مجله علمی – پژوهشی
مهندسی عمران مدرس
دوره ۲۴، شماره ۲، سال ۱۴۰۳
صفحات ۷۹ تا ۹۷

شناسایی و رتبه بندی عوامل مؤثر بر پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه (Trenchless) در ایران

سید حامد افضلی بروجنی[۱]، محمدرضا زارع[۲] ، لیلا عادل زاده سعدآبادی*[۳]

۱- دانشجوی دکترای مهندسی عمران مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
۳- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
٤- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Email: L_adelzade@pci.iaun.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱٤۰۱/۱۱/۱۹] تاریخ پذیرش: [۱٤۰۱/۱۲/۱۵]

چکیده

در جوامع امروزی، خطوط لوله به عنوان شریان‌های حیاتی، برای حفظ آسایش و رضایت‌مندی مردم از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به روند فزاینده توسعه در ایران، لزوم احداث، بازسازی، تعمیر و نگهداری تاسیسات زیرزمینی از جمله خطوط لوله نفت، گاز، آب، فاضلاب، رواناب و ارتباطات، جزء لاینفک عملیات عمرانی و تاسیساتی است. با در نظر گرفتن مشکلات ناشی از حفاری‌های روباز و گسترش تاسیسات زیرزمینی، استفاده از روش‌های حفاری بدون ترانشه در صنعت ساخت رو به افزایش است تا بتواند مشکلات را اقتصادی تر و موثرتر برطرف نماید. هدف از این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی مهمترین عوامل موثر بر پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران است. تحقیق حاضر دارای هدف کاربردی است و به روش پیمایشی و توصیفی انجام شده است. جامعه آماری این تحقیق مدیران میانی، پیمانکاران و مهندسین دستگاه نظارت و بخش طراحی شرکت آب و فاضلاب اصفهان و آب منطقه ای چهارمحال و بختیاری بوده است. در این راستا، نمونه ۸۷ نفری به صورت تصادفی انتخاب و پرسشنامه محقق ساخت بین آنها توزیع شد و تعداد ٦۸ پرسشنامه جمع آوری شد. بر اساس آن ۸ گروه اصلی و در قالب ۲۸ معیار فرعی به عنوان عوامل موثر بر پذیرش حفاری بدون ترانشه در ایران دسته‌بندی و نتایج حاصل از آن مورد تحلیل قرار گرفت. برای رتبه‌بندی عوامل موثر، از آزمون فریدمن استفاده شد و از نرم‌افزار SPSS برای تحلیل داده‌ها به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شد. بر این اساس در بین ۸ گروه اصلی عوامل مدیریت اجرایی، محیطی، دموگرافیک، تکنولوژی، اقتصادی، بهره‌وری پروژه (مدیریت ساخت)، سازمانی و فردی به ترتیب رتبه‌های اول تا هشتم را بدست آورده‌اند. همچنین در بین ۲۸ معیار، دستگاه نظارت، ریسک‌ها، محیط‌زیست، بودجه، مدیر عالی اجرایی، عملکرد مکانی و جغرافیایی و هزینه‌های مستقیم، رتبه‌های برتر را به خود اختصاص داده اند.

واژگان کلیدی: حفاری ترانشه روباز، تکنولوژی حفاری بدون ترانشه، آزمون فریدمن، تاسیسات زیرزمینی.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

مقدمه

با توجه به عبور تاسیسات زیر زمینی زیاد از سطح معابر و همچنین توسعه روزافزون جوامع شهری، نیاز به ساخت، تعمیر و بازسازی و جایگزینی شبکه های تاسیسات عمرانی و شهری زیرزمینی بیش از پیش مشاهده می‌شود. انواع روش‌های دردسترس در این خصوص شامل تکنولوژی حفاری بدون ترانشه و روش های حفاری ترانشه روباز می‌باشد.

تکنولوژی حفاری بدون ترانشه یک فرایند ساخت و ساز زیر سطحی است که نیاز به حفاری به میزان کم دارد [1] همچنین روش حفاری بدون ترانشه به عنوان یک مجموعه‌ای از فناوری‌ها و روش‌ها می‌تواند برای تعمیر، تقویت و جایگذاری یا نصب سیستم‌های زیربنایی و زیرزمینی استفاده شودو کمترین آثار روزمینی را داشته باشد [2].

در روش حفاری ترانشه رو باز مطابق نقشه‌ها وطرح، سطح جاده حفاری شده و حفاری تا عمق مورد نیاز ادامه پیدا می‌کند. در صورت نیاز دیوار ترانشه با روش مناسب مهار می‌شود. سپس لوله در عمق ترانشه با توجه به مشخصات و استانداردهای موجود نصب می‌شود. در مرحله بعد، سایر عملیات تکمیلی از جمله خاک ریزی در لایه‌های مختلف و احداث آدم روها (منهول‌ها و حوضچه‌ها) انجام می‌شود. پس از اجرای زیرسازی و روسازی سطح مجددا انجام می‌شود.

در ایران به دلیل اینکه از تکنیک‌های حفاری بدون ترانشه بسیار کم استفاده می‌شود، همچنان روش‌های حفاری ترانشه باز یک روش متداول است. عوامل متعددی در پذیرش این روش‌های نوین توسط سازمان‌ها و پیمانکاران وجود دارد. هنگامی که یک تکنولوژی یا روش به عنوان روش اجرایی جدید مطرح می شود، به دلیل ناشناخته بودن پارامترهای آن، مقاومت و سرسختی در خصوص پذیرش آن پیش می‌آید. بنابراین مطالعات در خصوص این روش‌ها می‌تواند کمک‌کننده باشد. پس شناخت این عوامل برای پذیرش و استفاده از روش‌های تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران بسیار مهم و ضروری تلقی می‌شود.

پیشینه

عوامل متعددی بر انتخاب روش حفاری برای اجرا، نصب و تعمیرات و نوسازی خطوط لوله تاثیرگذار است. همین موضوع موجب شده تا در هر محل و گذرگاه ناگزیر باید به بررسی شرایط اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی به همراه هزینه‌های زمانی و مالی این روش‌ها پرداخته شود [3].

