

تأثیر پایان‌نامه‌های دانشجویی در جهت رشد صنعت تونل‌سازی (مطالعه موردی: تونل بلند قمرود)

* وحید جودکی

** رسول اجل‌لوئیان

* کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، زاهدان

** دانشیار، گروه زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان

Joudaki_vahid@yahoo.com Ajalloeian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۲۹

چکیده

در سالیان گذشته بحث‌های فراوانی پیرامون ارتباط دانشگاه و صنعت مطرح شده است. در زمینه صنعت تونل‌سازی نیز همکاری‌های مؤثری مابین شرکتهای فنی-مهندسی و دانشگاه‌های کشور صورت گرفته است. در این میان انجمن تونل ایران نیز در جهت توسعه این تعاملات (در سطح ملی و بین‌المللی) با برگزاری "کنفرانس‌ها، سمینارهای علمی، کارگاه‌های آموزشی و نمایشگاه‌های تخصصی" گام‌های بلندی در راستای رسالت خود برداشته است. هدف از توسعه این تعاملات، تربیت فارغ‌التحصیلانی خلاق و مبتکر است که ضمن داشتن دانش کافی از مبانی علوم دانشگاهی، دارای مهارت و توانایی لازم جهت ورود به مشاغل صنعت تونل باشند. اما با این وجود در مقاطع تحصیلات تکمیلی، دانش‌آموختگان رشته‌های مرتبط با صنعت تونل در گروه‌های "عمران، زمین‌شناسی (گرایش مهندسی)، معدن، ژئوفیزیک، نقشه‌برداری، مکانیک، برق و ..." برای پژوهش در زمینه طرح‌های تونل‌سازی کشور، همچنان با چالش‌های فراوان مواجه‌اند. این موانع موجب کاهش کیفیت و نوآوری در پایان‌نامه‌ها (به‌خصوص در گروه‌های کارشناسی‌ارشد) و کاهش استقبال دانشجویان از ارائه طرح‌های پژوهشی در زمینه پروژه‌های تونل‌سازی کشور شده است؛ به نحوی که فراوانی مطالعات کلیشه‌ای و گاه تکراری نسبت به گذشته چشمگیرتر شده است. این در حالی است که نتایج حاصل از پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی و انتشار مقالات کاربردی دانشجویان در پایگاه‌های علمی می‌تواند در مستندسازی مخاطرات پروژه‌های تونل‌سازی کشور و جلوگیری از نارسایی‌هایی که در طرح‌های تونل‌سازی گذشته رخ داده، مفید واقع شود. دستاوردهای کاربردی این مطالعات، زمینه رشد فناوری بومی در بخش حفاری مکانیزه را فراهم می‌کند. در این مقاله ضمن بررسی موردی مطالعات دانشجویی پیرامون مباحث فنی تونل قمرود، به واکاوی چالش‌ها و ضرورت توجه بیشتر به پایان‌نامه‌های دانشجویان در صنعت تونل‌سازی پرداخته شده است. بررسی چالش‌ها بیانگر این حقیقت است که فعالیت گسترده‌تر انجمن‌های علمی و نیز همکاری دوجانبه پاره‌وقت میان دانشگاهیان و فعالان صنعت تونل، دو راهکار عمده برای ارتقای سطح کیفی و جهت‌دهی پایان‌نامه‌ها در راستای نیازهای بخش صنعت است.

واژه‌های کلیدی: دانشگاه، پایان‌نامه، طرح‌های پژوهشی، صنعت تونل‌سازی، تونل قمرود.

مقدمه

عهده دارند. بنابر این توجه به پژوهش‌های این قشر دانشگاهی می‌تواند موجب پیشرفت کشور در زمینه‌های گوناگون علمی گردد. شناخت نیازها و دغدغه‌های این دانشجویان، حمایت مادی و معنوی، ایجاد بستر مناسب، تهیه ابزار و سایر امکانات پژوهش، از جمله اقداماتی است

یکی از مهمترین مقوله‌ها در آموزش عالی موضوع "آموزش مبتنی بر پژوهش" است. دانشجویان تحصیلات تکمیلی که نیاز به ارائه پایان‌نامه برای دریافت مدرک تحصیلی خود دارند؛ به گونه‌ای ژرف‌تر پا به عرصه پژوهش می‌گذارند و نقش گسترده‌تری در تولید علم و دانش بر

که می‌تواند زمینه بروز استعداد‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی را فراهم کند [۱].

هانتر و همکاران [۲]، مرکل [۳] و سیمور و همکاران [۴] در پژوهش‌هایی جداگانه، مزیت‌های تجربه پژوهشی دانشجویان را مورد مطالعه قرار دادند و همگی به این نتیجه دست یافتند که فرایند تجربه پژوهشی در کسب مهارت‌های فردی و حرفه‌ای و... اثرگذار بوده است. از طرفی یکی از فاکتورهای مهم جهت خودکفایی و توسعه صنایع، استفاده عملی از دستاوردها و ابتکارات پژوهش‌های دانشجویان است؛ لذا در تمامی کشورها، صنایع برای توسعه فناوری‌ها و رفع نیازهای خود، به دنبال همکاری‌های گسترده‌تر با محیط‌های دانشگاهی هستند.

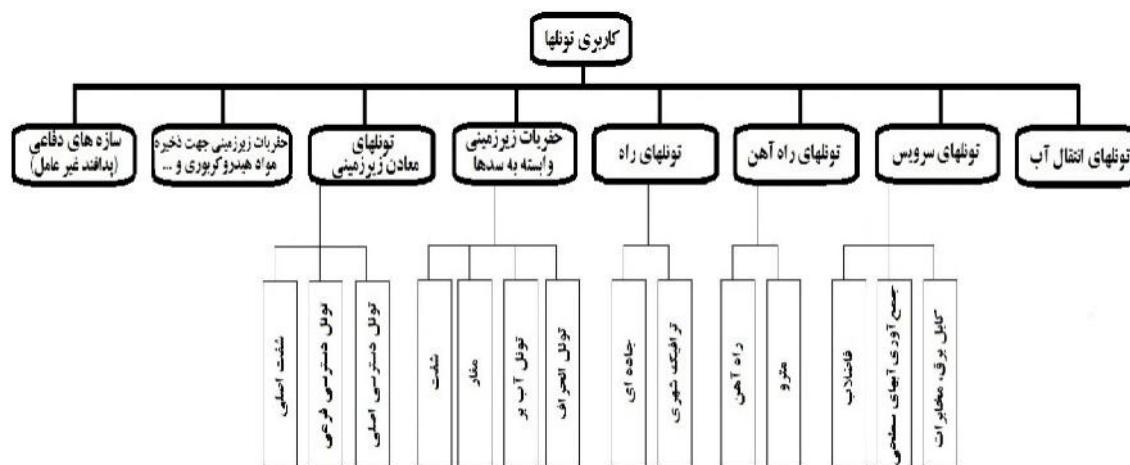
در ایران نیز در سال‌های اخیر پیرامون موانع و ضرورت‌های ارتباط صنایع با محیط‌های دانشگاهی، مطالعات متعددی توسط شفیع‌ی [۵]، امین‌بیدختی و همکاران [۶]، باقری‌نژاد [۷]، متحدی [۸] و... صورت گرفته است. مطالعات متعددی نیز پیرامون ضرورت کاربرد نتایج پایان‌نامه‌های دانشجویی در جهت توسعه صنایع، توسط خطیبی [۹]، صداقتی [۱۰] و... انجام شده است.

صنعت تونل‌سازی در ایران همانند دیگر صنایع رو به رشد کشور، نیازمند ارتباط نزدیکتر با آموزش عالی و استفاده از پژوهش‌های دانشگاهیان است. با توجه به رشد چشمگیر توانایی شرکت‌های ایرانی در اجرای پروژه‌های تونل‌سازی (بوئزه در حفاری مکانیزه)، کشورمان به یکی از پیشگامان این صنعت در منطقه خاورمیانه مبدل شده است. از طرفی با توسعه تحصیلات تکمیلی و افزایش چند برابری ظرفیت پذیرش دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های کشور، بسیاری از دانش‌آموختگان رشته‌های مرتبط با صنعت تونل در گروه‌های "عمران، زمین‌شناسی (گرایش مهندسی)، معدن، ژئوفیزیک و..." گرایش فراوانی به سمت کارهای مطالعاتی در زمینه پروژه‌های تونل‌سازی کشور پیدا کرده‌اند. این دانشجویان برای پایان‌نامه خود می‌توانند با نظر استاتید راهنما، موضوعات مختلفی را پیرامون یک تونل مشخص، بررسی نموده و در نهایت یک موضوع مورد توافق را انتخاب نمایند. البته خلاقیت ذهنی، تمایلات و بُن‌مایه‌های فکری خود دانشجو در انتخاب موضوع بسیار مؤثر است و طبیعتاً دانشجویان بیشتر به دنبال موضوعات مورد علاقه خود هستند.

در صورتی که موضوع انتخابی جنبه کاربردی و تحقیقاتی داشته باشد؛ این امکان برای دانشجویان وجود دارد که پروپوزال پایان‌نامه خود را در قالب طرح پژوهشی به مراکز تحقیقاتی کشور پیشنهاد دهند. اما در اغلب موارد دانشجو برای شروع مطالعات نیازمند یکسری اطلاعات پایه است که در انحصار شرکت‌های مجری طرح قرار دارند. اگر دانشجو در این شرکت‌ها مشغول به کار نباشد و یا ارتباطی با پرسنل و مدیران پروژه تونل‌سازی نداشته باشد؛ دسترسی به اطلاعات پایه دشوار خواهد بود. گاه نامه‌نگاری‌ها مابین دانشگاه و شرکت‌های مجری طرح (جهت معرفی دانشجو)، با موانع قانونی متعدد برخورد می‌کند و عبور از پیچ و خم‌های بوروکراسی اداری یک بازه زمانی طولانی را به خود اختصاص می‌دهد. در مرحله بعد پس از رفع مشکل قانونی و طی شدن روند مکاتبات، دانشجو از طریق کارفرمای پروژه به دیگر شرکت‌های مجری معرفی می‌شود. اما در این مرحله نیز با وجود مراجعات مکرر دانشجو به شرکت‌های مجری، دسترسی به اطلاعات پایه با موانعی همراه است.

دانشجویان اغلب تصویر روشنی از محدودیت‌ها و ساختار این مؤسسات در ذهن ندارند و این مسئله موجب دشوار شدن تعامل دانشجویان با پرسنل این مراکز می‌شود. از طرف دیگر در موارد بسیار به دلیل رفتارهای سلیقه‌ای، حساسیتها و تنگ‌نظری‌های بی‌مورد، اطلاعات مناسبی به دانشجو ارائه نمی‌شود. در پاره‌ای از موارد ضمن ارائه اطلاعات ناکافی و ناقص، ممکن است برخوردهای دلسرد کننده و گاه عاری از "اخلاق و گفت‌وگو مهندسی" با دانشجو صورت گیرد.

این روند فرسایشی و دیگر محدودیت‌هایی که در ادامه به آن خواهیم پرداخت، موجب می‌شود که یک دانشجوی پویای علاقمند و صاحب انگیزه، به دلیل واهمه از دشواری‌های پیش‌رو، در تصمیمات خود تجدید نظر کند و از دنبال کردن ایده‌های مبتکرانه و جنبه‌های نوآوری پایان‌نامه خودداری کند و صرفاً به این بیندیشد که به هر نحو ممکن، خود را به مرحله فارغ‌التحصیلی برساند. این مسائل از دلایل عمده عدم رویکرد پایان‌نامه‌های دانشجویی به رفع نیازهای صنعت تونل‌سازی کشور است که این آسیب، متأسفانه گریبان‌گیر اغلب دانشجویان بوئزه در گروه‌های کارشناسی ارشد شده است.



شکل ۱. برخی از کاربری‌های متداول تونلها

افزایش تجربه و توانمندی شرکت‌های ایرانی شده است. با توجه به رشد این صنعت در کشورمان، در حال حاضر برخی از شرکت‌های ایرانی در پروژه‌های خارج از کشور نیز مشغول اجرای طرح‌های تونل‌سازی هستند. از این رو دور از انتظار نخواهد بود که شرکت‌های ایرانی در آینده بتوانند همپای شرکت‌های معتبر خارجی، از مدعیان اصلی اجرای طرح‌های تونل‌سازی در نقاط مختلف جهان باشند. در صورت توسعه فناوری‌های مورد نیاز صنعت تونل‌سازی کشور، شرکت‌های ایرانی می‌توانند در جهت توسعه میهن اسلامی، با حضور جدی‌تر در بازار جهانی (ایجاد زیرساخت‌های اساسی در دیگر کشورها)، حوزه فعالیت‌های اقتصادی خود را بیش از پیش گسترش دهند. یکی از مهمترین الزامات برای تحقق این امر، تربیت نیروی انسانی متخصص در محیط‌های دانشگاهی کشور است. اما در اینجا سؤالات فراوانی مطرح می‌شود:

نظام آموزشی در ایران تا چه حد مهارت‌ها و دانش‌های مورد نیاز برای چنین هدفی را به دانشجویان ارائه می‌دهد؟

صنعت تونل‌سازی کشور تا چه حد در این مهم با آموزش عالی همکاری دارد؟

در دانشگاه‌های کشورهای پیشرفته و صاحب سبک در صنعت تونل‌سازی، چه روش‌های جدید آموزشی استفاده می‌شود و چه نهادهایی، برنامه‌های آموزشی و نحوه ارتباط آموزش عالی با بخش صنعت را ارزشیابی می‌کنند؟ و ...؟

اگرچه روند مراحل پژوهش‌ها و وضعیت کیفی پایان‌نامه‌های تونلی، بطور کامل تابع این محدودیت‌ها نیست و قطعاً با عواملی مانند میزان تلاش مجدانه و حس اشتیاق محققین (در جهت کشف نتایج کاربردی) نیز مرتبط است؛ اما به هر جهت نمی‌توان تأثیرگذاری این عوامل بر روند تحقیقات دانشجویان (به‌خصوص در بحث عدم استقبال دانشجویان از ارائه طرح‌های پژوهشی) را نادیده گرفت.

