گردید. در این مرحله با تکیه نمودن گریپها با نهایت فشار (۲۲۰ بار) به جداره تونل و مهار کفشکهای دستگاه بوسیله جوش و ساپورت‌های فلزی به قابهای تونل، قطعات باتوم کلینر و ریل ساپورت باز شده، بوژی به زیر دستگاه حرکت داده شد با آزادسازی گریپها شافت اصلی دستگاه بر روی بوژی قرار گرفته و سپس عملیات انتقال به بیرون بوسیله کشنده‌ها به انجام رسید.



تصویر (۴): دمونتاز انتقال شافت اصلی دستگاه توسط بوژی به خارج از تونل [۲].

۵-۳- مرحله سوم دمونتاز

با خروج شافت و کلگی از داخل تونل ابتدا قطعات مختلف واحد پشتیبانی (Backup) شامل لوله‌ها و کابلها و اتصالات در هر قسمت جدا شده و واحدهای پشتیبانی به صورت مجزا جهت انتقال به بیرون آماده گردید سپس قطعات پشتیبان تک تک با تکیه بر پایه‌های اسکی خود بوسیله کشنده‌ها به بیرون از تونل انتقال داده شد.

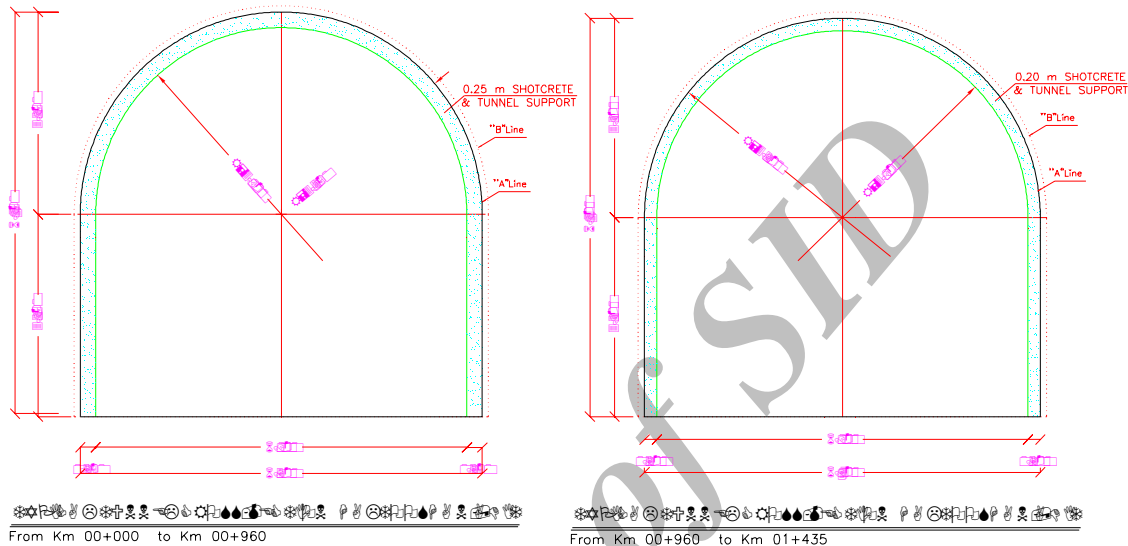


تصویر (۵): خروج سیستم پشتیبان از داخل تونل [۲].



۶- مقایسه روش اجرای اولیه و پیشنهادی پیمانکار برای دمونتاز و خروج دستگاه OPEN T.B.M و صرفه جویی زمانی و ریالی ناشی از آن

مقاطع تعریف شده بر اساس طرح اولیه برای حفر دسترسی هلتوشان به صورت دیتایل تصویر شماره ۲ بود. این مقاطع با فرض خروج دستگاه حفار TBM از این تونل در نظر گرفته شده بود.



تصویر (۶): مقاطع دسترسی هلتوشان بر اساس اولیه [۲].

با توجه به مطالب تشریح شده در بندهای قبلی حفاری تونل دسترسی که بخشی از آن (از کیلومتر ۰+۰۰۰ تا ۰+۴۶۲/۷) توسط شرکت پلستیک سنندج (پیمانکار قبلی) به اجرا در آمده بود بر اساس روش NATM و بصورت حفاری مرحله‌ای (به دلیل بزرگ بودن مقطع حفاری تعریف شده برای دسترسی) بصورت برداشت سقف و قسمتی از دیواره در مرحله اول و در نهایت برداشت باقیمانده دیواره به همراه کف در مرحله دوم (کف برداری) بود. که روش پیشنهادی عملیات کف برداری را حذف نموده و مقدار ریالی آن صرفه جویی گردید.