عوامل تکنولوژی: اشاره به تکنولوژی‌های موجود و فناوری‌های نوظهوری دارد که با سازمان مرتبط هستند. ترنازکی و فلیشر عوامل تکنولوژی را تحت عنوان ویژگی‌های مشاهده شده مرتبط با یک تکنولوژی تعریف کرده‌اند[4]. در همین رابطه: کرامر و گری[1] ، بلک[2] به بررسی تعداد محدودی از مزایا و معایب روش حفاری ترانشه روباز نسبت به تکنولوژی حفاری بدون ترانشه پرداخته اند و عنوان نموده‌اند که انتخاب روش مناسب باید براساس مزیت نسبی هر روش انجام شود [5, 6]. همچنین چنا[3] و همکاران در تحقیقی به عواملی که خطوط لوله را در شرایط مختلف در معرض آسیب قرار می‌دهد پرداخته‌اند [7]. کردینگ و هانسمیر[4] به شناسایی دلایل تغییر شکل‌های زمین در حفاری‌ها و دسته‌بندی آنها پرداخته‌اند [8]. لکا و نیو[5] در تحقیقی به بررسی جابه‌جایی‌های ناشی از حفاری در عمق خاک و فاکتورهای وابسته به آن پرداخته است. آنها وضعیت زمین‌شناسی، آبهای زیرزمینی، هندسه و عمق حفاری، روش حفاری و کیفیت و مدیریتس اخت را از عوامل تاثیر گذار معرفی می‌نمایند [9]. اولسون[6] و همکاران روش میکروتونلینگ را برای اجرای خطوط لوله فاضلاب با تغییر در عمق پوشش‌ها، طول فرو رفتن لوله، تغییر قطر لوله‌ها و تعیین محل مناسب لوله گذاری، و نیریو بهینه مورد ارزیابی قرار داده اند [10]. چوف و کادام[7] در تحقیقی عواملی همچون هزینه و مدت اجرا، نیریو فنی و تجهیزات خاص مورد نیاز، جنس خاک، شرایط اجتماعی و موقعیت محل کار، آثار زیست

1 Kramer and Gary
2 Black
3 Chenna
4 Cording and Hansmire
5 Leca and New
6 Olson
7 Chothe and Kadam

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

محیطی، نوع شبکه و جنس لوله را در انتخاب تکنولوژِ حفاری بدون ترانشه تاثیر گذار دانستند [11]. صلاح[8] و همکاران عوامل مختلف همچون نوع خاک، عمق نصب لوله، قطر لوله، دقت مورد نیاز، سطح آبهای زیرزمینی و سایر سنگ‌های موجود در مسیر را از عوامل موثر در انتخاب تکنولوژی حفاری بیان نموده اند [12]. نجفی[9] در پژوهشی طراحی و تجهیزات و روش‌های حفاری بدون ترانشه را ارایه نمود و به معرفی برخی از عوامل که در پروژه‌های حفاری بدون ترانشه تعیین کننده هستند پرداخت [13]. جنادی[10] ، وودروف و آریاراتنام[11]، به بررسی ریسک‌های مرتبط با پروژه‌هایی که از روش‌های حفاری روباز استفاده شده، پرداخته‌اند [14, 15].

ما و نجفی[12]به توسعه و کاربردهای فناوری و ظرفیت‌سازی‌های حفاری بدون ترانشه در کشور چین پرداختند. آنها در این پژوهش، آخرین تحقیقات، آموزش، یادگیری، بازاریابی و وضعیت های فنی فناوری حفاری بدون ترانشه در چین را ارائه دادند و با بررسی بازار بالقوه، روندها و عواملی را مورد بحث قرار دادند که فناوری حفاری بدون ترانشه را در دهه آینده در چین تحت تاثیر قرار می‌دهد [1]. زانالدین[13] در مطالعه‌ای به بررسی ساخت وساز خطوط جدید و بازسازی خطوط زیر بنایی در امارات متحده عربی و همچنین استفاده از روش حفاری بدون ترانشه به عنوان یک فن آوری نو ظهور در این کشور پرداخت. در این تحقیق نتایج یک بررسی پرسشنامه‌ای از روش‌های ساخت‌وساز مورد استفاده توسط شهرداری‌ها و پیمانکاران در امارات متحده عربی ارائه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که فن‌آوری حفاری بدون ترانشه محبوبیت زیادی در میان مهندسان و پیمانکاران شهرداری در سراسر امارات متحده کسب نموده است [16].

عوامل اقتصادی: این عوامل را می توان شامل بودجه، توانایی مالی، دسترسی به مواد، تامین مالی و هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم تجهیزات و نیروی کار و غیره دانست [17, 18].

به عنوان نمونه: بردی[14] و همکاران، ماتیوس[15] و همکاران در مطالعاتی به دسته‌بندی و بررسی هزینه‌های اجتماعی پروژه پرداخته‌اند [19, 20]. در این مطالعات هزینه‌های اجتماعی به عنوان هزینه‌هایی تعریف شده‌اند که از فعالیت‌های نوسازی و بهسازی خطوط لوله در فضای شهری ایجاد شده و به جای اینکه توسط طرفین ساخت (کارفرما و پیمانکار) پرداخت شود، توسط جامعه پرداخت می‌شوند [20].

شوییکینگ[16] و همکاران در تحقیقی به بررسی هزینه‌های اجتماعی در پروژه‌های حفاری پرداخته و به عدم وجود خلاء قانونی و همچنین عدم وجود روش‌های برآورد استاندارد برای محاسبه هزینه‌های اجتماعی روش‌های حفاری ترانشه روباز و تکنولوژی حفاری بدون ترانشه اشاره نموده‌اند [21]

شمس الدین سعید[17] و همکاران، یونگ و سینها[18]، در مقاله‌هایی به دسته‌بندی و بررسی هزینه‌های مستقیم، غیرمستقیم (اجتماعی) پروژه‌ها پرداختند. آنها روش حفاری بدون ترانشه را از روش حفاری ترانشه باز موثرتر و کارآمدتر دانسته‌اند [22, 23]. هی[19] در مطالعه‌ای به مقایسه فناوری حفاری بدون ترانشه در مقابل روش سنتی حفاری روباز برای جایگزینی خطوط لوله آشامیدنی فرسوده پرداخت. وی بیان کرد روش‌های حفاری رو باز در مناطق شهری با ترافیک بالا بسیار دشوار و پرهزینه است و بدین منظور استفاده از پیشرفت‌های اخیر در فن‌آوری حفاری بدون ترانشه را ضروری دانست. این پژوهش عنوان نمود که هزینه غیر مستقیم باید بخشی از هزینه کل یک پروژه باشد [24]. مک کیم[20] در پژوهشی عنوان نمود، استفاده از روش‌های حفاری بدون ترانشه در صنعت ساخت به دلیل افزایش میزان تاسیسات زیرزمینی رو به افزایش است تا بتواند مشکلات را اقتصادی‌تر و موثرتر برطرف کند [25]

عوامل محیطی: ترناتزکی و فلیشر[21] عوامل محیطی را اینگونه تعریف کرده‌اند، محیطی که در آن سازمان با صنعت،

8 Salah
9 Najafi
10 Jannadi
11 Woodroffe and Ariaratnam
12 Ma and Najafi
13 Zaneldin

14 Brady
15 Matthews
16 Xueqing
17 Shams Al-din Saied
18 Jung and Sinha
19 Hay
20 McKim
21 Tornatzky and Fleischer

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

رقبا، دولت و مشتریان خود در ارتباط است و هریک از آنها با توجه به حوزهٔ تأثیرگذاری که دارند روی تصمیمات و سیاست‌های تجاری شرکت اثرگذار هستند [4]. برخی تحقیقات در این زمینه عبارتند از: ماتیوس و آلوچه[۲۲] در تحقیقی عنوان نمودند که افزایش تقاضا برای نصب تجهیزات جدید زیرزمینی در مناطق شهری پرتردد (تجاری و مسکونی) و حساسیت نسبت به مشکلات زیست محیطی، مسوولان و پژوهشگران را برای حل این مشکلات گرد هم آورد و پس از تحقیقات فراوان به تکنولوژی حفاری بدون ترانشه دست یافتند [26]. همچنین در مطالعات زیست محیطی در ایرلند، که توسط تیم تحقیقاتی برای عبور لوله گاز به روش حفاری بدون ترانشه از رودخانه انجام شد. در این ارزیابی به بررسی آثار مختلف زیست محیطی پرداخته و نتایج این ارزیابی زیست محیطی مثبت برآورد شده است [27]. شمس‌الدین سعید و همکاران[۲۳] و هی[۲۴] در مطالعاتی عنوان نمودند که روش‌های حفاری بدون ترانشه دارای کمترین آلودگی زیست محیطی و صوتی است و اختلال کمتری با محیط پیرامونی افراد دارد [22, 24].