در مطالعه حاضر ضمن بررسی چالش‌ها و پیشنهاد راهکارهایی مسئله‌گشا، به ضرورت حمایت از پایان‌نامه‌های دانشجویی در جهت رفع نیازهای صنعت تونل‌سازی کشور پرداخته شده و در انتهای مقاله، نتایج پژوهش‌های دانشجویی در تونل قمروود به عنوان یک مطالعه موردی بررسی شده است.

ضرورت‌ها و موانع طرح‌های پژوهشی

کاربری‌های مختلف تونلها (شکل ۱) موجب شده این سازه‌ها در تضمین "سلامت، امنیت و پایداری جوامع" نقشی حیاتی داشته باشند؛ لذا تربیت نیروهای انسانی توانمند در جهت توسعه و رفع نیازهای صنعت تونل‌سازی کشور، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

از طرفی شرایط ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی کشورمان موجب شده اجرای طرح‌های تونل‌سازی با وقوع مخاطرات گوناگون و شرایط دشوار همراه باشد. این شرایط موجب

حفار و انتخاب شرکت‌های سازنده از حوصله این مقاله خارج است؛ اما نکته مهم این است که هرگونه خطا در این مرحله می‌تواند منجر به عدم کارایی دستگاه و بروز مشکلات عدیده در حین عملیات حفاری شود. در برخی پروژه‌ها عدم پیش‌بینی دقیق شرایط زمین‌شناسی و در نتیجه عدم تناسب ساختار دستگاه‌های TBM با شرایط ژئوتکنیکی منطقه‌ی احداث تونل، موجب تشدید مخاطرات و تأخیر در برنامه‌ی زمانبندی اجرای طرح‌ها شده است. جدول ۱، مشخصات یک نمونه از این موارد را ارائه می‌دهد.

در چنین شرایطی توجه جدی‌تر به بحث آموزش نیروهای انسانی در دانشگاه‌ها می‌تواند تا حد فراوانی در تعدیل چالش‌های پیش‌روی صنعت تونل‌سازی کشور مفید واقع شود.

از این‌رو می‌طلبید که مدیران آموزش عالی و صنعت تونل‌سازی کشور توجه بیشتری به این امر نمایند و در این راستا از دانشگاهیان (بویژه در حوزه پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی) حمایت‌های بیشتری صورت گیرد. حمایت‌های همه‌جانبه در قالب سیاست‌گذاری‌های اصولی، می‌تواند دستاوردهای پژوهش‌های دانشگاهی را در جهت توسعه فناوری و رفع نیازهای صنعت تونل‌سازی کشور بکار گیرد.

شرایط فعلی صنایع کشور و محیط‌های دانشگاهی (عدم همکاری‌های دوجانبه) موجب شده، پژوهش‌های دانشجویی در بسیاری از موارد جنبه‌ی تئوریک و غیرکاربردی داشته باشند.

در این شرایط تکرار موضوعات کلیشه‌ای می‌تواند با بروز آسیب‌های تحقیق (جعل داده‌ها، دستکاری نتایج و...) نیز همراه باشد. نتایج پایان‌نامه‌ها اغلب سنخیتی با نیازهای بخش صنعت ندارند؛ در نتیجه دور از انتظار نیست که دانش‌آموختگان نیز مهارت‌های تخصصی لازم جهت ورود به مشاغل صنعت را دارا نباشند.

اگرچه در سالیان گذشته حمایت‌ها و تلاش‌های ارزنده‌ای جهت پذیرش پایان‌نامه‌های دانشجویی به عنوان "طرح‌های پژوهشی در مراکز تحقیقاتی" صورت گرفته، اما این طرح‌ها به دلایل مختلف با اقبال دانشجویان و اساتید آنان مواجه نمی‌شوند:

بدون قضاوت در مورد نظام آموزشی دانشگاه‌های کشور باید گفت؛ در ایران پایان‌نامه‌های رشته‌های مرتبط با صنعت تونل‌سازی (علی‌رغم کمبودها و ضعف‌های این مطالعات)، نقش مهمی در ایجاد ارتباط دانشگاه با این صنعت و ارتقای سطح دانش دانشجویان این رشته‌ها دارد. اما به طور کلی صنعت تونل‌سازی در ایران (بویژه در بخش حفاری مکانیزه با دستگاه‌های تمام مقطع) در مواردی، ماشین‌آلات و تکنولوژی مورد نیاز را از خارج کشور تأمین می‌کند. به همین دلیل مدیران و متخصصین فعال در صنعت تونل غالباً احساس نیاز چندانی به ایجاد رابطه با محیط‌های دانشگاهی نمی‌کنند. از این‌رو اگر یک صنعت ولو تنها در برخی بخش‌ها به صورت وابسته به وجود آمده باشد و وسایل مورد نیاز از قبل آماده باشد؛ این تفکر حاکم می‌شود که دیگر نیاز چندانی برای ایجاد رابطه با دانشگاه‌ها و بهره‌مندی از طرح‌ها و امکانات دانشگاهی وجود ندارد. اولین قدم برای اصلاح این شرایط، تغییر در نگاه و تفکر رایج است؛ به نحوی که واردات (خرید ماشین‌آلات و تجهیزات از خارج) و توانایی در اجرای طرح‌های تونل‌سازی با این وسایل، نیایست یک تکنولوژی کاملاً بومی قلمداد شود. پس از پذیرفتن این مطلب است که می‌توان با استفاده از توان نیروهای متخصص کشور در دو حوزه دانشگاه و صنعت، به ایده‌ی بومی‌سازی و خودکفایی کامل در زمینه فناوری حفاری مکانیزه اندیشید.

همکاری دانشگاه و فعالان صنعت تونل باید به نحوی باشد که در آینده با جستجوی منابع داخلی و استفاده از ایده‌های متخصصین، ضمن تلاش برای رفع نیاز از واردات ماشین‌آلات و قطع وابستگی به شرکتهای خارجی، این فناوری به صورت کاملاً بومی توسعه یابد.

از طرفی کاربرد ماشین‌آلات حفاری در پروژه‌ها با مشکلاتی همراه است و شرکت‌های فعال صنعت تونل کشور برای سازگاری هر چه بیشتر این ماشین‌آلات با شرایط پیچیده زمین‌شناسی، نیازمند نیروهای آموزش‌دیده (مسلط بر مبانی علوم دانشگاهی و تخصص‌های بخش صنعت) هستند. در این مرحله می‌بایست با انجام مطالعات زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی دقیق، اطلاعات مورد نیاز به شرکت‌های سازنده خارجی ارائه شود. بحث پیرامون تعیین مشخصات فنی ماشین‌های

جدول ۱. یکی از پروژه‌های پر مخاطره کشور با انتخاب ناموفق TBM

TBM مناسب	TBM انتخابی	مخاطرات زمین‌شناسی مهندسی	شرایط زمین‌شناسی	قطر (m)	طول (km)	مراجع	تونل
ماشین سپر دار	ماشین باز	ناپایداری سینه کار و دیواره تونل، تورم، مچاله‌شوندگی، صعوبت محیط کار	زون سنندج- سیرجان و زاگرس مرتفع، زونهای گسلی، شیل‌های آهکی، دیوریت، گابرو، سرپانتین، دیاباز	۵/۵	۲۰	[۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۴]	گاوشان

نمی‌شوند. در صورتی که مطالعات دانشجویی در مراکز تحقیقاتی، توسط داوران و کارگروه‌های تخصصی بصورت مرحله به مرحله‌ای به دقت مورد بررسی قرار می‌گیرند. در این مراکز پژوهش‌های دانشجویی بسیار قاعده‌مند و با دشواری‌های فراوان (و نیز طی مدت زمان بیشتر) انجام می‌گیرند. گاه ممکن است در پایان مدت زمان تعیین شده برای پژوهش، کارگروه تخصصی رأی به عدم کفایت علمی پژوهش و ضرورت ادامه مطالعات دهند. در این شرایط در صورتی که دانشجو جهت تکمیل مطالعات، نیازمند ارتباط مجدد با شرکت‌های مجری پروژه تونل‌سازی باشد؛ سیکل مکاتبات گذشته (بازه زمانی طولانی جهت عبور از موانع اداری، مراجعات مکرر و ...) تکرار خواهد شد. در چنین شرایطی دانشجویان که از نظر سنوات تحصیلی با محدودیت زمانی مواجه‌اند؛ اغلب ترجیح می‌دهند روند سریع‌تر و سهل‌تر پژوهش‌های معمول دانشگاهی را برگزینند. از این‌رو عدم استقبال دانشجویان از طرح‌های پژوهشی، می‌تواند با عواملی مانند محدودیت سنوات تحصیلی، دشواری‌های اخذ مجوز سنوات (و علاوه بر آن شهریه‌های پرداختی بابت تمدید پایان‌نامه در ترم‌های اضافی حتی در دوره‌های روزانه دانشگاه سراسری) نیز مرتبط باشد.

معمولاً اغلب مراکزی که پایان‌نامه دانشجویان را به عنوان طرح پژوهشی می‌پذیرند برای اطمینان از عمل به تعهدات و اتمام مراحل پژوهش توسط محققین، ناچار هستند که قرارداد خود را با مؤسسه‌ای منعقد نمایند که فرد محقق در آن سازمان، شخصیتی حقوقی محسوب می‌شود. از این‌رو این مراکز در طرح‌های دانشجویی ضمن عقد قرارداد با دانشگاه، الزام می‌کنند که استاد راهنما

۱. در مراکز تحقیقاتی معمولاً میزان حمایت مالی از طرح‌های دانشجویی نسبت به طرح‌های غیر دانشجویی رقم بسیار کمتری است. بطور مثال اگر یک پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد پیرامون مسائل فنی تونل‌های انتقال آب در "دفتر پژوهش‌های کاربردی شرکت مدیریت منابع آب وزارت نیرو" به عنوان طرح پژوهشی پذیرفته شود؛ حداکثر حمایت مالی بیش از ۵ میلیون تومان نخواهد بود. حال ممکن است انجام مراحل پژوهش نیازمند تجهیزات کارگاهی و آزمایشگاهی خاص (جهت اندازه‌گیری‌های صحرایی و آزمایشگاهی)، مطالعات میدانی وسیع و... باشد که دانشجو هزینه‌های سنگینی را نیاز داشته باشد.

۲. اگر دانشجو در مراحل تحقیق نیازمند اطلاعات خاصی از پروژه تونل‌سازی باشد؛ مراکز تحقیقاتی که طرح دانشجویان را می‌پذیرند معمولاً نمی‌توانند جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز (اطلاعات شرکت‌های مجری پروژه‌ها)، از دانشجو حمایت کافی و نتیجه‌بخش به عمل آورند. صدور معرفی‌نامه از طرف این مراکز، الزامی را برای شرکت‌های مجری پروژه جهت همکاری کامل با دانشجو ایجاد نمی‌کند. در حقیقت اهم حمایتی این مراکز در مقابل شرکت‌های مجری پروژه (موانع ساختاری و گاه تنگ‌نظری‌های برخی اشخاص) ضعیف است.

۳. سرنوشت بسیاری از پروپوزال‌های دانشجویی ارسال شده به مراکز تحقیقاتی در آغازین مراحل روند پذیرش و ثبت، پس از تردیدهای فراوان در نهایت با انصراف دانشجویان همراه است. چون دانشجویان از این مطلب آگاهند که تفاسیر داده‌ها و نتایج نهایی پایان‌نامه‌های معمولی در جلسه دفاعیه دانشگاه (بویژه در گروه‌های کارشناسی ارشد)، اغلب با داوری‌های چالش‌انگیز مواجه

صورت گرفته در این مراکز، تا حد زیادی معلول عدم ارتباط مؤثر دانشگاه‌ها با بخش‌های صنعت و عدم حمایت همه‌جانبه از دانشجویان در روند مطالعات طرح‌های پژوهشی است.