۶-۱- صرفه جویی زمانی

مدیریت ریسک، مجموعه فرآیندهای مورد نیاز برای شناسایی و تجزیه و تحلیل و واکنش در مقابل ریسک فعالیت‌های یک پروژه، به منظور پیشینه نمودن نتایج وقایع مثبت و کمینه نمودن پیامدهای وقایع ناگوار است. در واقع برنامه زمانبندی اجرایی هر پروژه عمرانی بر اساس ریسک پیش‌بینی شده پیمانکار، امکانات و شرایط مندرج در پیمان تهیه گردیده و هدف نهایی آن اتمام پروژه در مدت زمان مشخص و تعیین شده می‌باشد. در اغلب موارد با توجه به شرایط اجرایی و تأخیر از زمانبندی مصوب، برنامه بر اساس شرایط کاری مورد بازنگری قرار می‌گیرد. همانگونه که در ابتدا نیز اشاره گردید در ابتدای پروژه به منظور دمونتاز و خروج دستگاه حفاری از تونل ریل گذاری تونل انتقال و دسترسی هلتوشان دیده شده بود مدیریت اجرایی پروژه بر اساس نتایج حاصل از کارگاه مهندسی ارزش و با پذیرش ریسک موجود اقدام به تغییر روش پیش‌بینی شده در اسناد پیمان برای خروج دستگاه T.B.M نمود. تغییر روش اجرایی می‌توانست ریسک‌های مالی و سرمایه‌ای که خود را به سه صورت زمانی، هزینه‌ای و کیفیتی نشان می‌دهد به دنبال داشته باشد.



جدول (۲): مقایسه مزایا و معایب روش اجرای اولیه و روش اجرای پیشنهادی [۲]

زمان اجرا بر حسب ماه	معایب	مزایا	
۴	<ul style="list-style-type: none"> - اجرای کفبرداری تونل دسترسی به ارتفاع متوسط ۱/۵۰ متر - ریل گذاری تونل به طول ۴۶۹۵ متر - افزایش زمان پروژه - هزینه بالا برای کارفرما 	<ul style="list-style-type: none"> - خروج دستگاه بصورت کامل از داخل تونل 	روش اجرای اولیه بر اساس اسناد طرح
۱	<ul style="list-style-type: none"> - از بین رفتن تعدادی از قطعات دستگاه - نیاز به استفاده از بوژی حمل قطعات سنگین برای حمل شفت اصلی دستگاه - انجام دمونتاز در یک فضای محدود و با امکانات خاص 	<ul style="list-style-type: none"> - سرعت بالای اجرایی و کاهش زمان عملیات اجرایی به میزان ۳ ماه - کاهش هزینه عملیات اجرایی و صرفه جویی برای کارفرما - بالا رفتن ایمنی در حین عملیات اجرایی - حذف ریل گذاری تونل به طول ۴۶۹۵ متر 	روش اجرایی پیشنهادی

۶-۲- صرفه جویی ریالی

بر اساس فهرست بهای منضم به اسناد قرارداد برآورد ریالی کفبرداری تونل دسترسی هلتوشان بر طبق طرح اولیه بر اساس ریز متره پیوست و جداول مالی پیوست می‌باشد.
بر اساس این جداول مشهود است که در صورت اجرای روش اجرای اولیه (روش پیش‌بینی شده در اسناد مناقصه) کارفرما می‌بایست متحمل هزینه‌ای برابر با ۱۲۵۶۴۶۲۲۸۷۱ ریال گردد. اما با لحاظ نمودن روش پیشنهادی برای خارج سازی دستگاه کلیه این هزینه صرفه جویی گردید.