بهره‌وری پروژه: بهره‌وری را به شکل تقسیم خروجی‌های یک فرآیند تولیدی بر ورودی‌های آن تعریف می‌نماییم. بهره‌وری یک عملیات ساخت و ساز نیز نشان دهنده عملکرد صنعت ساخت می‌باشد و باتوجه به خروجی سیستم در واحد زمان سنجیده می‌شود [28].

سازمانی: عوامل سازمانی در مورد ویژگی‌ها و مشخصه‌های سازمانی بحث می‌نماید، ویژگی‌های مشترک و اصلی سازمان شامل اندازه، درجه تمرکز، رسمی بودن، پیچیدگی‌های ساختار مدیریتی، کیفیت و دانش سازمانی پرسنل و میزان در دسترس بودن منابع داخلی و خارجی است [4, 29].

مدیریت اجرایی: در تحقیقات پذیرش فناوری، ویژگی‌ها و مشخصات مدیر اجرایی به عنوان یکی از عوامل مدیریتی تاثیرگذار بر فرایند پذیرش فناوری شناخته شده است. به طور کلی، مدیر عالی اجرایی تصمیم نهایی را برای پذیرش فناوری مبتنی بر نیازهای داخلی سازمان یا تغییرات محیطی اخذ می‌کند [30].

فردی: این عوامل مشخصه‌های مرتبط با پذیرش کاربران است. تحقیقات انجام شده مولفه‌های قابل توجهی را در این رابطه مورد استفاده قرار داده‌اند [31]

دموگرافیک: عوامل جمعیت شناختی یا عوامل دموگرافیک عواملی مربوط به ویژگی‌های فردی مانند جنسیت، سن، سطح تحصیلات و غیره هستند [32, 33].

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته و مرور و مقایسه مطالعات پیشین، مشهود است که تحقیقات انجام گرفته برای روش‌های حفاری به صورت تک بعدی و با عوامل بسیار محدود مورد بررسی قرار گرفته و تاکنون پژوهش جامع و قابل توجهی در مورد این موضوع شامل شناسایی و رتبه‌بندی عوامل با توجه به ابعاد مختلف صورت نگرفته است. این موضوع ضرورت انجام این تحقیق را آشکار می‌سازد.

بر این اساس در این پژوهش سعی شد تا ابتدا عوامل موثر بر پذیرش و به کارگیری روش‌های حفاری به صورت جامع و همه جانبه نگر شناسایی و دسته بندی شود. سپس رتبه‌بندی عوامل اصلی و فرعی بر اساس این عوامل انجام پذیرفت و عوامل مهم به صورت اولویت دار مورد بحث و تحلیل قرار گیرد. لازم به ذکر است بر اساس مطالعات و ادبیات موضوع، عوامل امکان سنجی می‌تواند پذیرش و به کارگیری تکنولوژی را تحت تاثیر قراردهد. به عنوان نمونه آیتم هزینه به عنوان یک عامل تاثیرگذار در امکان‌سنجی بکارگیری تکنولوژی، از مهمترین عواملی است که تصمیم‌گیری برای پذیرش تکنولوژی را در سازمان تحت تاثیر قرار می‌دهد [34, 35].

در شکل ۱. عوامل اصلی و فرعی موثر بر انتخاب و بکارگیری روش حفاری نمایش داده شده است. در جدول (۱) نیز به معرفی این عوامل پرداخته شده است.

22 Matthews and Allouche
23 Shams Al-din Saied
24 Hay

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

شکل ۱. عوامل اصلی و شاخص های موثر بر پذیرش و بکارگیری تکنولوژی حفاری بدون ترانشه

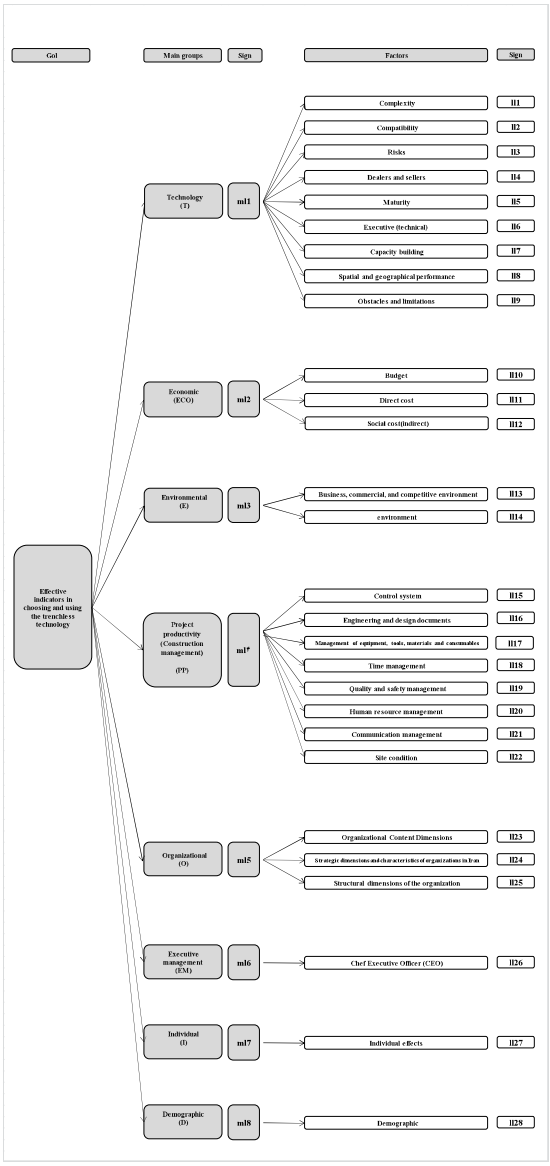

Fig. 1. Introduction of main factors and effective indicators in choosing and using the trenchless technology

روش پژوهش

برای شناسایی عوامل اصلی و معیارهای فرعی، به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات و مستندات پیشین در حیطه عوامل موثر بر انتخاب روش‌های حفاری و همچنین مصاحبه با سه نفر از خبرگان پرسشنامه‌ای با ۱۷۹ سئوال برمبنای طیف لیکرت (۹ تایی) طراحی شد. گرفتن نمره بالا در این مقیاس نشانه تأثیر بالای آن عامل بر بکارگیری فناوری حفاری بدون ترانشه است. سپس با استفاده از پرسشنامه، از ۹ نفر از خبرگان نظر خواهی شد و با استفاده از آزمون آماری t-test، عواملی که تأثیر کمتری در بکارگیری روش‌های حفاری داشتند ($t<1.84$) حذف شد. این پرسشنامه برمبنای سنجش ۸ گروه اصلی، ۲۸ معیار فرعی دسته‌بندی و مشخص شده است. در این تحقیق مقدار آلفای کرونباخ ۰/۹۲۵ به دست آمد. بنابراین به دلیل اینکه آلفای کرونباخ از ۰/۷ بیشتر است، تایید می‌شود. روایی پرسشنامه با نظر خواهی از خبرگان و اساتید مورد تأیید قرار گرفته است.