۷. کاهش انگیزه دانشجویان به دلیل بدبینی نسبت به اشتغال و آینده کاری پس از فارغ‌التحصیلی (به دلیل عدم وجود قواعد ضابطه‌مند جهت ورود فارغ‌التحصیلان به مشاغل صنعت تونل)، از دیگر عوامل عدم ارائه پایان‌نامه‌ها در قالب طرح‌های پژوهشی است. در حال حاضر گاهاً دیده می‌شود فارغ‌التحصیلان رشته‌های غیر مرتبط نیز در مشاغل صنعت تونل مشغول به کار هستند. به طور مثال برخی از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد زمین‌شناسی در گرایش‌هایی مانند فسیل‌شناسی و ... که پایان‌نامه‌ها و آموزش‌های دانشگاهی‌شان ارتباطی با حوزه صنعت تونل ندارد؛ از طریق برخی مؤسسات دولتی و غیر دولتی (به دلیل نادیده گرفتن و یا عدم شناخت کافی پرسنل این مؤسسات از حوزه‌های کاری مربوط به هر یک از گرایش‌های زمین‌شناسی و دیگر رشته‌های مشابه)، با استفاده از روابط غیر اصولی به تخصصی‌ترین گروه‌های کاری در پروژه‌های تونل‌سازی کشور راه یافته‌اند. در چنین شرایطی دانشجویان رشته‌های مرتبط با صنعت تونل ترجیح می‌دهند با انتخاب موضوعات بدون چالش، در کمترین زمان ممکن خود را به مرحله دفاعیه پایان‌نامه و فارغ‌التحصیلی برسانند. جدی نگرفتن اهمیت پایان‌نامه و عدم علاقه جهت ورود به حوزه‌های مطالعاتی پرچالش، از عوامل مؤثر بر کاهش کیفیت پایان‌نامه‌ها، تکرار مطالعات کلیشه‌ای و گاهاً بروز آسیب‌های تحقیق در رشته‌های مرتبط با صنعت تونل (بویژه در گروه‌های کارشناسی ارشد) می‌باشد.

و ...

با توجه به موارد گفته شده اغلب دانشجویان به نوآوری و انتخاب موضوعات پرچالش پیرامون پروژه‌های تونل‌سازی کشور، جهت ارائه طرح پژوهشی از پایان‌نامه خود، تمایل چندانی نشان نمی‌دهند.

پایان‌نامه‌های تونلی تحصیلات تکمیلی، تا زمانی که تنها در قالب "مطالعات بنیادی (پایه‌ای و تئوریک) و موضوعات کلیشه‌ای" ارائه شوند از چشم‌انداز مشخصی برخوردار نخواهد بود؛ اما چنانچه به عنوان طرح‌های پژوهشی پیرامون مباحث فنی صنعت تونل مطرح شوند، پتانسیل

محقق اصلی طرح باشد و دانشجو به عنوان همکار در کنار محقق اصلی طرح فعالیت کند. در این شرایط اگرچه هدایت کلی روند مراحل پژوهش از طرف استاد راهنما صورت می‌گیرد؛ اما عمده زحمات پژوهش بر عهده دانشجو است. لذا این مسئله موجب کاهش تمایل دانشجویان برای ارائه طرح‌های پژوهشی می‌شود.

۵. دانشجویان به دلایل مختلف (بخش‌نامه‌های وزارت علوم و امتیازات در نظر گرفته شده برای چاپ مقالات: جهت پذیرش در مقطع بالاتر، اخذ مجوز دفاع پایان‌نامه و...)، ارزش چاپ یک مقاله در مجلات ISI خارج از کشور (و حتی مجلات علمی پژوهشی داخلی) را بیشتر از انجام یک طرح پژوهشی برای مراکز مذکور می‌دانند. اساتید راهنمای دانشجویان نیز برای ارتقای شغلی و ... بیشتر تمایل به صرف وقت برای چنین مقالاتی دارند. گرچه ارائه این مقالات ارزشمند است اما در همه موارد با نیازهای بخش صنعت هماهنگی ندارند. در حالی که طرح‌های پژوهشی از پتانسیل بیشتری برای رفع نیازهای بخش صنعت برخوردارند. از این رو می‌طلبید که مدیران وزارت علوم، در قوانین این سازمان امتیازات بیشتری را برای طرح‌های پژوهشی دانشجویان وضع نماید که موجب افزایش انگیزه در دانش‌آموختگان شود. بطور مثال در جلسه دفاعیه کارشناسی ارشد، نمره پایان‌نامه از ۱۸ منظور می‌گردد و ۲ نمره باقی‌مانده به "مقالات، کتب، ارائه طرح در جشنواره‌های ملی و اختراعات" حاصل از نتایج پایان‌نامه تعلق می‌گیرد (از ۵/۵ نمره تا ۲ نمره). حال آنکه در جلسه دفاعیه برای انجام پایان‌نامه در قالب طرح‌های پژوهشی امتیاز مشخصی وضع نشده است.

۶. طرح‌های مستقل و غیردانشجویی با استقبال بیشتری از سوی مراکز تحقیقاتی روبرو می‌شوند. در مراکز تحقیقاتی روند بررسی و پذیرش پروپوزال‌های دانشجویی با نوعی بدبینی و "اما و اگرهای فراوان" صورت می‌گیرد. سابقه طرح‌های پژوهشی دانشجویی در گذشته، موجب شده در مراکز تحقیقاتی و صنایع مرتبط با آنها این تصور ایجاد شود که طرح‌های دانشجویی تنها برای تأمین منابع مالی مورد نیاز پایان‌نامه‌ها ارائه می‌شوند؛ لذا این تفکر ایجاد شده که دانشجویان و اساتید آنها در قبال حمایت‌های مالی، تعهدی برای ارائه نتایج کاربردی (درجهت رفع نیازها و الویت‌های این مراکز) احساس نمی‌کنند. البته سابقه ضعف‌های تحقیقات دانشجویی

۳. بسیاری از مؤسسات به خاطر عدم ارتباط و ناتوانی در انتقال فناوری به بخش صنعت مورد انتقاد قرار گرفته‌اند. بل (Bell) در سال ۱۹۹۳ مشکلات مؤسسات پژوهش و توسعه فناوری را بررسی کرد و مشاهده نمود که به علت عدم یکپارچگی این مؤسسات در شریان علم و صنعت و توسعه فناوری (به‌خصوص در جهان سوم) اثر بخشی و فلسفه وجودی آنها زیر سؤال است [۱۶].

۴. در دوایر سیاست‌گذاری سعی می‌شود ارتباطات بین مؤسسات پژوهش و فناوری موجود با صنعت بهبود یابد تا فناوری به صورتی کارآمدتر منتقل شود. با این حال در صورتی که علم و فناوری توسعه یافته توسط مؤسسات پژوهش و فناوری، ارتباطی با صنعت نداشته باشند؛ این راه حل کارآیی نخواهد داشت [۱۷].

و ...

با توجه به مطالب عنوان شده، می‌بایست به دنبال راهکارهایی بود که ضمن ایجاد انگیزه در دانشجویان برای ارائه پایان‌نامه در قالب طرح‌های پژوهشی، ارتباطات دانشگاهیان با فعالان صنعت تونل بیش از پیش توسعه یابد تا در چنین شرایطی بتوان جهت رفع نیازها و رشد فناوری، دستاوردهای کاربردی طرح‌های پژوهشی را به بخش‌های صنعت تونل‌سازی کشور منتقل کرد.

در ادامه به دو راه‌کار عمده در این زمینه پرداخته شده است.

راهکارها

۱. نقش انجمن‌های علمی

رویکرد پژوهش‌های دانشجویی به رفع نیازهای صنعت تونل‌سازی کشور، مستلزم ارتباط فعالتر محیط‌های دانشگاهی با بخش‌های این صنعت است. در سالیان گذشته تلاش‌های ارزنده‌ای در جهت نزدیکی فعالان صنعت تونل و نیروهای دانشگاهی کشور صورت گرفته است. در این میان انجمن تونل ایران (تاریخ صدور مجوز: ۱۳۷۹/۵/۲۴) نیز در جهت توسعه این تعاملات (در سطح ملی و بین‌المللی) با برگزاری "کنفرانس‌ها، سمینارهای علمی، کارگاه‌های آموزشی و نمایشگاه‌های تخصصی" گام‌های بلندی در راستای رسالت خود برداشته و ضمن چاپ چکیده پایان‌نامه‌های دانشجویی در نشریه علمی "انجمن تونل ایران" (اولین شماره در زمستان ۱۳۸۶)، آمادگی خود را برای بررسی کامل پایان‌نامه‌های

بیشتری برای تأثیرگذاری در جهت پیشرفت این صنعت و افزایش توانایی نیروهای متخصص داخلی، خواهند داشت. از این‌رو طرح‌های پژوهشی مورد نیاز صنعت تونل، بستری بالقوه برای ارتقای مطالعات دانشگاهی گرایش‌های مذکور در مقاطع تحصیلات تکمیلی است.

در حال حاضر محققان می‌توانند طرح‌های پژوهشی خود را پیرامون پروژه‌های تونل‌سازی کشور، بسته به کاربری تونلها (انتقال آب، حمل و نقل شهری و برون شهری، معادن، پدافند غیر عامل و ...) به دفاتر پژوهشی وزارتخانه‌ها و ارگان‌های مختلف (وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، وزارت صنایع و معادن، وزارت دفاع و...) ارائه دهند. از طرفی باید به این نکته توجه کرد که پذیرش طرح‌های دانشگاهیان در این مراکز پژوهشی اگرچه می‌تواند در توسعه تعاملات دانشگاهیان با صنعت تونل مفید باشد؛ اما به دلیل عدم یکپارچگی این مراکز و نیز عدم ارتباط سیستماتیک آنها با بخش‌های صنعت تونل، طرح‌های پژوهشی در همه موارد منجر به پیشرفت فناوری در این صنعت نخواهند شد. در کشورهای در حال توسعه مانند کشور ما این مراکز که اغلب از بودجه دولتی استفاده می‌کنند؛ در زمینه کمک به رشد و توسعه فناوری‌های جدید در حوزه صنعت با چالش‌های فراوان مواجه‌اند.

در برخی منابع پیرامون چالش‌های پیش‌روی مراکز تحقیقاتی و پژوهشی چنین آمده است:

۱. در زمینه نقشی که اینگونه مؤسسات ایفا کرده‌اند و یا در زمینه آنچه که تعیین‌کننده بهترین استراتژی علمی برای مؤسسات پژوهش و فناوری است؛ یک بررسی سیستماتیک صورت نپذیرفته است. علاوه بر این، مطالعه مؤسسات پژوهش و فناوری نشان می‌دهد که بسیاری از آنها فاقد "ارتباط با صنعت (Industrial relevance)" هستند و به صنایع مدنظر خود خدمات لازم را ارائه نداده‌اند [۱۵].

۲. مؤسسات پژوهش و فناوری، تهدیدات و نیز فرصت‌های عمده‌ای را پیش‌رو دارند. بسیاری از تهدیدات از کمک‌های دولتی ناشی می‌شوند که امکان قطع آنها نیز وجود دارد. در عین حال تأثیر چنین عملی می‌تواند رقابت در بازار تحقیق و توسعه را تشدید کند [۱۶]. در این مراکز الویت‌های پژوهشی و جهت‌دهی فعالیت‌ها تا حد زیادی متأثر از میزان حمایت‌های دولتی و رقم بودجه اختصاصی به این مراکز است.

مناسبی برای ارائه تحقیقات و چاپ مقالات تخصصی دانش‌آموختگان رشته‌های مرتبط با صنعت تونل است. این تلاش‌های ارزنده و قابل ستایش، انجمن تونل را در رتبه A (در آخرین و جدیدترین نتایج اعلام شده از سوی کمیسیون ارزیابی انجمن‌های علمی کشور، تا زمان نگارش این مقاله) در میان سایر انجمن‌های علمی کشور قرار داده است (جدول ۲ تا ۴).

دانش‌آموختگان جهت تقدیر از مطالعات برتر اعلام داشته است. این انجمن از پیشگام‌ترین انجمن‌های فنی‌مهندسی کشور در زمینه توسعه تعاملات بخش صنعت با دانشگاه است. از این‌رو اخیراً انجمن تونل، نشریه دیگری را با درجه علمی پژوهشی به نام "مهندسی تونل و فضاها" زیرزمینی" با همکاری دانشگاه صنعتی شاهرود راه‌اندازی نموده (اولین شماره در زمستان ۱۳۹۱)، که بستر بسیار

جدول ۲. رتبه‌بندی انجمن‌های علمی کشور [۱۸]

رتبه	امتیازات	ردیف
A	۸۰۰-۱۵۰۰	۱
B	۵۰۰-۸۰۰	۲
C	۲۰۰-۵۰۰	۳
D	۱-۲۰۰	۴
F	۰	۵

جدول ۳. فعالیت‌ها و امتیازات انجمن تونل [۱۸]

نام انجمن	توانمندسازی انجمن‌های علمی	مدیریت علمی و ایفای نقش مرجعیت علمی	توسعه تعاملات ملی	توسعه تعاملات بین‌المللی	سایر فعالیت‌ها	جمع امتیاز
تونل	۱۰۸	۱۹۵	۳۴۴	۱۳۰	۹۵	۸۷۲

جدول ۴. عملکرد انجمن تونل در میان سایر انجمن‌های علمی کشور [۱۸]

۲۸۷	تعداد کل انجمن‌های علمی کشور
۸۹	تعداد انجمن‌های علمی در حوزه فنی و مهندسی
۱۳۰۳	امتیاز بالاترین انجمن در کل انجمن‌های علمی کشور
۱۳۰۳	امتیاز بالاترین انجمن در حوزه فنی و مهندسی
۸۷۲	امتیاز انجمن تونل
۱۷	رتبه انجمن تونل در مقایسه با کل انجمن‌های علمی کشور
۸	رتبه انجمن تونل در مقایسه با انجمن‌های حوزه فنی و مهندسی

از طرفی نسبت به برخی از ظرفیت‌ها و توسعه حوزه فعالیت‌های انجمن‌های علمی کشور کمتر توجه شده است. سایر انجمن‌های علمی کشور (جدول ۵) که به نحوی مرتبط با بخش‌های مختلف صنعت تونل‌سازی هستند نیز می‌توانند با فعالیت‌های گسترده‌تر و همکاری با انجمن تونل در جهت ایجاد نزدیکی بیشتر دانشگاهیان با پروژه‌های تونل‌سازی کشور، از موانع و کاستی‌های موجود بکاهند. این انجمن‌ها از این پتانسیل برخوردارند که با ارتباط قوی‌تر با فعالان و مدیران صنعت تونل، نقش مهمی در معرفی دانشجویان مستعد به پروژه‌های تونل‌سازی (برای انجام پژوهش در زمینه پایان‌نامه و نیز جهت اشتغال) ایفا نمایند. جدول ۵، لیستی از انجمن‌های علمی مرتبط با صنعت تونل را ارائه می‌دهد.