جدول (۳): محاسبه پاداش پیمانکار و صرفه جویی واقعی کارفرما [۲]

صرفه جویی واقعی کارفرما پس از کسر کلیه هزینه ها (ریال)	پاداش پیمانکار (ریال)	هزینه‌های اجرایی کارفرما (ریال)	هزینه‌های تهیه، آماده‌سازی و طراحی پیشنهاد تغییر، توسط پیمانکار (ریال)	هزینه اجرائی گزینه اولیه طرح (ریال)
۷,۶۶۴,۴۱۹,۹۵۱	۴۲۷,۱۹۷,۱۷۷۶	۶۲۸,۲۳۱,۱۴۴	۱۰,۲۵۶,۴۶۲,۲۸۷	۱۲۵۶۴۶۲۲۸۷۱

با اجرای این عملیات پس از بررسی توسط کارفرمای پروژه بر اساس بند ۲ ماده ۸ بخشنامه ۲۹۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دستورالعمل تهیه، ارایه و بررسی پیشنهادهای تغییر با نگاه مهندسی ارزش) میزان پاداش پیمانکار به میزان ۴۰ درصد مبلغ فوق و به مقدار ۴۲۷,۱۹۷,۱۷۷۶ ریال تعیین گردید.

۷- نتیجه گیری

امکانات بالقوه کاربست تحلیل مهندسی ارزش در اجرای سازه‌های مختلف پروژه‌های بزرگ عمرانی فراوان بوده و بی شک با توجه به مزایای استفاده از آن در اجرای پروژه‌ها و توانایی بالقوه آن در کاهش هزینه‌ها و با توجه به محدودیت منابع برای اجرای پروژه‌ها، این فن آوری و زمینه‌های اجرایی آن می‌بایستی در رأس وظایف مسئولین پروژه‌ها قرار گیرد.
با توجه به اینکه بیشترین موارد کاربست روشهای فنی مهندسی ارزش در مرحله اجراء می‌باشد، عدم آگاهی و اعتقاد پیمانکار به این فرآیند و نداشتن انگیزه لازم برای مشارکت در آن می‌تواند موجب مشکلات باز دارنده از تحقق نتایج مهندسی ارزش شود. لذا پیش‌بینی انجام مهندسی ارزش در دوره اجرای طرحهای عمرانی و ساختمانی و صنعتی و اهرم‌های تشویقی برای انجام



مهندسی ارزش و کاربست نتایج آن بمنظور بهبود کیفیت، کاهش هزینه ها و زمان اجراء موفقیت این فرآیند حائز اهمیت است. در کاربست مهندسی ارزش، حفظ زمان برای بازنگری و اعمال تغییرات ضروری بوده، لذا اعمال مدیریت صحیح و تصمیم گیری های بموقع کارفرما و وجود انگیزه در سازمانهای دست اندرکار طرح در تحقق بموقع این کار نقش به سزایی دارد. در پروژه گاوشان نیز پس از اتمام عملیات حفاری و با عنایت نتایج کارگاه مهندسی ارزش که مورد تأیید مشاور و کارفرمای محترم طرح نیز قرار گرفته بود شرایطی را فراهم نمود تا عملیات کفبرداری تونل دسترسی به انجام نرسیده و با اجرای عملیات اصلاح و رگلاژ مسیر تونل دسترسی و بتن ریزی مگر بر اساس روش تشریح شده صرفه جویی زمانی برابر ۳ ماه در مدت اجرای پروژه حاصل گردد. کارفرمای پروژه نیز با درک صحیح از شرایط فراهم شده و پرداخت پاداش کار به پیمانکار بر اساس دستورالعملهای سازمان مدیریت و برنامه ریزی زمینه را برای اجرایی شدن طرح فراهم نمود.

۸- تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم تا از مجری محترم طرح جناب آقای مهندس پویان، پرسنل دستگاه نظارت مقیم شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس بویژه آقایان مهندسین دهقان، غربی، فاتحی، زورآوند و یزدگردی و همچنین مدیریت وقت پروژه جناب آقای مهندس کریمی و نیروهای اجرایی کارگاه آقایان مهندس احمدی، محمدی و مفاخری و پرسنل دفتر فنی کارگاه که به نوعی در گردآوری و تدوین این مقاله تأثیرگذار بوده اند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم.

۹- مراجع

- [۱] خسروی، ح، شبیری، ج و نقابت، ش، ن، "گزارش زمین شناسی مهندسی و مکانیک سنگ"، طرح تونل انتقال آب سد گاوشان و تونل های دسترسی به آن، مطالعات مرحله دوم، شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس، ۱۳۷۶
- [۲] "گزارش مدیریت مالی و زمانی دمونتاز و خروج دستگاه OPEN T.B.M گاوشان از نگاه مهندسی ارزش"؛ شرکت جهاد توسعه منابع آب؛ ۱۳۸۶