سپس بر اساس فرمول تعیین حجم نمونه (کوکران) با ضریب خطای ۰/۰۵ و ضریب اطمینان ۰/۹۵، نمونه ۸۷ نفری به طور تصادفی انتخاب و پرسشنامه‌ها بین آنها توزیع شد. با پیگیری‌های فراوان از این تعداد ٦٨ پرسشنامه جمع‌آوری و در نهایت این تعداد پرسشنامه مورد بررسی و تحلیل نهایی قرار گرفته است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور بررسی هدف تحقیق و رتبه‌بندی عوامل موثر بر پذیرش حفاری بدون ترانشه در ایران، از بررسی ٦٨ پرسشنامه نتایج جمعیت شناختی ارایه شده است. افراد مصاحبه شونده از حیث سطح تحصیلات دارای سه سطح دکتری، کارشناسی ارشد و کارشناسی، از حیث سابقه خدمت دارای دو سطح کمتر از ۱۰ سال و بیشتر از ۱۰ سال خدمت هستند. همچنین این افراد از حیث داشتن یا نداشتن تجربه کار اجرایی مرتبط با حفاری بدون ترانشه نیز به دو گروه مختلف بدون سابقه و با سابقه تقسیم شده‌اند. که در جدول شماره (۲) توزیع فراوانی داده‌ها از حیث این متغیرها با توجه به پرسشنامه جمع‌آوری شده ارائه شده است. برای تحلیل داده‌ها در ابتدا و قبل از انجام هر آزمون آماری، اطلاع از نرمال بودن داده‌های تحقیق، باید مورد توجه قرار گیرد. ابتدا آزمون کولوموگروف–اسمیرنوف توسط نرم‌افزار spss20 بکار گرفته شد تا از نرمال بودن توزیع داده‌های پژوهش اطمینان حاصل شود. نتیجه این آزمون نشان می‌دهد که سطح معناداری کلیه عوامل به جز بهره‌وری پروژه

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]
[DOI: A-10-54948-2]

(مدیریت ساخت)، اجرایی (تکنیکال)، موانع و محدودیت‌ها، ابعاد راهبردی و ویژگی سازمان‌ها در ایران کوچکتر از ۰/۰۵ است. پس ادعای نرمال بودن آنها پذیرفته نمی‌شود و در نتیجه فرض نرمال بودن این داده‌ها رد می‌شود. در جدول (۳) نتیجه آزمون کولوموگروف –اسمیرنوف نمایش داده شده است.

برای آزمون، وجود اختلاف نظر در میزان اهمیت عوامل موثر بر بکارگیری تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در بین گروه‌های مختلف مصاحبه شونده، از نظر سطح تحصیلات، سابقه خدمت و تجربه داشتن کار اجرایی مرتبط با روش‌های حفاری بدون ترانشه ضروری است.

با توجه به نتایج جدول (۳) نتیجه گرفته شد که برای مقایسه میانگین دو گروه در جوامع غیر نرمال، به نتایج تحلیل واریانس و آزمون تی t نمی‌توان اتکا کرد. (زیرا فرض نرمال بودن یکی از پیش نیازهای انجام آنالیز واریانس است).

برای نرمال‌سازی داده‌ها ابتدا از تبدیل لگاریتمی و سپس از تبدیل باکس –کاکس استفاده شد. اما هیچ یک منجر به نرمال سازی داده‌های باقیمانده نشد. پس اقدام به بکارگیری و تجزیه تحلیل داده‌های نرمال و غیرنرمال با استفاده از آزمون‌های مناسب شد.

جدول ۱. معرفی عوامل اصلی و شاخص های موثر بر انتخاب و بکارگیری روش‌های حفاری بدون ترانشه

Main Groups	Sign	References	Factors	Sign
Technology	ml1	(36), (4), (37), (38), (39), (40), (41), (42), (43), (44)	Complexity	ll1
			Compatibility	ll2
			Risks	ll3
			Dealers and sellers	ll4
			Maturity	ll5
			Executive (technical)	ll6
			Capacity building	ll7
			Spatial and geographical performance	ll8
			Obstacles and limitations	ll9
Economic	ml2	(6), (3), (45), (46), (47), (41), (42), (11), (48)	Budget	ll10
			Direct costs	ll11
			Social costs (indirect)	ll12
Environmental	ml3	(4), (49), (50), (51), (47), (41), (42)	Business, commercial, and competitive environments	ll13
			Environment	ll14
Project productivity (Construction management)	ml4	(52), (53), (54), (55), (56), (44), (57), (58), (59)	Control system	ll15
			Engineering and design documents	ll16
			Management of equipment, tools, materials, and consumables	ll17
			Time management	ll18
			Quality and safety management	ll19
			Human resource management	ll20
			Communication management	ll21
			Site condition	ll22
Organizational	ml5	(4), (60), (61), (29), (62), (63), (64), (65), (65), (66), (42), (41), (43), (44), (31)	Organizational content dimensions	ll23
			Strategic dimensions and characteristics of organizations	ll24
			Structural dimensions of the organization	ll25
Executive management	ml6	(67), (30), (31)	Chef Executive Officer (CEO)	ll26
Individual	ml7	(68), (32), (42), (41), (33), (44), (69), (70), (71), (72)	Individual effects	ll27
Demographic	ml8	(32), (33), (69), (70), (71)	Demographic	ll28

Table. 1. Introduction of main factors and effective indicators in choosing and using the trenchless technology

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

جدول ۲. توزیع فراوانی داده‌ها از حیث متغیرهای سطح تحصیلات، سابقه خدمت و تجربه کار اجرایی مرتبط با حفاری بدون ترانشه

Variables		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Education	phd	14	20.6	20.6	20.6
	master	31	45.6	45.6	66.2
	bachelor	23	33.8	33.8	100.0
	Total	68	100.0	100.0	
Practice	<10	26	38.2	38.2	38.2
	>10	42	61.8	61.8	100.0
	Total	68	100.0	100.0	
Executive	no practice	52	76.5	76.5	76.5
	have practice	16	23.5	23.5	100.0
	Total	68	100.0	100.0	

Table. 2. Frequency distribution of data in terms of education level, service experience, and executive experiences related to trenchless technology

برای اینکه مشخص شود که سابقه خدمت مصاحبه شوندگان و همچنین تجربه اجرایی مرتبط با فناوری حفاری بدون ترانشه بر میانگین کسب شده برای عوامل با داده‌های نرمال بهره‌وری پروژه (مدیریت ساخت)، اجرایی (تکنیکال، موانع و محدودیت‌ها، راهبردی و ویژگی سازمان‌ها در ایران تاثیرگذار می‌باشد یا نه؟ از آزمون تی مستقل دو نمونه‌ایی (independent sample test) استفاده شد. سپس از آزمون ANOVA برای تایید آن استفاده، و بر طبق این آزمون‌ها، با توجه به اینکه سطح معناداری همواره بیشتر از ۰/۰۵ است، این نتیجه حاصل می‌شود که سابقه خدمت و همچنین تجربه کار اجرایی مرتبط با حفاری بدون ترانشه مصاحبه شوندگان بر عوامل ذکر شده بی‌تاثیر است.