عملکرد انجمن‌های علمی در راستای حمایت از پایان‌نامه‌ها و طرح‌های پژوهشی دانشگاهیان، باید به نحوی باشد که دانشجویان با حضور در پروژه‌های تونل‌سازی، ارتباط مبنایی علوم دانشگاهی با کاربردهای تکنولوژیکی آن را درک کنند و در خلال پیگیری روند تحقیقات پایان‌نامه، ضمن استفاده از تجربیات فعالان صنعت تونل، تخصص‌های دانشگاهی خود را تا حد امکان با مهارت‌ها و نیازهای شرکت‌های فعال در صنعت تونل‌سازی کشور هماهنگ کنند. از این‌رو می‌توان با استفاده از ظرفیت‌های انجمن‌های علمی و توسعه فعالیت‌های جانبی این مراکز (عقد قرارداد و تفاهم‌نامه‌های همکاری با شرکت‌های فعال در صنعت تونل)، بستری فراهم کرد تا دانشجویان از نیازها و تفاوت‌های محیط این صنعت با محیط دانشگاهی، شناخت پیدا کنند.

بطور مثال قبل از برگزاری دهمین کنفرانس تونل (آبان ۹۲، برگزارکننده: انجمن تونل) در دومین نشست هم‌اندیشی کنفرانس که با شرکت جمع‌کثیری از دست‌اندرکاران صنعت تونل (شرکت‌های پیمانکار، مشاور و...) و اساتید دانشگاهی همراه بود؛ اساتید و کارشناسان حاضر در جلسه آمادگی خود را برای برگزاری دوره‌های آموزشی- کاربردی کوتاه‌مدت در رابطه با موضوعات تونل، اعلام کردند. لذا مقرر گردید "شرکت ساخت و توسعه زیربنای حمل و نقل کشور"، در صورت امکان یکی از تونلهای دسترسی و یا فرعی بزرگراه تهران- شمال را به

ادامه فعالیت‌های انجمن تونل در جهت آگاهی دانشجویان از ساختارهای صنعت تونل، هرچند ضروری است؛ اما قطعاً این انجمن در شرایط فعلی نمی‌تواند با برنامه‌های خود، به تنهایی تمام نیازها را برطرف نماید. این مسئله نیازمند توجهات بیشتری است.

انجمن تونل ایران در معرفی اهداف بلند مدت خود و در سند ملی راهبردی توسعه فناوری صنعت تونل (جهت ارائه به هیأت دولت) [۱۹]، بر ضرورت تأسیس سازمان نظام مهندسی صنعت تونل ایران تأکید کرده است؛ همچنین در زمینه ارتباط صنعت تونل با دانشگاه، ضرورت حضور این انجمن و ایفای نقش در تعریف پروژه‌های تحصیلی و تنظیم واحدهای آموزشی تخصصی تونل‌سازی در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد را مورد توجه قرار داده است. انجمن تونل در این سند ضمن اشاره به "عدم هماهنگی سیستم آموزش عالی با نیازهای توسعه نیروی انسانی صنعت تونل" به ضرورت "تربیت نیروی انسانی و مورد توجه قرار دادن رشته‌های دانشگاهی مرتبط با این صنعت" پرداخته است.

این انجمن در سند ملی راهبردی خود برنامه‌های متعددی را هدف قرار داده که تحقق هر کدام از آنها بر ارتباطات صنعت تونل با دانشگاه‌ها اثر مثبت خواهد داشت. اما در صورت ایجاد سازمان نظام مهندسی تونل و تلاش در جهت شناسایی انجمن تونل بعنوان مرجعیت در تعیین صلاحیت پیمانکاران و مشاوران تخصصی تونل، این امکان فراهم خواهد شد تا این انجمن ضمن نظارت بر پروژه‌های تونل‌سازی، با استفاده از اختیارات قانونی خود زمینه ارتباط قوی‌تر دانشجویان با پروژه‌های کشور را فراهم کند. در این صورت با ارائه الویت‌های تحقیقاتی از سوی انجمن تونل، دانشجویان می‌توانند موضوع پایان‌نامه‌های خود را در راستای این الویتها انتخاب نمایند و از حمایت‌های همه‌جانبه این انجمن (به عنوان مرجعی برای پذیرش طرح‌های پژوهشی در زمینه مباحث تونل‌سازی) برخوردار گردند. در صورت تحقق این اهداف، سازمان نظام مهندسی تونل می‌تواند در جهت حمایت از فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط، با اهرم نظارتی خود از ورود دانش‌آموختگان رشته‌های غیر مرتبط به مشاغل این صنعت نیز جلوگیری کند.

سهولت اجرایی باشند؛ چرا که آموزش عالی در کشور ما، یک دوره‌ی بی‌سابقه با افزایش چندبرابری ظرفیت پذیرش دانشجو در مقاطع تحصیلات تکمیلی را تجربه می‌کند و شرایط بیانگر دشوار بودن ایجاد تناسب مابین رشد کیفی و رشد کمی آموزش است.

در این شرایط یکی از ضروری‌ترین و فوری‌ترین راهکارها، افزایش تعداد "اساتید دانشگاهی فعال" پاره‌وقت در بخش صنعت" و نیز "تدریس پاره‌وقت متخصصین صنعت در دانشگاه‌ها" است. در حال حاضر درصد اساتید و اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های کشور که در بخش صنعت به صورت پاره‌وقت مشغول هستند؛ پاسخگوی نیازهای شرایط فعلی آموزش عالی نیست. حضور بیشتر و فعالتر اساتید دانشگاهی پاره‌وقت در بخش صنعت تونل، می‌تواند موجب کاهش موانع دسترسی دانشجویان به اطلاعات پایه، سهولت در بازدیدها و ارتباط پیوسته دانشگاهیان با پروژه‌های تونل‌سازی کشور شود. علاوه بر این وزارت علوم می‌تواند با وضع قوانین جدید، بستری را فراهم نماید تا دانشجویان تحصیلات تکمیلی در گروه‌های عمران، معدن، زمین‌شناسی و ... ملزم شوند برای انجام مطالعات پایان‌نامه، بخشی از واحدهای آموزشی دوره تحصیل را بعنوان کارآموز با انتخاب خود (بر حسب زمینه مورد علاقه فرد) در یکی از پروژه‌های صنایع مرتبط با این رشته‌ها (طرح‌های تونل‌سازی، سد سازی، معادن، جاده‌سازی و...) زیر نظر متخصصین آن صنعت بگذرانند.

گرچه ممکن است برخی از فعالان صنعت تونل دید مثبتی نسبت به حضور دانشجویان در پروژه‌های تونل‌سازی نداشته باشند و روحیه پرسش‌گر و کنجکاو این جوانان را برای حفظ اسرار و اطلاعات پروژه‌ها (بخصوص در پروژه‌های حساس مانند: طرح‌های پدافند غیرعامل، طرح‌هایی با تأخیر و افزایش زمانبندی اجرا، طرح‌هایی با پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی گسترده) مضر بدانند؛ اما می‌بایست با فرهنگ‌سازی ضمن تغییر این تفکر (بویژه در میان مدیران شرکت‌ها)، دانشجویان را از ساختارها و محدودیت‌های شرکت‌های مجری پروژه‌ها آگاه نمود. از این‌رو مدیران صنعت تونل می‌بایست با اجتناب از بدبینی نسبت به حضور دانشجویان، از روحیه نقادانه و کنجکاو آنها در جهت رفع نیازهای کارگاه‌های تونل‌سازی حداکثر استفاده را نمایند.

عنوان کارگاه تست و نمایشگاه تجهیزات تونلی در اختیار انجمن قرار دهد. همچنین "شرکت پژوهش عمران راهوار"، آمادگی خود را برای همکاری با انجمن تونل جهت برگزاری کارگاه آموزشی روش ناتم در تونل‌سازی (با استفاده از تجربیات کسب شده در تونل‌نمایش)، اعلام نمود [۲۰]. این قبیل کارگاه‌های آموزشی فرصت‌های مغتنمی هستند که دانشجویان عضو انجمن تونل، می‌توانند از آنها حداکثر استفاده را بنمایند.

البته این فعالیتها تنها محدود به انجمن تونل نمی‌شود؛ بطور مثال در حاشیه برگزاری هشتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی (سال ۹۲، برگزارکننده: انجمن زمین‌شناسی مهندسی و دانشگاه فردوسی مشهد) نیز یک کارگاه آموزشی یک‌روزه فراهم شد تا در خط ۲ قطار شهری مشهد، دانشجویان از جبهه‌کار تونل در حال حفاری با دستگاه TBM بازدید نمایند. [۲۱].

تداوم و توسعه چنین برنامه‌هایی ضروری است چراکه شرایط فعلی و عدم درک دانشجویان از ساختارها و نیازهای صنعت تونل‌سازی، موجب کاهش کیفیت در مطالعات دانشجویی و فراوانی پایان‌نامه‌های کلیشه‌ای در تحصیلات تکمیلی شده است.

از طرفی اخیراً در برخی گروه‌های کارشناسی ارشد (بطور مثال گروه مهندسی زمین)، اقدام به پذیرش دانشجوی آموزش محور (education-focused) در کنار دانشجویان پژوهش محور (research-focused) شده است. با توجه به شرایط فعلی آموزش عالی کشور، حذف پایان‌نامه از برنامه آموزشی دانشجویان در گروه‌هایی که با صنعت تونل مرتبط هستند، بر شکاف بین دانشگاهیان با صنعت تونل و دیگر صنایع مرتبط می‌افزاید. در چنین شرایطی ضرورت ایفای نقش انجمن تونل (و دیگر انجمن‌های مرتبط) در تعریف پروژه‌های تحصیلی و تنظیم واحدهای آموزشی تخصصی (پیرامون مباحث تونل‌سازی و دیگر صنایع مرتبط) در گروه‌های کارشناسی ارشد، به عنوان یک نیاز اساسی احساس می‌شود.

۲. همکاری پاره وقت دانشگاهیان و فعالان صنعت تونل

به نظر می‌رسد در شرایط فعلی، الگوهای متنوع کشورهای پیشگام در زمینه "هماهنگ‌سازی پژوهش‌های دانشگاهی با نیازهای بخش‌های صنعت"، نمی‌توانند با سرعت و به

جدول ۵. انجمن‌های علمی مرتبط با حوزه صنعت تونل و پروژه‌های تونل‌سازی کشور

ردیف	نام انجمن	تاریخ صدور مجوز	آدرس پایگاه اینترنتی
۱	انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران	۱۳۷۷/۵/۱۹	www.ireg.ir
۲	انجمن ژئوتکنیک ایران	۱۳۸۵/۱۲/۵	www.igs.ir
۳	انجمن مهندسی عمران ایران	۱۳۷۲/۱۱/۲۴	http://isce.aut.ac.ir
۴	انجمن مهندسی معدن ایران	۱۳۸۰/۱۰/۵	www.ir-sme.com
۵	انجمن مکانیک سنگ ایران	۱۳۷۳/۱۲/۱۴	www.irsrn.net
۶	انجمن مهندسی نقشه برداری و ژئوماتیک ایران	۱۳۷۹/۱۲/۱۷	www.issge.ir
۷	انجمن ژئوفیزیک ایران	۱۳۸۰/۱۱/۱۰	www.nigs.ir
۸	انجمن بتن ایران	۱۳۷۸/۱۱/۲۷	www.ici.ir
۹	انجمن سنگ ایران	۱۳۷۹/۶/۲۰	www.stoneassoc-ir.com
۱۰	انجمن مهندسی زلزله ایران	۱۳۷۳/۷/۱۸	www.ieea.ir
۱۱	انجمن مهندسی حمل و نقل ایران	۱۳۸۴/۲/۳۱	www.iste.ir
۱۲	انجمن مهندسی حمل و نقل ریلی ایران	۱۳۷۹/۵/۳۰	www.railassociation.ir
۱۳	انجمن سازه‌های فولادی ایران	۱۳۸۱/۱۰/۴	www.issir.com
۱۴	انجمن آهن و فولاد ایران	۱۳۷۸/۴/۲۸	www.issiran.com
۱۵	انجمن مهندسی برق و الکترونیک ایران	۱۳۷۵/۱۲/۲۲	www.iaeee-iran.org
۱۶	انجمن مهندسی مکانیک ایران	۱۳۶۸/۹/۵	www.isme.ir
۱۷	انجمن مهندسی کنترل و ابزار دقیق ایران	۱۳۷۱/۱۰/۲۹	www.isice.ir
۱۸	انجمن مهندسی ارزش ایران	۱۳۸۱/۱۲/۱۱	www.sive.org
۱۹	انجمن محیط زیست ایران	۱۳۷۴/۲/۱۲	www.irsen.org
۲۰	انجمن پدافند غیر عامل ایران	۱۳۸۸/۱۲/۱۵	www.pdsociety.ir

مکانیزمی شرایط دسترسی اصولی به فارغ‌التحصیلان آموزش‌دیده و نخبه را برای شرکت‌های فعال در صنعت تونل، فراهم می‌کند.