برای تعیین اینکه آیا سابقه خدمت مصاحبه شوندگان و تجربه اجرایی مرتبط با فناوری حفاری بدون ترانشه بر میانگین کسب شده برای عوامل باقیمانده غیرنرمال (۷ گانه و ۲۵ گانه) تاثیرگذار است یا نه؟ از آزمون من ویتنی استفاده شد. بر طبق نتایج، با توجه به اینکه سطح معناداری همواره بیشتر از ۰/۰۵ بوده است، این نتیجه حاصل شد که سابقه خدمت مصاحبه شوندگان، فقط بر میانگین رتبه کسب شده عوامل شرایط کارگاهی موثر بوده است . به عبارت دیگر از این لحاظ بین میانگین رتبه کسب شده برای عوامل دیگر تفاوت معناداری وجود ندارد.

همچنین نتایج نشان می دهد که تجربه اجرایی مرتبط با حفاری بدون ترانشه مصاحبه شوندگان، بر میانگین رتبه کسب شده عوامل محیط کسب و کار تجاری و رقابتی و شرایط کارگاهی موثر بوده است.

جدول ۳. آزمون کلوموگروف اسمیرنف جهت بررسی نرمال بودن داده ها در گروههای اصلی و فرعی

	N	Normal Parameters[a,b]		Asymp. Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	
ml1	68	7.1074	0.43031	.004[c]
ml2	68	7.0000	0.57795	.032[c]
ml3	68	7.2059	0.59523	.007[c]
ml4	68	6.8456	0.55353	.092[c]
ml5	68	6.8191	0.54342	.047[c]
ml6	68	7.3015	0.83906	.003[c]
ml7	68	6.7176	0.58563	.016[c]
ml8	68	7.1324	0.90742	.000[c]
ll1	68	7.0971	0.75448	.004[c]
ll2	68	7.0074	1.12546	.000[c]
ll3	68	7.7941	1.14029	.000[c]
ll4	68	7.0985	0.66680	.002[c]
ll5	68	6.9412	0.98318	.000[c]
ll6	68	7.1132	0.56803	.092[c]
ll7	68	6.7838	0.79562	.011[c]
ll8	68	7.3338	0.80235	.021[c]
ll9	68	6.8603	0.53619	.200[c,d]
ll10	68	7.3088	1.00369	.007[c]
ll11	68	7.2029	0.62914	.003[c]
ll12	68	6.4853	0.98788	.010[c]
ll13	68	6.9191	0.75770	.007[c]
ll14	68	7.4765	0.66649	.000[c]
ll15	68	7.8735	0.70660	.000[c]
ll16	68	6.7176	0.76762	.012[c]
ll17	68	6.6559	0.91869	.000[c]
ll18	68	7.1265	0.94547	.039[c]
ll19	68	6.7250	1.37964	.012[c]
ll20	68	6.3382	2.28303	.000[c]
ll21	68	6.6162	0.92068	.000[c]
ll22	68	6.6897	0.70861	.016[c]
ll23	68	6.9779	0.57972	.011[c]
ll24	68	6.6662	0.62189	.059[c]
ll25	68	6.8368	1.02388	.003[c]
ll26	68	7.3015	0.83906	.003[c]
ll27	68	6.7176	0.58563	.016[c]
ll28	68	7.1324	0.90742	.000[c]

Table. 3. Kolomogorov-Smirnov test for checking data normality of data in the main and sub-groups

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

به عبارت دیگر از دیدگاه مصاحبه شوندگان از این حیث، بین میانگین رتبه کسب شده برای عوامل ذکر شده دیگر تفاوت معناداری وجود ندارد.

همچنین برای مقایسه میانگین سه گروه مصاحبه شونده که دارای مقطع تحصیلات متفاوت شامل کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای تخصصی هستند، با توجه به نرمال نبودن داده‌ها و اینکه تعداد گروه‌ها بیشتر از دو گروه است، از آزمون کروسکال – والیس استفاده شد.

در ارتباط با تاثیر یا عدم تاثیر سطح تحصیلات بر عوامل موثر بر بکارگیری فن‌آوری حفاری بدون ترانشه، با توجه به نتایج حاصل از آزمون کروسکال والیس مشخص است که سطح تحصیلات با توجه به سطح معناداری عوامل که همه بیشتر از ۰/۰۵ بوده است، بر آن بی‌تاثیر است (با سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵).

برای تعیین رتبه نهایی هر یک از عوامل موثر بر بکارگیری فناوری حفاری بدون ترانشه و اینکه در نهایت کدام عامل‌ها بیشترین اهمیت را در بکارگیری حفاری بدون ترانشه در ایران خواهند داشت، ابتدا آزمون فریدمن برای سه گروه ۸ گانه اصلی، ۲۸ گانه معیارهای فرعی بکار گرفته شده و نتایج آن به ترتیب در جدول (٤) ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل از جدول (٤) که مربوط به آزمون فریدمن برای دو گروه از عوامل ذکر شده است، همان‌گونه که مشخص است سطح معناداری آزمون صفر حاصل شده است که از ضریب خطای ۰/۰۵ کمتر است.

جدول ٤. آزمون رتبه‌بندی فریدمن برای عوامل اصلی، معیارها و زیرمعیارها

	Main groups	Criteria
Chi-Square	68.310	310.019
df	7	27
Asymp. Sig.	0.000	0.000

Table. 4. Friedman ranking test for the main factors, criteria, and sub-criteria

پس می‌توان فرض صفر که مبتنی بر یکسان بودن تاثیر عوامل موثر بربکارگیری حفاری بدون ترانشه در ایران است را به صراحت رد کرد. پس چنین نتیجه گرفته شد که تاثیر عوامل مطرح شده بر بکارگیری حفاری بدون ترانشه در ایران متفاوت است. رتبه نهایی هر یک از عوامل و شاخص‌های موثر بر بکارگیری حفاری بدون ترانشه در جدول (۵) آورده شده است.

بحث

با توجه به جدول (۵) در میان عوامل موثر بر بکارگیری فناوری حفاری بدون ترانشه در ایران، عامل مدیریت اجرایی با میانگین نمره ٥/٦٥ دارای بیشترین اهمیت است و پس از آن عامل محیطی با میانگین نمره ٥/٤ در رتبه دوم اهمیت قرار گرفته است. همچنین عوامل دموگرافیک با میانگین نمره ٥/٠٨ و تکنولوژی با میانگین رتبه ٤/٩٣ با اختلاف ناچیزی نسبت به هم رتبه‌های سوم و چهارم را به خود اختصاص داده‌اند. مشخصه‌های اقتصادی با میانگین نمره ٤/٤٦، بهره‌وری اهمیت بوده است. در گروه محیطی، معیار محیط زیست دارای اهمیت بیشتر و محیط کسب و کار، تجاری و رقابتی دارای کمترین اهمیت است. در گروه بهره‌وری پروژه‌ای (مدیریت‌ساخت)، معیار دستگاه نظارت دارای رتبه برتر و مدیریت ارتباطات پایین‌ترین رتبه را به خود اختصاص داده است. در گروه سازمانی، معیار ابعاد محتوایی سازمان دارای اهمیت بیشتر و ابعاد راهبردی و ویژگی‌های سازمان‌ها در ایران کمترین اهمیت را دارند. پروژه (مدیریت‌ساخت) با میانگین نمره ۳/۷۹، سازمانی با میانگین ۳/٥٤ و فردی با میانگین ۳/١٤ به ترتیب رتبه‌های پنجم تا هشتم را بدست آوردند.

با توجه به نتایج جدول (۵)، رتبه‌بندی نهایی معیارهای فرعی موثر بر بکارگیری فناوری حفاری بدون ترانشه در ایران مشخص شده است. در بین شاخص‌های فوق، معیار دستگاه نظارت با میانگین نمره ۲۲/۵۷، ریسک ها با میانگین نمره ۲۲/۱۵، محیط زیست با میانگین نمره ۱۹/۲۷، بودجه با میانگین نمره ۱۸/۱۳، مدیر عالی اجرایی با میانگین ۱۷/۱۷، عملکرد مکانی و جغرافیایی با میانگین نمره ۱۷/٤۰ و هزینه‌های مستقیم با میانگین نمره ١٦/٢٢ ، رتبه‌های اول تا هفتم را از دیدگاه مصاحبه شوندگان به خود اختصاص داده‌اند. همچنین معیار اسناد مهندسی و طراحی با میانگین نمره ۱۱/۵۱، مدیریت تجهیزات ابزار، مصالح و اقلام مصرفی با میانگین ۱۱/۳۲،

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

شرایط کارگاهی با میانگین نمره ۱۰/۷۹، تاثیر فردی با میانگین نمره ۱۰/۶۲، مدیریت ارتباطات با میانگین ۱۰/۵۷، ابعاد راهبردی و ویژگی سازمانها در ایران با میانگین نمره ۱۰/۳۴ و هزینه‌های اجتماعی (غیر مستقیم) با میانگین نمره ۱۰/۰۱ در پایین جدول، به ترتیب رتبه ۲۲ تا ۲۸ را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج جدول (۵) بیانگر آن است که: در گروه تکنولوژی، معیار ریسک‌ها دارای اهمیت بیشتر و ظرفیت‌سازی دارای کمترین اهمیت است. در گروه اقتصادی، معیار بودجه دارای اهمیت بیشتر و هزینه‌های اجتماعی (غیر مستقیم) دارای کمترین.

عوامل تکنولوژی: در تحلیل عوامل تکنولوژیکی می‌توان اظهار نمود که در ایران، مدیران شرکت‌ها می‌توانند با پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه و کسب مزیت نسبی و استفاده از ویژگی‌های آن، توان رقابتی خود را افزایش داده و حضور خود را در بازارهای داخلی و جهانی را توسعه دهند. در ارتباط با مسئله پیچیدگی و تکنولوژی حفاری بدون ترانشه، می‌توان گفت که مجریان، مسئولان سازمانی و پیمانکاران داخلی هنوز به این تکنولوژی اعتماد کامل نداشته و بر این باورند که باید مدت زمان زیادی برای پیاده‌سازی استانداردها و پروتکل‌های داخلی آن و هماهنگی آنها با استانداردهای ایران لحاظ شود.

از سوی دیگر این باور حاکم می باشد که آموزش و کسب دانش و مهارت و توسعه این تکنولوژی در کشور نیز از فرآیندی پیچیده برخوردار است. جدول ۵. وزن نهایی و رتبه بندی شاخص ها و معیارهای موثر بر پذیرش و بکارگیری حفاری بدون ترانشه در ایران

Main groups	Sign	weight	ranking	Criteria	Sign	weight	ranking
Technology	**ml1**	4.93	**4**	Complexity	ll1	15.02	13
				Compatibility	ll2	15.24	11
				Risks	ll3	22.15	2
				Dealers and sellers	ll4	15.04	12
				Maturity	ll5	14.24	14
				Executive (technical)	ll6	15.29	10
				Capacity building	ll7	12.09	21
				Spatial and geographical performance	ll8	17.4	6
				Obstacles and limitations	ll9	12.28	20
Economic	**ml2**	4.46	**5**	Budget	ll10	18.13	4
				Direct cost	ll11	16.22	7
				Social cost(indirect)	ll12	10.01	28
Environmental	**ml3**	5.4	**2**	Business, commercial and competitive environment	ll13	13.51	16
				Environment	ll14	19.27	3
Project productivity Construction) (Management	**ml4**	3.79	**6**	Control system	ll15	22.57	1
				Engineering and design documents	ll16	11.51	22
				Management of equipment, tools, materials and consumables	ll17	11.32	23
				Time management	ll18	15.65	9
				Quality and safety management	ll19	13.26	17
				Human resource management	ll20	13.04	19
				Communication management	ll21	10.57	26
				Site condition	ll22	10.79	24
Organizational	**ml5**	3.54	**7**	Organizational Content Dimensions	ll23	13.78	15
				Strategic dimensions and characteristics of organizations	ll24	10.34	27
				Structural dimensions of the organization	ll25	13.11	18
Executive management	**ml6**	5.65	**1**	Chef Executive Officer (CEO)	ll26	17.71	5
Individual	ml7	3.14	8	Individual effects	ll27	10.62	25
Demographic	ml8	5.08	3	Demographic	ll28	15.86	8

Table . 5. Final weight and ranking of indicators and criteria affecting the acceptance and application of trenchless technology in Iran