نگاه علمی و ذات جستجوگر دانشجویان می‌تواند برای فعالان صنعت تونل انگیزه‌بخش و تحریک‌کننده باشد؛ چراکه بسیاری از آنها نیز همانند دانشجویان در گذشته آموزش‌های دانشگاهی دیده‌اند و چندان با حوزه کارهای

چنین سازوکاری با ایجاد زمینه مطالعاتی پایان‌نامه برای دانشجویان؛ فرصت مناسبی را نیز برای شرکت‌های مجری پروژه‌ها فراهم می‌کند تا ضمن پیشنهاد موضوعات مورد نیاز خود به دانشجویان، از نتایج مطالعات آنها در مراحل اجرای پروژه تونل‌سازی استفاده نمایند و علاوه بر این پتانسیل این دانش‌آموختگان را از نظر توانایی برای فعالیت در مشاغل صنعت تونل، مورد بررسی قرار دهند. چنین

مطالعه موردی (پایان نامه‌ها و مطالعات دانشجویی در پروژه تونل قمرود)

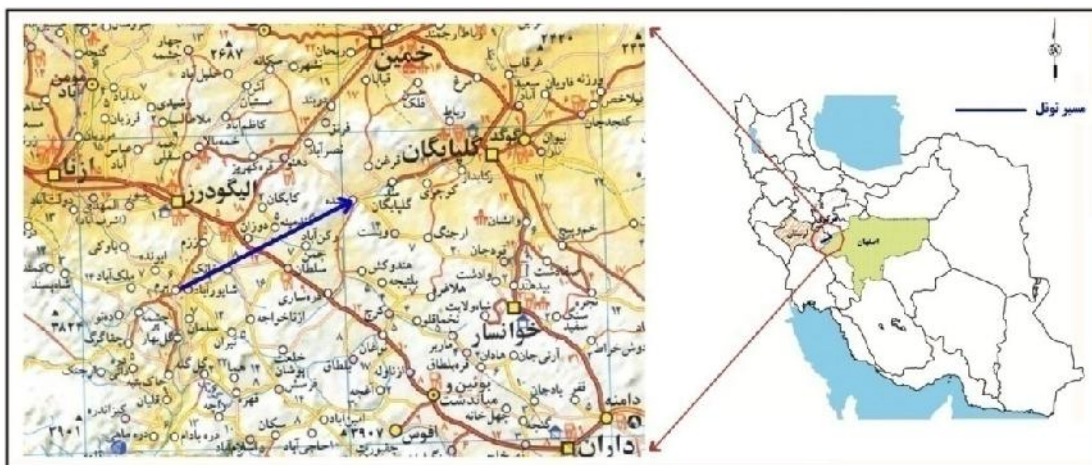
هدف از احداث این تونل، انتقال آب از سرشاخه‌های رودخانه دز به شهرهای ایران مرکزی است که عملیات حفاری آن در شهریور ۹۱ پایان یافت. این تونل با طول حدود ۵۰ کیلومتر شامل هفت قطعه (پنج قطعه اصلی و دو قطعه فرعی) است. که پنج قطعه اصلی با روش حفاری مکانیزه اجرا شده است و دو قطعه فرعی که طول کمتری دارند با روش سنتی حفاری شده‌اند. شکل ۲، نمایی از موقعیت جغرافیایی تونل بلند قمرود (قطعه ۱ تا ۴ با طول ۳۶ کیلومتر) را ارائه می‌کند.

عملیات حفاری در تونل بلند قمرود (قطعه ۱ تا ۴) به دلیل شرایط نامساعد زمین‌شناسی و پیچیدگی ژئوتکنیکی مسیر تونل (و نیز برخی عوامل اجرایی) با توقفات مکرر و طولانی‌مدت دستگاه‌های TBM همراه بوده است؛ با وجود دشواری‌های فراوان عملیات اجرا، در این تونل رکوردهای جالب توجهی برای صنعت تونل‌سازی کشور به ثبت رسیده است. بطور مثال در قطعه ۳ و ۴، تونل، علی‌رغم توقفات مکرر و طولانی‌مدت عملیات حفاری (مجموعاً حدود ۶۰۰ روز)، دو رکورد بی‌سابقه حفاری با بیش از ۵۳ متر در روز و ماهانه یک‌هزار متر به ثبت رسیده است.

در زمینه این تونل، ده‌ها پایان‌نامه دانشجویی و تعداد بسیار زیادی مقاله در طیف وسیعی از موضوعات متنوع منتشر شده است. پراکندگی و تنوع موضوعات ارائه شده به نحوی است که به جرئت می‌توان گفت در هیچ یک از پروژه‌های تونل‌سازی کشور این حجم از مطالعات و مقالات ارائه نشده است. این پروژه نقش مهمی در افزایش تجربه و توانایی فعالان صنعت تونل کشور در بخش حفاری مکانیزه داشته است. در حقیقت تجربیات فنی در عملیات اجرای تونل قمرود یک کارگاه و کلاس آموزشی بسیار بزرگ برای دانشجویان و متخصصین علوم معدن، عمران، زمین‌شناسی و ... در کشور بوده است. در ادامه برای استحضار خوانندگان این مقاله تنها به تعدادی از پایان‌نامه‌ها و مقالات مربوط به ۱۸ کیلومتر انتهایی تونل (قطعه ۳ و ۴ که توسط یک دستگاه TBM تلسکوپیی ساخت شرکت ویرت آلمان حفاری شده) اشاره شده است.

پژوهشی بی‌گانه نیستند. متخصصین این صنعت به دلیل حضور فعال در پروژه‌های تونل‌سازی، می‌توانند امکان دسترسی دانشگاهیان به مهارت‌های عملی را فراهم نمایند و در مقابل متخصصین دانشگاهی (اساتید و دانشجویان) به دلیل پیگیری و رصد کردن مستمر یافته‌های نوین علمی در پایگاه‌های استنادی معتبر جهان، می‌توانند در دسترسی متخصصین صنعت تونل به دانش روز دنیا و انگیزه دادن به ایشان برای کارهای تحقیقاتی، نقش مؤثری داشته باشند. این تعامل دو طرفه، می‌تواند ایده‌ها و روش‌های جدید را به مدیران بخش صنعت انتقال دهد. ارتباط پیوسته و مستمر همراه با رشد تعاملات علمی مابین محققین دانشگاهی و فعالان صنعت تونل، موجب آگاهی طرفین از حوزه‌های مطالعاتی مشترک می‌شود و امکان سرعت بخشیدن به رشد فناوری در صنعت تونل‌سازی کشور را فراهم می‌کند.

در این شرایط است که دانشجویان می‌توانند با استفاده از نظرات اساتید دانشگاهی و اساتید صنعتی خود، مطالعات پایان‌نامه خود را در زمینه موضوعی مرتبط با نیازهای این صنعت آغاز کنند و با اراده‌ای مصمم، ضمن پرهیز از دوباره‌کاری و اجتناب از موضوعات کلیشه‌ای (و نیز پرهیز از آسیب‌هایی مانند جعل داده‌ها، دستکاری نتایج و...)، با پرداختن به موضوعات جدید و کاربردی، در چرخه رشد فناوری و توسعه صنعت تونل تأثیرگذار باشند. در صنعت تونل‌سازی فرصت‌های فراوانی برای طرح‌های پژوهشی فراهم است. در حال حاضر پروژه‌های بسیار زیادی (در قالب تونل‌های حمل و نقل شهری و برون شهری، انتقال آب و ...) در کشور در حال اجرا است. هر کدام از این تونل‌ها، توانمندی بالقوه‌ای هستند که آموزش عالی کشور می‌تواند از آنها برای طرح‌های پژوهشی در حین اجرای پروژه، جهت ارتقای دانش و توان دانشجویان استفاده کند. بر خلاف تصور اغلب دانشجویان، هر کدام از این تونل‌ها می‌تواند زمینه کار تحقیقاتی و پایان‌نامه‌های تعداد بسیار زیادی از دانشجویان ارشد و دکتری را در موضوعات مختلف فراهم کند. در ادامه در یک بررسی موردی به یکی از تونل‌های بلند کشور و نتایج مطالعات دانشجویی صورت گرفته بر روی آن پرداخته شده است.



شکل ۲. نمایی از موقعیت جغرافیایی تونل بلند قمروود

۱. پایان‌نامه‌های دانشجویی ارائه شده پیرامون

مباحث قطعه ۴۰۳

پیرامون مسائل فنی قطعه ۴۰۳ تعداد متعددی پایان‌نامه دانشجویی ارائه شده است؛ در اغلب این پایان‌نامه‌ها مطالعات با کیفیتی صورت گرفته است. در این قسمت به دو مورد از مطالعات شاخص و دستاوردهای کاربردی آنها پرداخته می‌شود و در پیوست ۱ نیز، لیست برخی دیگر از پایان‌نامه‌ها ارائه شده است.

۱. *حسن پور، ج؛ "بررسی تأثیر پارامترهای زمین‌شناسی مهندسی بر عملکرد ماشین حفار تمام مقطع و اصلاح مدل‌های پیش‌بینی"، پایان‌نامه دکتری گرایش زمین‌شناسی مهندسی، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۸.

*توضیح: علی‌رغم مدل‌های متعددی که محققین خارجی مانند آلبر [۲۲]، بارتن [۲۳]، بینیاوسکی و همکاران [۲۴]، برولند [۲۵]، گانگ و ژائو [۲۶]، ایناراتو و همکاران [۲۷]، نلسون و همکاران [۲۸]، پالستروم [۲۹]، رامامورتی [۳۰]، یاگیز [۳۱ و ۳۲] و ... برای پیش‌بینی عملکرد ماشین‌های حفار ارائه کرده‌اند؛ به دلیل محدودیت‌های این مدل‌ها، ارائه مدل‌های بومی توسط محققین داخلی برای شرایط خاص زمین‌شناسی ایران، یکی از پژوهش‌های ضروری در جهت رفع نیازهای صنعت تونل‌سازی کشور محسوب می‌شود. لذا مطالعات محقق در این پایان‌نامه کاربردی، شامل تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌ها پیرامون قطعه ۳ و ۴ تونل انتقال آب قمروود (به طول ۱۸ کیلومتر)،

قطعه ۱ تونل انتقال آب کرج (به طول ۱۶ کیلومتر)، حدود پنج کیلومتر از طول قطعه ۲ تونل انتقال آب زاگرس و ده کیلومتر از طول تونل ماناپوری نیوزسلند بوده است. پژوهشگر ضمن بررسی سوابق و دستاوردهای علمی در زمینه موضوع تحقیق (مدل‌های پیش‌بینی عملکرد ماشین‌های حفر تونل)، مطالعات پایان‌نامه خود را بر شالوده دانش موجود بنا نهاده و ضمن پرداختن به ضعف‌ها و محدودیت‌های مدل‌های محققین قبلی (عدم تطابق بانک اطلاعاتی این مدل‌ها با شرایط زمین‌شناسی پروژه‌های تونل‌سازی در ایران، لحاظ نشدن برخی از پارامترهای مهم زمین‌شناسی مهندسی در برخی از مدل‌ها، تعداد بسیار زیاد پارامترهای ورودی و بعضاً کم اهمیت در برخی از مدل‌ها که منجر به دشواری استفاده از مدل شده و ...)، دستاورد جدیدی ارائه کرده است. محقق در این رساله یک مدل تجربی جدید و توسعه‌یافته به منظور "طبقه‌بندی حفرپذیری توده‌سنگها و پیش‌بینی عملکرد TBM" ارائه کرده که در دامنه وسیعی از شرایط مختلف زمین‌شناسی قابل کاربرد بوده و در اجرای پروژه‌های داخلی با توجه به شرایط متنوع و خاص زمین‌شناسی ایران، دارای کاربرد دقیق‌تری است. نتایج مطالعات ایشان در قالب چند مقاله در مجلات معتبر بین‌المللی منتشر شده است. علاوه بر این از محتوای این رساله یک کتاب و یک سمینار آموزشی (در چارچوب برنامه‌های انجمن

تونل)، پیرامون تونل قمرود ارائه شده که در پیوست ۲ به آنها پرداخته شده است.

۲. *فرخ، ا؛ "ارزیابی همگرایی تونل انتقال آب قمرود و تأثیر آن بر عملکرد ماشین حفاری TBM با روش تحلیل عددی"، پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی استخراج معدن، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.