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

یکی از عواملی که می‌تواند از پیچیدگی این فناوری در ایران کم کند وضوح بیشتر در روند توافقات و قراردادهای استفاده و بهره‌برداری تجهیزات و تکنولوژی است. این عامل می‌تواند به درک سهولت در پیاده‌سازی پروژه منجر شود. پس مدیران سازمان‌ها و شرکت‌های مشاور و پیمانکار داخلی می‌توانند با افزایش سطح آگاهی، اقدامات لازم را انجام داده تا این فناوری اینگونه پیچیده درک نشود. رابطه مثبت بین سازگاری و پذیرش تکنولوژی بیان‌کننده آن است که مدیران مرتبط با سازمان‌های متولی توسعه زیر ساخت‌های کشور اعتقاد زیادی به سازگاری فناوری حفاری بدون ترانشه با ارزش‌ها و فرهنگ‌های سازمانی، زیر ساخت‌های موجود، تطبیق‌پذیری با شرایط موجود در پروژه‌های ایران، تجربیات فعلی و گذشته، ندارند. البته به تازگی گرایش ضعیفی در بین مدیران برای استفاده از این تکنولوژی به منظور به روز نشان دادن عملکرد دستگاهی دیده می‌شود. یکی از دلایل عدم گرایش به این تکنولوژی، عدم وجود یا تعداد اندک نتایج ملموس اجرایی حاصل شده از استفاده از این تکنولوژی در کشور و شاید اجرای نادرست طرح یا عدم تشخیص روش حفاری مناسب است. این عامل ممکن است باعث بی اعتمادی و نگرانی برای اجرای پروژه‌ها با تکنولوژی‌های جدید شود. بیشترین دغدغه فعلی در زمینه چگونگی اجرای طرح‌هاست. زیرا اجرای نادرست و در نتیجه نارضایتی مسئولین طرح‌ها، برای همیشه آنها را نسبت به تکنولوژی حفاری بدون ترانشه بدبین خواهد نمود. پس تصمیم آینده آنها به شدت متاثر از نتیجه پیاده‌سازی طرح‌های فعلی است. بر اساس ارزیابی روش‌های موجود و در نظر گرفتن پارامترهایی مانند ریسک‌های تکنولوژیکی، همچنین پشتیبانی فنی از تجهیزات و چگونگی ارائه خدمات پس از فروش آنها، باید شرکت‌هایی برای اجرای طرح‌های زیر ساخت و زیر سطحی با روش‌های حفاری بدون ترانشه در ایران انتخاب شوند که توانایی اجرای صحیح و با دقت این طرح‌ها و ایجاد رزومه موفق در این زمینه را داشته باشند. توجه به این موضوع باعث می‌شود که از یک سو شرکت‌های بیشتری نسبت به تجهیز خود به ماشین آلات حفاری بدون ترانشه اقدام نمایند و از سوی دیگر نیاز به رزومه قوی و تخصصی در اجرای پروژه های قبلی مرتفع شود و در نتیجه یکی از موانع بکارگیری آن برطرف شود. از نظر کارشناسان و خبرگان، اجرای درست طرح‌ها و همچنین مستند سازی تکنولوژی و ارائه اسناد آن می‌تواند مسئولین را به استفاده از فناوری حفاری بدون ترانشه به عنوان یک تکنولوژی با سطح کمال یافتگی بسیار زیاد و همچنین با سطح کنترلی تجهیزات و هوشمندی برای راهبری عملیات اجرایی در پروژه های ایران تشویق نماید.

در مورد مشخصه‌های اجرایی (تکنیکال) و فناوری حفاری بدون ترانشه می‌توان این مشخصه‌ها را به عنوان مزیت نسبی نسبت به روش ترانشه روباز قلمداد نمود. این مشخصه‌های تکنیکال با افزایش سرعت پیاده‌سازی عملیات ساخت، کاهش نشست‌ها و تغییر مکان‌های افقی زمین، نیاز به میزان حفاری کم و در نتیجه عدم استفاده از ماشین آلات سنگین حفاری، عدم کاهش ارزش سطح راه‌ها، عملکرد مکانی و جغرافیایی این تکنولوژی و عدم مواجهه متعدد با شبکه‌هایی از قبیل قنوات و تاسیسات قدیمی به ایجاد پتانسیل منافع وابسته به اتخاذ این تکنولوژی و بهبود رضایتمندی وابسته به حوزه پروژه منجر خواهد شد. همچنین با توجه کردن به مشخصه‌های اجرایی(تکنیکال) به عنوان ظرفیت و مزیت استفاده از تکنولوژی و محدودیت‌های تکنولوژیکی به عنوان موانع استفاده از آن، می‌توان کاربردهای جدید برای استفاده از آن را توسعه و قابلیت ارتقا آن را برای آینده فراهم نمود.

عوامل اقتصادی: مشخصه‌های اقتصادی یکی از عواملی است که تصمیم‌گیری برای پذیرش یک تکنولوژی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. طبق نظر ترناتزکی و کلاین[25] چنانچه هزینه مربوط به یک تکنولوژی جدید پایین باشد، پذیرش آن توسط سازمان راحتتر صورت خواهد گرفت [34]. با توجه به رابطه منفی بین میان هزینه و پذیرش فناوری تکنولوژی حفاری بدون ترانشه می‌توان اظهار نمود که شرکت‌ها و سازمان‌های مرتبط در کشور، این تصور را دارند که منافع درک شده از پذیرش این فناوری به مراتب کمتر از هزینه‌هایی خواهد بود که بر آنان تحمیل شده است [34]. با توجه به متداول بودن استفاده از روش‌های حفاری ترانشه باز در ایران و استفاده کمتر از حفاری

25 Tornatzky and Klein

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

بدون ترانشه، مطالعات مقایسه‌ای در خصوص قیمت این دو روش می‌تواند به پذیرش حفاری بدون ترانشه کمک نماید [73].

در پروژه‌های لوله‌گذاری، هزینه اجرای پروژه به شرایط کار بستگی دارد. پس مقایسه هزینه‌ها باید به صورت موردی صورت پذیرد. به عنوان نمونه لی[26] با محاسبه هزینه‌های تخریب و جایگذاری لوله به روش متلاشی کردن لوله قبلی (pipe –bursting) در محوطه دانشگاهی میشیگان در ایالات متحده آمریکا نشان داد که در هر متر طول، میزان افزایش هزینه اجرای لوله به روش بردن ترانشه در مقایسه با روش ترانشه باز کاهش می‌یابد [73].

هزینه تمام شده در پروژه‌های خطوط لوله شامل هزینه‌های مستقیم، هزینه‌های غیر مستقیم و اجتماعی است. هزینه‌های مستقیم معمولا شامل هزینه‌های طراحی و هزینه‌ها در زمان اجرای پروژه می‌باشد. هزینه‌های غیر مستقیم شامل هزینه‌های که شامل طراحی و اجرایی نیستند ولی برای هر پروژه‌ای ضروری است [74]. هزینه‌های اجتماعی شامل آسیب به جاده، تجهیزات مدفون، سازمان‌های مجاور ،آلودگی هوا، برهم‌خوردگی نظم ترافیک منطقه، از دست دادن فرصت‌های تجاری و آثار زیست محیطی و غیره خواهد بود [75].

وجه تمایز پروژه‌های حفاری روباز، چندین برابر بودن هزینه‌های بالاسری و هزینه‌های اجتماعی نسبت به پروژه‌های حفاری بدون ترانشه است. در روش حفاری بدون ترانشه هزینه‌های اجتماعی می‌تواند بین ۳ تا ۱۰ درصد از هزینه کل پروژه باشد [76]. نتایج مطالعه ماتیوس[27] و همکاران نشان داد که از نظر هزینه اجتماعی، گزینه حفاری بدون ترانشه در مقایسه با حفاری ترانشه باز به ویژه اگر حفاری بدون ترانشه در مناطق با تراکم بالا انجام شود مزایای بیشتری دارد [20]. هزینه‌های غیر مستقیم و اجتماعی پروژه، جزء فاکتورهای تاثیرگذار در انتخاب نوع روش حفاری می‌باشد [77]. همچنین با استفاده از تکنولوژی حفاری بدون ترانشه، در اجرا و نگهداری تاسیسات زیربنایی و زیرزمینی و همچنین سازه‌های وابسته به آنها در کشور و به خصوص در کلان شهرها، می‌توان اطمینان‌پذیری، زمان ساخت و راه اندازی، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اجرا و هزینه‌های اجتماعی را بهبود بخشید [6, 24].