*توضیح: در این مورد محقق با انتخاب موضوعی کاربردی و مورد نیاز برای شرکت‌های مجری طرح، تجربه پژوهشی پایان نامه خود را به اتمام رساند و پس از آن نیز ضمن اشتغال در پروژه قمرود، با ادامه مطالعات در زمینه پایان نامه‌شان، مقالات ارزشمندی را با همکاری اساتید راهنما و مشاور خود در مجلات معتبر بین‌المللی ارائه نمودند. بعنوان نمونه در سال ۲۰۰۹ میلادی، در مقاله‌ای (پیوست ۳، مورد چهارم) تحت عنوان:

"تأثیر شرایط نامساعد زمین‌شناسی بر عملکرد TBM در تونل انتقال آب قمرود"

توانستند با همکاری استاد راهنمای خود ضمن بررسی مخاطرات و دلایل توقفات مکرر عملیات حفاری در قطعه ۴ و ۳ تونل، به بررسی روند نوسانات پارامترهای عملیاتی دستگاه TBM تلسکوپی در شرایط لهیدگی زمین (Squeezing) بپردازند. مطالعات ایشان یک روش جدید برای بررسی کیفیت توده سنگ‌ها و ارزیابی پتانسیل لهیدگی در حین پیشروی TBM، ارائه کرده است. نتایج این مقاله توانسته راهکارهای اندازه‌گیری پتانسیل احتمال گیر کردن TBM حین حفاری در شرایط نامساعد زمین‌شناسی را ارتقا دهد.

نتایج حاصل از پایان نامه‌های انجام شده در پروژه قمرود و انتشار مقالات کاربردی این دانشجویان در پایگاه‌های علمی می‌تواند در مستندسازی مراحل اجرا و مخاطرات این پروژه در جهت جلوگیری از نارسایی‌ها در پروژه‌های مشابه آتی، مفید واقع شود.

در پروژه قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود پس از اتمام عملیات اجرا، دستگاه حفاری به پروژه تونل انتقال آب گلاب انتقال داده شد. بی‌شک تجربیات مشکلات پیش‌آمده برای دستگاه حفار در پروژه قمرود، در حفاری پروژه گلاب جهت مواجهه با مخاطرات زمین‌شناسی بسیار کاربردی بوده‌اند. در این میان افزایش تجربه و آشنایی اپراتورهای TBM با روند تغییرات پارامترهای عملیاتی دستگاه در شرایط

مختلف زمین‌شناسی (مبحث مطرح شده در مقاله مذکور) می‌توانسته در جلوگیری از توقفات دستگاه حفار مؤثر واقع شود.

از این رو مطالعات دانشجویی که پیرامون مسائل فنی تونل گلاب انجام شده نیز از تجربیات و مطالعات دانشگاهی در قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود متأثر بوده‌اند. در پیوست ۴، به دو مورد از پایان‌نامه‌ها و نظرات دانشجویان محقق در پروژه گلاب اشاره شده است.

۲. مقالات دانشجویی ارائه شده در مجلات معتبر

بین‌المللی پیرامون مباحث قطعه ۴ و ۳

پیرامون اهمیت ارائه مقالات از نتایج پایان‌نامه‌ها در مجلات معتبر علمی، مطالعاتی متعددی توسط طهوری [۳۳]، کوشا و همکاران [۳۴]، ملایی مقدم [۳۵]، موسوی [۳۶] و... صورت گرفته است.

از نتایج مطالعات دانشگاهی و پایان‌نامه‌های دانشجویی پیرامون قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود نیز مقالات متعددی با موضوعات متنوع در مجلات معتبر خارج از کشور و کنفرانس‌های بین‌المللی ارائه شده است و تعداد دیگری نیز در مراحل پذیرش و انتشار قرار دارند. در پیوست ۳ برای نمونه به تعدادی از موارد انتشار یافته اشاره شده است.

چاپ مقالات ISI توسط دانشجویان تحصیلات تکمیلی در مجلات معتبر بین‌المللی، عامل بسیار مهمی برای پذیرش این دانش‌آموختگان در مقطع دکتری و فوق دکتری دانشگاه‌های معتبر خارج از کشور محسوب می‌شود. از این نظر این مسئله می‌تواند در توسعه تعاملات صنعت تونل ایران با دانشگاه‌های کشورهای پیشرفته و نیز تربیت نیروی انسانی مجرب برای کشورمان مفید باشد. یقیناً تعاملات هدفمند متخصصین داخلی با پژوهشگران ایرانی فعال در دانشگاه‌های معتبر خارج از کشور، می‌تواند یکی از راهکارهای انتقال تجربیات و یافته‌های نوین در حوزه فناوری‌های صنعت تونل‌سازی باشد.

۳. مقالات دانشجویی ارائه شده در کنفرانس‌های

داخلی پیرامون مباحث قطعه ۴ و ۳

پیرامون مسائل مختلف زمین‌شناسی و فنی قطعه ۴ و ۳ مقالات بسیار زیاد دیگری نیز در کنفرانس‌های داخلی کشور ارائه شده است که تا زمان نگارش مقاله حاضر تنها

کنند. این مسئله در پروژه تونل قمرود نیز مشهود بوده است. پژوهش‌های دانشجویان این گرایش‌ها در چنین پروژه‌هایی می‌تواند مقدمه‌ای برای آغاز همکاری صنعت و دانشگاه در جهت رفع نیاز از واردات ماشین‌آلات، قطع وابستگی به شرکتهای خارجی و بومی‌سازی تکنولوژی حفاری مکانیزه باشد.

از عمده مشکلات آموزش عالی و صنعت در کشور ما، عدم همپوشانی و ارتباط بین رشته‌های مختلف دانشگاهی است. شرکتهای سازنده ماشین‌های حفار TBM برای ساخت این ادوات نیازمند همپوشانی اطلاعات از متخصصین گرایش‌های مختلف (زمین‌شناسی مهندسی، مکانیک، برق، متالوژی و...) هستند. در مرحله اجرای تونلها نیز همکاری و تبادل اطلاعات مابین این متخصصین نقش مهمی در بهبود راندمان حفاری مکانیزه دارد. از این‌رو پروژه‌های حفاری مکانیزه در کشور فرصت مناسبی برای ایجاد همپوشانی و ارتباط مابین متخصصین اینگونه رشته‌ها است. از طرفی در گرایش‌های معدن، عمران و زمین‌شناسی نیز که بیشترین گرایش را به سمت موضوعات تونلی دارند، گاه برخی از موضوعات مهم از نظر دانشجویان و اساتید آنها پنهان می‌ماند. بطور مثال عملیات حفاری تونل قمرود در منطقه احداث، پیامدهای زیست‌محیطی وسیعی را به دنبال داشته است. یکی از موضوعات و جنبه‌های کاربردی علوم مهندسی عمران، زمین‌شناسی و معدن ارزیابی زیست‌محیطی طرحهای تونل‌سازی است.

تنها در یک مورد (پیوست ۱، مورد سوم) محقق در بخش پایانی پژوهش، مختصری به این موضوع پرداخته است؛ لذا تا زمان نگارش این مقاله، پیرامون مسائل زیست‌محیطی تونل قمرود هیچ پایان‌نامه دانشجویی به طور جدی و هدفمند انجام نشده است.

یکی از نکات مثبت در زمینه توجه به تنوع موضوعات پایان‌نامه‌ها پیرامون یک تونل خاص، این نکته است که در بسیاری از موارد، دانشجویانی که موضوعات تونلی را برای پایان‌نامه خود برگزیده‌اند؛ به دلیل ارتباط مستقیم با پروژه و تماس با شرکتهای مجری طرح، پس از اتمام تحصیلات از طریق ارتباطهای بوجود آمده در حین انجام پایان‌نامه، جذب این شرکتها و مشاغل مرتبط با صنعت تونل شده‌اند. از این‌رو اغلب دانشجویانی نیز که پایان‌نامه خود را بر روی مباحث فنی تونل قمرود انجام داده‌اند؛ در

حدود ۳۰ مورد از این مقالات، در پایگاه استنادی مقالات علمی کشور (CIVILICA) نمایه شده است. این مقالات توسط فعالان صنعت تونل در پروژه قمرود و نیز توسط دانشجویان گروه‌های تحصیلات تکمیلی ارائه شده‌اند که البته در این بین، فراوانی مقالات دانشجویی درصد بیشتری را شامل می‌شود.

از طرفی تعداد بسیار زیادی مقاله دیگر نیز وجود دارد که در کنفرانس‌هایی ارائه شده‌اند که تحت حمایت پایگاه مذکور نبوده‌اند و در این سایت نمایه نشده‌اند؛ لذا به علت تعداد بسیار زیاد این مقالات، تنها به چند مورد از این مقالات دانشجویی در پیوست ۵ اشاره شده است.

بر خلاف گذشته و سال‌های نه چندان دور که دانشجویان به دلیل نبود منابع قابل دسترس (بویژه منابع فارسی)، برای انتخاب موضوع پایان‌نامه با کمبود ایده مواجه بوده‌اند؛ در حال حاضر با انتشار این قبیل مقالات در پایگاه‌های استنادی کشور، هر یک از این مقالات می‌تواند ایده‌ای را برای موضوعات پایان‌نامه پیرامون دیگر پروژه‌های تونل‌سازی کشور، به دانشجویان ارائه دهد. اگرچه این مسئله می‌تواند دارای یک جنبه منفی (ایجاد بستری برای تکرار موضوعات کلیشه‌ای و بروز دیگر آسیب‌های تحقیق در پایان‌نامه‌ها) نیز باشد؛ اما به نظر می‌رسد جنبه مثبت آن در جهت ارائه ایده به دانشجویان پررنگ‌تر است. چرا که مقالات نمایه شده به دلیل قابل دسترس بودن آنها، نقش مهمی در ارائه منابع تحقیق و غنی شدن ادبیات پژوهش برای دانشجویان دارد و دانش‌آموختگان می‌توانند ضمن بررسی این منابع با استفاده از خلاقیت‌های ذهنی خود، به ایده‌های جدیدی دست یابند.

۴. لزوم توجه دانشجویان به تمامی حوزه‌های

مطالعاتی امکان‌پذیر پیرامون تونل قمرود

علی‌رغم پایان‌نامه‌های متعددی که پیرامون تونل قمرود ارائه شده است اما همچنان بر روی بسیاری از جنبه‌ها و مسائل فنی این پروژه پایان‌نامه‌ای کار نشده است. علوم مهندسی در گرایش‌های مکانیک و برق (و شاخه‌های وابسته به آنها) از رشته‌های وابسته به صنعت تونل‌سازی (بویژه در بخش حفاری مکانیزه) هستند؛ اما کمتر مشاهده می‌شود که دانشجویان این گرایش‌ها، زمینه مطالعاتی پایان‌نامه خود را در موضوعات پیرامون این صنعت دنبال

حال حاضر مشغول فعالیت در شرکت‌های مرتبط با صنعت تونل‌سازی کشور هستند.

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر توسعه همزمان صنعت تونل‌سازی و افزایش چند برابری ظرفیت پذیرش دانشجو در تحصیلات تکمیلی کشور موجب گرایش دانشجویان رشته‌های "زمین‌شناسی، عمران، معدن، نقشه‌برداری، ژئوفیزیک و..." به سمت کارهای مطالعاتی در زمینه صنعت تونل گردیده است. در این میان دانشجویان برای دستیابی به اطلاعات پایه پیرامون طرح‌های تونل‌سازی با موانع گوناگون مواجه‌اند. این موانع نقش حائز اهمیتی در کاهش کیفیت و جنبه‌های نوآوری پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی (به ویژه در گروه‌های کارشناسی ارشد) داشته است. در صورت تشکیل سازمان نظام مهندسی تونل این سازمان می‌تواند ضمن نظارت بر پروژه‌های کشور با حمایت از دانشجویان، در جهت توسعه ارتباطات دانشگاهیان با فعالان صنعت تونل و نیز جهت‌دهی پایان‌نامه‌ها به سمت موضوعات کاربردی مورد نیاز صنعت،

نقش مهمی ایفا نماید. هر یک از پروژه‌های تونل‌سازی با شرایط زمین‌شناسی و مخاطرات خاص خود، می‌تواند زمینه کارهای مطالعاتی متعدد با ایده‌های جدید را برای دهه‌ها پایان‌نامه فراهم کند. اهمیت کیفیت و نوآوری این مطالعات از این جهت است که نتایج حاصل از پایان‌نامه‌ها و انتشار مقالات کاربردی دانشجویان در پایگاه‌های علمی می‌تواند در مستندسازی مراحل اجرای پروژه‌های تونل‌سازی کشور و جلوگیری از نارسایی‌هایی که در طرح‌های تونل‌سازی گذشته رخ داده، مفید واقع شود و موجبات ارتقای صنعت تونل‌سازی (به ویژه فناوری حفاری مکانیزه) در کشور را فراهم نماید. از طرفی در اغلب موارد، این پایان‌نامه‌ها ضمن افزایش دانش و مهارت دانش‌آموختگان دانشگاهی، زمینه ورود این افراد به مشاغل صنعت تونل فراهم را می‌آورد. تربیت نیروی انسانی ماهر و توانمند جهت ورود شرکت‌های ایرانی به جمع مدعیان رده اول صنعت تونل‌سازی در خارج از مرزهای جغرافیایی کشور، مستلزم توجه بیشتر به طرح‌های مطالعاتی دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی و ارتباط قوی‌تر بخش صنعت با آموزش عالی کشور است.

منابع

- بهبادی، حسن. داورپناه، محمدرضا؛ "بررسی عوامل مؤثر بر تجربه پژوهشی دانشجویان تحصیلات تکمیلی فردوسی مشهد"، نشریه مطالعات تربیتی و روانشناسی دانشگاه فردوسی مشهد، دوره دهم، شماره ۲، صفحه ۲۵۰-۲۲۷، ۱۳۸۸.
- Hunter, A. B., Laursen, S. L. & Seymour, E., "Becoming a Scientist: The Role of Undergraduate Research in Students' Cognitive, Personal, and Professional Development", 2006. Retrieved December 11, 2007 from www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno.
- Merkel, C. A., "Undergraduate Research at Six Research Universities: A Pilot Study for the Association of American Universities", 2001. Retrieved November 8, 2007 from <http://ugr.tamu.edu/opportunities-1/faculty/undergraduateresearch.pdf>.
- Seymour, E., Hunter, A. B., Laursen, S. L. & Deanton, T., "Establishing the Benefits of Research Experiences for Undergraduates in the Sciences: First Findings From a Three-Year Study", *Science Education*, 88(4), 493-534, 2004.
- شفیعی، مسعود؛ "ارتباط صنعت و دانشگاه: آینده‌ای تابناک، پیشینه‌ای تاریک"، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۶.
- امین‌بیدختی، علی اکبر. زارع، مریم. و نعمتی، محمدعلی؛ "دانشگاه پژوهی (IR)؛ ضرورتی مغفول مانده در راستای همکاری صنعت و دانشگاه"، نشریه صنعت و دانشگاه، سال سوم، شماره ۹ و ۱۰، صفحه ۴۵-۵۴، پاییز و زمستان ۱۳۸۹.
- باقری‌نژاد، جعفر؛ "سیستم ارتباط دانشگاه و صنعت برای توسعه فناوری در ایران، سازوکارها و پیشنهادها"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، سال اول شماره ۱، صفحه ۱۴-۱، بهار ۱۳۸۷.

- ایده تا بازار"، نشریه صنعت و دانشگاه، سال سوم، شماره ۱۰ و ۹، صفحه ۶۳-۷۴، پاییز و زمستان ۱۳۸۹.
17. Bell, R. M., "Integrating R&D with industrial production and technical change: strengthening linkages and changing structures", UNESCO Workshop on Integration of Science and Technology in Development Planning and Management Process, 1993.
۱۸. کمیسیون ارزیابی انجمن‌های علمی ایران (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری)؛ "نتایج رتبه‌بندی و ارزیابی فعالیتهای انجمن‌های علمی کشور"، ارائه شده در آذرماه ۱۳۹۱.
۱۹. انجمن تونل ایران؛ "پیش‌نویس سند ملی راهبردی توسعه فناوری صنعت تونل ایران (جهت ارائه به هیأت دولت)"، ۱۳۸۵.
۲۰. انجمن تونل؛ "اخبار و اطلاعیه‌های فعالیتهای انجمن"، سایت انجمن: www.irta.ir.
۲۱. انجمن زمین‌شناسی مهندسی؛ "اخبار و اطلاعیه‌های هشتمین کنفرانس ملی زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران"، ۱۳۹۲، سایت کنفرانس: <http://ireg2013.um.ac.ir>
22. Alber, M., "Advance rates of hard rock TBMs and their effects on projects economics", Tunneling and Undergr, Space Tech., Vol. 15, No. 1, pp. 55-64, 2000.
23. Barton, N., "TBM Tunneling In Jointed and Faulted Rock", Balkema, Rotterdam, 173, 2000.
24. Bieniawski, Z.T., Celada, B., Galera, J.M. & Tardáguila, I., "New applications of the excavability index (RME) for selection of TBM types and predicting their performance", Proc. World Tunnel Congr., Delhi, India, 2008.
25. Bruland, A., "Hard Rock Tunnel Boring", Ph.D. Thesis, vol. 1-10, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway, 1998.
26. Gong, Q.M. & Zhao, J., "Development of a rock mass characteristics model for TBM penetration rate prediction", Int. Journal of Rock
۸. متحدی، علی‌اکبر؛ "ضرورت تحول در نظام آموزش عالی کشور جهت توسعه فناوری ملی و ارتباط با صنعت"، نشریه صنعت و دانشگاه، سال سوم، شماره ۱۰ و ۹، صفحه ۵۵-۶۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۹.
۹. خطیبی، مصطفی؛ "توسعه تحقیقات کاربردی از طریق حمایت از پایان‌نامه‌های دانشجویی (معرفی تجربه وزارت نیرو)"، چهارمین همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن، انجمن تخصصی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن- تهران، ۱۳۸۲.
۱۰. صدقاتی، حسین؛ "بررسی علل عدم رویکرد پایان‌نامه‌های دانشجویی به رفع نیازهای موجود در صنعت"، کنفرانس ملی صنعت- دانشجو و توسعه پایدار، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۶.
۱۱. ارومیه‌ای، علی. مظفری، ابوالقاسم. شریف‌زاده، مصطفی. و زارعی، حمیدرضا؛ "چالش‌های زمین‌شناسی مهندسی برای تونلهای سنگی در ایران"، نخستین همایش آسیایی و نهمین همایش ملی تونل (فضاهای زیرزمینی برای توسعه پایدار)، تهران، ۱۳۹۰.
۱۲. خادمی حمیدی، جعفر؛ "روشی برای انتخاب ماشین تونل‌زنی تمام مقطع با توجه به شرایط ژئوتکنیکی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی معدن- متالوژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۵.
۱۳. شرقی، علی. شکور، ایرج. حبیب‌آگهی، محمدعلی. و پلاسی، مسعود؛ "استفاده از TBM باز در مصالح ریزشی و چگونگی مهار آن در تونل گاوشان"، ششمین کنفرانس ملی تونل، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۲.
۱۴. شهریار، کورش. شریف‌زاده، مصطفی. خادمی حمیدی، جعفر. و حدادی، محمدرضا؛ "انتخاب ماشین تونل‌زنی تمام مقطع در سنگ بر اساس کاهش مخاطرات ژئوتکنیکی"، هفتمین ملی کنفرانس تونل، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۵.
۱۵. هاوارد راش، مترجم: طباطباییان م؛ "برنامه‌ریزی استراتژیک مؤسسات تحقیق و تکنولوژی: رویکردی تطبیقی"، مؤسسه آموزش و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۷۹.
۱۶. بندریان، رضا. طباطبایی، سید مه‌ال‌دین. و موسایی، احمد؛ "سیاست‌گذاری برای واحدهای متمرکز و غیر متمرکز تحقیق و توسعه در صنعت نفت براساس فرآیند

- Mechanics and Mining Science 46 (1), 8–18, 2009.
27. Innaurato, N., Mancini, R. Rodena, E. & Zaninetti, A., "Forecasting and effective TBM performances in a rapid excavation of a tunnel in Italy", proceeding of 7th International Congress on Rock Mechanics, Aachen, Germany, pp. 1009-1014, 1991.
28. Nelson, P.P., Al-Jalil, Y.A. & laughton, C., "Improved strategies for TBM performance prediction and project management", In Hilton & Samuelson (eds), proc. RETC. Orlando, FL. Ch. 54:963-979, Littleton, CO : Soc. For Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc, 1999.
29. Palmström, A., "RMi- a rock mass characterization system for rock engineering purposes", chapter 7, PhD thesis, Oslo University, Norway, 1995.
30. Ramamurthy, T., "Penetration rate of TBMs", Proc. World Tunnel Congress. India, 2008.
31. Yagiz, S., "Development of rock fracture and brittleness indices to quantify the effects of rock mass features and toughness in the CSM model basic penetration for hard rock tunneling machines", Ph.D. Thesis, Department of Mining and Earth Systems Engineering, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA, p.289, 2002.
32. Yagiz, S., "Utilizing rock mass properties for predicting TBM performance in hard rock condition", Tunnelling and Underground Space Technology 23 (3), 326–339, 2008.
۳۳. طهوری، زهرا؛ "ضرورت تبدیل پایان‌نامه‌ها و طرح‌های پژوهشی به مقاله علمی"، اطلاع‌رسانی، ۲۰(۳)، صفحه ۱۳۶-۱۱۷، ۱۳۸۴.
۳۴. کوشا، کیوان. صادقیانی، جمشید. حیدری، مهدیه السادات. و زینلی کرمانی، افسانه؛ "بررسی میزان مقالات تهیه شده از پایان‌نامه‌های دوره دکتری دانشگاه تهران (۱۳۸۰-۱۳۸۴)"، نشریه تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی، سال چهل و چهارم، شماره ۵۲، صفحه ۶۹-۴۵، تابستان ۱۳۸۹.
۳۵. ملایی مقدم، گلناز؛ "عوامل مؤثر در نشر مقاله مستخرج از پایان‌نامه‌های دوره تحصیلات تکمیلی"، فصلنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی، شماره ۳، صفحه ۱۶-۱۳۷۹، ۱.
۳۶. موسوی، فضل‌اله؛ "بررسی امکان ارتقای ایران به ده کشور اول تولیدکننده علم در جهان"، رهیافت، (۳۰)، صفحه ۹۳-۷۹، ۱۳۸۲.

پیوست ۱. پایان‌نامه‌های دانشجویی پیرامون مباحث قطعه ۳ و ۴ تونل قمرود.

- ۱- بیات‌سرمی، ع؛ "تحلیل پایداری قطعات سوم و چهارم تونل انتقال آب دز- قمرود به کمک نرم‌افزار عددی UDEC و ارائه سیستم پایداری سازی اولیه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی مکانیک خاک و پی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه مازندران، ۱۳۸۴.
- ۲- ترکمنی‌قطب، ا؛ "مخاطرات تونل‌زنی مکانیزه تمام مقطع TBM و راه‌کارهای مقابله با آن- مطالعه موردی تونل انتقال آب قمرود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی استخراج معدن، دانشکده مهندسی معدن- متالوژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۵.
- ۳- *جودکی، و؛ "بازنگری ژئوتکنیکی قطعه ۳ و ۴ مسیر تونل انتقال آب قمرود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش زمین‌شناسی مهندسی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ۱۳۹۱.
- *توضیح: این رساله از جمله مواردی است که محقق به دلیل موانع دسترسی به اطلاعات پایه با دشواری‌های فراوان مواجه شده، به طوری که واحد پایان‌نامه در چند ترم تحصیلی متوالی (با اخذ مجوز سنوات از سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی در ترم پایانی)، تمدید شده است. در پایان اگرچه رساله موفقاً ارائه شد اما در اختیار نداشتن اطلاعات کافی (در چارچوب متدولوژی و اهداف پروپوزال تصویب شده)، دسترسی دیر هنگام به بخشی از داده‌های قابل تحلیل و دیگر محدودیت‌های پیش رو باعث گستردگی و پراکندگی مباحث تحقیق و ورود محقق به موضوعات متنوع در حوزه مهندسی ژئوتکنیک شده است. به نحوی که پیرامون مخاطرات حفاری (لهیدگی، ریزش، سینه‌کار مختلط و...) در یک فصل ضمن تهیه مقاطع نازک سنگ و انجام مطالعات میکروسکوپی با تأکید بر خصوصیات پترولوژی سازندها (نمونه‌برداری از

- رخنمون‌های سطحی در راستای محور تونل و نیز از توده‌سنگهای استخراج شده، به بررسی نقش شرایط زمین‌شناسی در توقفات مکرر عملیات حفاری TBM پرداخته شده است. در فصل بعدی به نقش عوامل اجرایی در وقوع مخاطرات حفاری پرداخته شده است. در فصلی دیگر تحلیل‌ها و برگردان دو بعدی داده‌های مقاومت‌سنجی با نرم‌افزار RES2DINV (جهت بررسی کیفیت مطالعات ژئوفیزیکی طرح در شناسایی مخاطرات مسیر حفاری) صورت گرفته است. در یک فصل نیز ضمن مطالعه صحرائی و بررسی میدانی ژئومورفولوژی منطقه اجرای طرح به این مطلب پرداخته شده که بررسی ریخت‌شناسی عوارض سطحی زمین در مرحله مطالعات ساختمانی طرح، تا چه حد می‌تواند اطلاعاتی جهت پیش‌بینی مخاطرات و شرایط آب زیرزمینی در مسیر حفاری ارائه دهد. همچنین با توجه به اینکه جریان آب در مسیر پیشروی TBM به دلیل زهکش شدن و افت سطح آبخوان‌های منطقه در اثر عملیات حفاری بوده، در انتهای تحقیق در یک فصل ضمن اشاره به مبحث "ژئوتکنیک زیست‌محیطی" با بازدید صحرائی از مناطق مسیر طرح، مختصری به پیامدها و مخاطرات زیست‌محیطی حفاری تونل پرداخته شده است. مقالات و نتایج حاصل از این رساله در قالب مجلات علمی پژوهشی و کنفرانس‌ها در حال بررسی و انتشار است.
- ۴- عالی‌انوری، ع؛ "تخمین میزان نفوذ آب به تونل‌های سنگی، با نگرشی خاص به تونل انتقال آب قمرود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی اکتشاف معدن، دانشکده مهندسی معدن- متالوژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۴.
- ۵- فروغی، م؛ "تأثیر پارامترهای ژئوتکنیکی مسیر تونل بر عملکرد ماشین‌های حفار تمام مقطع، مطالعه موردی تونل انتقال آب قمرود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی استخراج معدن، دانشکده فنی- مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۴.
- ۶- *فروغی، ا؛ "مدلسازی تأثیر پارامترهای توده‌سنگ بر بهره‌وری ماشین‌های حفاری تمام مقطع در سنگ سخت"، پایان‌نامه دکتری گرایش مهندسی استخراج معدن، دانشکده معدن و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۹۱.
- *توضیح: مطالعات محقق در این پایان‌نامه پیرامون قطعه ۳ و ۴ تونل انتقال آب قمرود و قطعه ۱ و ۲ تونل انتقال آب کرج بوده است.
- ۷- *کهکی، ا؛ "مطالعه ژئوتکنیکی مشکلات تونل‌سازی در سازند شمشک"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش زمین‌شناسی مهندسی، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۶.
- *توضیح: هدف این پژوهش دسته‌بندی خصوصیات ژئومکانیکی سازند شمشک و بررسی مشکلات اجرای پروژه‌های تونل‌سازی در این سازند (و نیز راه‌کارهای مقابله با مخاطرات) می‌باشد. مطالعات ایشان به بررسی سازندهای معادل شمشک نیز در بخشهای مختلف ایران تسری یافته، لذا محقق ضمن بررسی نوار دگرگونی سندانج-سیرجان، در بخشی از پژوهش به دسته‌بندی خصوصیات ژئومکانیکی توده‌سنگهای تشکیلات ژوراسیک در مسیر قطعه ۳ و ۴ تونل قمرود نیز پرداخته است. موارد مطالعاتی دیگر مربوط به تونل تونل جاده امام‌زاده هاشم، تونل دولایی جاده تویسرکان- همدان و مترو اصفهان بوده است.
- ۸- لطفی‌وناشی، ع؛ "تحلیل پایداری و بررسی نگهداری تونل انتقال آب قمرود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی مکانیک سنگ، دانشکده فنی- مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۸۲.
- ۹- *مهدوری، س؛ "پیش‌بینی پایداری فضاهای زیرزمینی با استفاده از روشهای یادگیری ماشین در مقایسه با روشهای عددی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی استخراج معدن، دانشکده فنی- مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۹۰.
- *توضیح: پژوهشگر برای برآورد همگرایی در مسیر قطعه ۳ و ۴ تونل قمرود، از دو روش یادگیری ماشین به نام‌های شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و رگرسیون بردار پشتیبان استفاده نموده است. به این ترتیب که با استفاده از این دو الگوریتم رابطه غیرخطی بین همگرایی به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای ژئومکانیکی به عنوان متغیر مستقل تخمین زده شده است. به طور همزمان، حداکثر بردار جابه‌جایی در مقاطع مختلف این تونل با استفاده از روش عددی تفاضل محدود (نرم‌افزار FLAC) محاسبه شده و نتایج حاصل با روش‌های یادگیری ماشین مقایسه شده است. دو مقاله از نتایج این رساله در مجلات معتبر بین‌المللی به چاپ رسیده و مقالات دیگری نیز در مرحله بررسی و انتشار قرار دارند.
- ۱۰- مهری، ح؛ "ارزیابی آبهای هجومی به داخل عملیات معدنی تونل انتقال آب قمرود و ارائه مدل زهکشی آن"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی اکتشاف معدن، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، ۱۳۸۳.
- ۱۱- یوسفیان دارانی، ع؛ "طراحی و تحلیل سیستم نگهداری قطعات پیش‌ساخته بتنی، مطالعه موردی: قطعات سوم و چهارم تونل قمرود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی مکانیک سنگ، دانشکده فنی- مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۸۷.

پیوست ۲. کتاب و سمینار آموزشی مربوط به مطالعات دانشجویی قطعه ۳ و ۴ تونل قمروود.

۱- *حسن پور، ج. و رستمی، ج؛ "عملکرد ماشینهای تونل‌بری در سنگ سخت"، انتشارات نشر فن‌آریا، چاپ اول ۱۳۸۹.
*توضیح: در این کتاب نیز علاوه بر قطعه ۳ و ۴ تونل قمروود، به تحلیل اطلاعات تونلهای انتقال آب کرج، انتقال آب زاگرس و ماناپوری نیز پرداخته شده است.

۲- *حسن پور، ج. و ذوالفقاری، م؛ "تحلیل عملکرد واقعی TBM با سپر تلسکوپی در حفاری ۲۴/۵ کیلومتر تونل قمروود"، سمینار علمی کاربردی، ۱۳۸۸.

*توضیح: در این سمینار آموزشی که در قالب برنامه‌های انجمن تونل با شرکت جمع قابل توجهی از دانشگاهیان و فعالان صنعتی برگزار شده، علاوه بر ۱۸ کیلومتر قطعه ۳ و ۴، روند حفاری در ۶/۵ کیلومتر از قطعه ۲ تونل قمروود نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در حال حاضر فایل ضبط شده این سمینار و دیگر سمینارهای برگزار شده انجمن تونل، از طریق دفتر انجمن قابل دریافت است که بخصوص برای دانشجویان علاقمند می‌تواند بسیار آموزنده و مفید باشند. از سمینار آموزشی مذکور، همچنین خلاصه‌ای در قالب یک مقاله در نشریه انجمن تونل (شماره ۹، زمستان ۸۸، صفحه ۲۹ الی ۳۴) به چاپ رسیده است. لازم به ذکر است شرکت در سمینارهای آموزشی انجمن تونل غالباً برای عموم آزاد بوده و مخصوص برای دانشجویان رایگان است.

پیوست ۳. مقالات ارائه شده از پژوهش‌های دانشجویی در مجلات معتبر بین‌المللی پیرامون قطعه ۳ و ۴ تونل قمروود.

- 1- Aalianvari, A. Katibeh, H. & Sharifzadeh, M., "Application of fuzzy Delphi AHP method for the estimation and classification of Ghomrud tunnel from groundwater flow hazard", Arabian Journal of Geosciences, Vol. 5, Issue 2, pp 275-284, 2012.
- 2- Farrokh, E. Mortazavi, A. & Shamsi, g., "Evaluation of ground convergence and squeezing potential in the TBM driven Ghomroud tunnel project", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 21 (5): 504-510, 2006.
- 3- Farrokh, E. & Rostami, J., "Correlation of tunnel convergence with TBM operational parameters and chip size in the Ghomroud tunnel, Iran", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol 23(6): 700-710, 2008.
- 4- Farrokh, E. & Rostami, J., "Effect of adverse geological condition on TBM operation in Ghomroud tunnel conveyance project", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 24 (4): 436-446, 2009.
- 5- Farrokh, E. & Rostami, J., "The relationship between tunnel convergence and TBM operational parameters and chip size for double shield TBMs", RETC, Canada. pp. 1094-1108 (Chapter 88), 2007.
- 6- Hassanpour, J. Rostami, J. & Zhao, J., "A new hard rock TBM performance prediction model for project planning", Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 26, 595-603, 2011.
- 7- Katibeh, H. & Aalianvari, A., "Development of a New Method for Tunnel Site Rating from Groundwater Hazard Point of View", Journal of Applied Sciences, Vol 9 pp. 1496-1502, 2009.
- 8- Mahdevari, S. & Torabi, S.R., "Prediction of tunnel convergence using Artificial Neural Networks", Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 28, 218-228, 2012.
- 9- Mahdevari, S. Torabi, S.R. & Monjezi, M., "Application of artificial intelligence algorithms in predicting tunnel convergence to avoid TBM jamming phenomenon", International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Volume 55, Vol. 55, 33-44, 2012.
- 10- Sharifzadeh, M. & Hemmati Shaabani, A., "TBM tunneling in adverse rock mass with emphasis on TBM jamming accident in Ghomroud water transfer tunnel", Van Cotthem, Charlier, Thimus & Tshibangu (eds), May 9-12, Liege, Belgium: 643-647, 2006.
- 11- Yazdani-Chamzini, A. & Haji Yakhchali, S., "Tunnel Boring Machine (TBM) selection using fuzzy multicriteria decision making methods", Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 30, 194-204, 2012.

پیوست ۴. پایان‌نامه‌های دانشجویی تونل گلاب (متأثر از مطالعات دانشجویی قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود).

۱- *اکبری، ا؛ "تعیین پارامترهای بهینه حفاری دستگاه *TBM* بر اساس شرایط ژئوتکنیکی (مطالعه موردی تونل گلاب)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی مکانیک خاک و پی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، ۱۳۹۰.

۲- *شریفی، ا؛ "بررسی رفتار سنگ‌های مجاله شونده و تأثیر آن بر روی عملکرد سیستم نگهداری تونل (سگمنت) در مسیر تونل انتقال آب گلاب"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش مهندسی مکانیک خاک و پی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، ۱۳۹۰.

و ...

*توضیح: آقایان اکبری و شریفی از فعالان صنعت تونل هستند که در حین اشتغال در پروژه تونل انتقال آب گلاب، تجربه پژوهشی پایان‌نامه‌های خود را در راستای نیازهای این پروژه به انجام رسانده‌اند. در مصاحبه‌ای که مؤلف اول این مقاله با ایشان داشت؛ هر دو نفر معتقد بودند تجربیات عملیات حفاری در قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود نقش بسزایی در بهبود راندمان حفاری تونل گلاب داشته است. همچنین هر دو نفر ایشان با اتفاق نظر، به این نکته اذعان داشتند که تجربه پژوهشی پایان‌نامه‌هایشان از تجربیات مطالعات دانشجویی در قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود متأثر بوده است. علاوه بر این معتقد بودند تجربه پژوهشی پایان‌نامه در حین اشتغال در پروژه گلاب، تأثیر زیادی بر تحکیم آموزش‌های دانشگاهی ایشان داشته و تا حد زیادی از فاصله آموزش‌های تئوریک دانشگاه با کاربردهای صنعتی آن (در مباحث تونل‌سازی)، کاسته است.

پیوست ۵. مقالات دانشجویی ارائه شده در کنفرانس‌های داخلی پیرامون مباحث قطعه ۴ و ۳ تونل قمرود.

۱- آرامش، ر. شهریار، ک. و ابراهیمی، م.ع؛ "پیش‌بینی عملکرد دستگاه حفر تمام مقطع *TBM* در حفاری سنگ سخت با استفاده از روش *QTBm* (مطالعه موردی تونل انتقال آب قمرود)"، دومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۳.

۲- جودکی، و. و اجل لوثیان، ر؛ "چالش‌های اصلی احداث تونل انتقال آب قمرود"، دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب، زنجان، ۱۳۹۰.

۳- حسن‌پور، ج. و ارومیه‌ای، ع؛ "ارزیابی اعتبار روش‌های مختلف تخمین جریان آب ورودی به تونل‌های سنگی (مطالعه موردی تونل قمرود)"، هفتمین کنفرانس ملی تونل، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۵.

۴- خادمی حمیدی، ج. شهریار، ک. اکبرپور شیرازی، م. و ترکمنی قطب، ا؛ "بکارگیری مجموعه‌های فازی در اندیس قابلیت حفاری توده سنگ برای انتخاب روش تونل‌زنی"، سومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۶.

۵- دلارام، ا. حسنی، ر. و رسولی، و؛ "انتخاب محیط معادل بهینه در تحلیل پایداری و طراحی سیستم نگهداری تونل انتقال آب قمرود"، هفتمین کنفرانس ملی تونل، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۵.

۶- رضائی، ع. و دهقان، ع.ن؛ "برآورد خطر زمین‌لرزه در ساختگاه قطعات سوم و چهارم تونل انتقال آب قمرود"، نخستین گردهمایی و همایش ملی بررسی دستاوردهای پژوهشگران علوم زمین ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ۱۳۸۹.

۷- کتیبه، ه. و عالی انوری، ع؛ "تخمین جریان نشت آب زیرزمینی به تونل انتقال آب قمرود توسط نرم‌افزار *TunSeep*"، هفتمین کنفرانس ملی تونل، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۵.

۸- کیانی، م؛ "بررسی امکان سنجی کاربرد الیاف فولادی در تولید قطعات بتنی پروژه تونل قمرود"، یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، دانشگاه هرمزگان - بندرعباس، ۱۳۸۳.

۹- مختاری، ا. ارومیه‌ای، ع. و نیکودل، م.ر؛ "ارتباط بین میزان نرخ نفوذ در گمانه‌زنی اکتشافی و خصوصیات سنگ‌شناسی زمین در تونل بزرگ انتقال آب قمرود"، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور - تهران، ۱۳۸۴.

۱۰- لطفی‌وناشی، ع. رحمان‌نژاد، ر. شهریار، ک. و همتی شعبانی، ع؛ "مقایسه پارامترهای ورودی روش تجربی *RMI* و نرم‌افزار *UDEC* در تحلیل رفتار پایداری و انتخاب سیستم نگهداری توده سنگ اطراف تونل قمرود"، اولین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۳.

۱۱- یوسفیان دارانی، ع. رحمان‌نژاد، ر. و گل‌پیرایی، و؛ "تحلیل ساختاری پوشش سگمنتال با استفاده از مدل‌سازی عددی سه بعدی توسط المان‌های پوسته (مطالعه موردی قطعات ۴ و ۳ تونل انتقال آب قمرود)"، اولین همایش ملی سازه - زلزله - ژئوتکنیک، بابلسر، ۱۳۸۹.