با توجه به موضوعات مطرح شده، باید عنوان کرد که هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و اجتماعی پروژه جزء لاینفک پروژهای حفاری روباز است. با توجه به این موضوع می‌توان گفت که یکی از عوامل موثر در عدم پذیرش تکونولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران، عدم توجه جدی به هزینه‌های اجتماعی از قبیل آلودگی‌های صوتی، هوا، آثار زیست محیطی، ترافیک، اتلاف زمان، افزایش هزینه سفر و عدم محاسبه دقیق آنها است. این هزینه‌ها به راحتی می‌تواند روی انتخاب روش حفاری تاثیرگذار باشد و توجیه پذیری بازگشت سرمایه را با در نظر گرفتن نیاز به سرمایه و توان مالی نسبتا بالا برای خرید تجهیزات فراهم کند.

عوامل محیطی: براساس بررسی عوامل محیط کسب و کار، تجاری و رقابتی، فشار رقابتی و همچنین نیاز به کسب مزیت رقابتی و باقی ماندن در عرصه رقابت می‌توانند عواملی باشند تا مدیران شرکت‌ها، زیر ساخت‌های لازم برای پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه را در سازمان خود بررسی نموده و در راه استفاده از آن گام بردارند. از نظر مصاحبه شوندگان و کارشناسان، تعداد شرکت‌های با صلاحیت ایرانی برای شرکت در مناقصات بین‌المللی، نشان دهنده گرایش ضعیف شرکت‌های ایرانی برای ایجاد مزیت‌های رقابتی و همگام شدن با شرکت‌های معتبر جهانی و ایجاد دامنه بازار گسترده است. این عامل باعث عدم تمایل برای استفاده از روش‌های نوین و به صورت موردی تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در پروژه‌ها شده است.

ذکر این نکته ضروری است که بروز مشکلات جدی برای ادامه فعالیت، که ناشی از استهلاک شدید تجهیزات و صدمات به آنها به دلیل ناهمگن بودن بافت زمین در تراز اجرای عملیات لوله رانی، وابسته بودن تامین قطعات و عملیات مربوط به فناوری خارج از کشور و عدم توجه به اثر بومی‌سازی این تکنولوژی بر گستره کارآفرینی و صنعت ساخت کشور، نوسانات قیمت ارز و کاهش ارزش پول در ایران، مشکلات

26 Lee
27 Matthews

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

واردات دستگاه‌های مورد نیاز برای بکارگیری در روش‌های حفاری بدون ترانشه به دلیل قوانین تحریم مالی وضع شده در کشورهای تولید کننده و ارائه دهنده خدمات پس از فروش این تجهیزات می‌باشد، سبب بالا رفتن هزینه‌های استفاده از تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران شده، که شرایط محیط کسب و کار را برای این شرکتها پیچیده و غیرقابل رقابت نموده است. اجبار شریک تجاری به سطح میزان فشارهایی که از سوی رقبا، شرکای تجاری و دولت بر شرکت وارد می‌شود اشاره داشته و به سطح شدت محیط رقابتی که شرکت در آن فعالیت می کند مربوط می‌شود. با توجه به وجود رابطه اجبار شریک تجاری و پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه می‌توان بیان کرد که باید شرکت‌های پیمانکار و ارائه دهنده خدمات حفاری زیر سطحی در ایران، از سوی مدیران بخش دولتی و نظارتی به راه اندازی این فناوری تشویق شوند.

در شرایط کنونی کشور با توجه به رابطه مثبت بین اطلاعات صحیح و به روز شده و پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه، می‌توان بیان نمود که در زنجیره فعالیت‌های عمرانی و پروژه‌های حفاری زیر سطحی ایران، درست بودن اطلاعات از نظر دقت و زمان بسیار حایز اهمیت است. قطعا اگر مدیران اطلاعات درست و دقیقی از وضعیت این تکنولوژی و روش‌های آن نداشته باشند، نمی‌توانند با استفاده از تدوین دستور العمل‌ها و سیاست گذاری‌ها، محیط قانونی مناسب را برای استفاده و بکارگیری آن فراهم نمایند.

در موضوع محیط زیست، امروزه ابزارهای متعددی برای پیش‌بینی و کاهش آثار طرح‌ها و پروژه‌ها وجود دارد [78] در این میان ارزیابی آثار زیست محیطی به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌ها برای ارزیابی و پیش‌بینی آثار طرح‌ها و پروژه‌ها روی اجزای زیست محیطی (فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی اقتصادی و فرهنگی)به شمار می‌رود [79]. یونگ و سینها[28]، چوف و کادام[29] در تحقیقاتی هزینه‌های مستقیم، محیط‌زیستی و اجتماعی را در روش حفاری ترانشه باز و بدون ترانشه مقایسه کردند. مطابق این تحقیقات در مناطق شهری تاثیر مثبت آثار زیست محیطی و اجتماعی حفاری بدون ترانشه بیشتر است [11, 23].

در پایان می‌توان گفت روش‌های مختلف در اجرای پروژه‌های زیر سطحی، تاثیر متفاوتی در محیط اطراف ایجاد می‌نمایند. پس باید با درنظر گرفتن تمامی راه‌ها نسبت به ارزیابی آنها اقدام نمود. توجه همزمان به محیط کسب و کار و محیط زیست و اهمیت دادن به آنها، می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای کمتر کردن آثار منفی در انتخاب روش‌های حفاری موثر واقع شود.

عوامل بهره‌وری پروژه (مدیریت ساخت): در تحلیل عوامل مربوط به بهره‌وری پروژه (مدیریت‌ساخت) می‌توان بیان نمود که عوامل موفقیت پروژه‌ها و انتقال فناوری‌های جدید به آنها، در حوزه‌های دانشی مدیریت پروژه و مدیریت ساخت جستجو می‌شود. این امر باعث می شود که نتایج بکارگیری این روش، کاملا کاربردی باشد و رویکرد اجرایی این پروژه‌ها را متمایز کند. وجود سیستم مدیریت پروژه، یکی از عوامل مهم و کلیدی در موفقیت پروژه‌های انتقال فناوری های جدید است. سیستم مدیریت پروژه و ساخت و حرکت به سوی توسعه و نوآوری تکنولوژی از طریق انتقال فناوری، ارتباط زیادی با هم دارند. تکنیک‌های مورد استفاده در مدیریت پروژه، ابزاری برای طرح‌ریزی مناسب در راستای پویا نگه داشتن و بهره‌ور نمودن مدیریت تکنولوژی و ساخت و انتقال فناوری حفاری بدون ترانشه است.

در سازمان‌ها و شرکت‌های پیمانکار و مشاور در ایران تنها به برخی از شاخص‌های مدیریت پروژه و مدیریت ساخت و همچنین بهره‌وری پروژه توجه کافی می‌شود. این سازمان‌ها و شرکت‌ها باید هنگام اجرای پروژه‌ها به همه عوامل به صورت هم‌زمان توجه نموده و از اجرای صحیح آن اطمینان حاصل نمایند. نظر به اینکه بعضی از عوامل نسبت به بقیه از اهمیت بالاتری برخوردار هستند، سازمان‌ها و شرکت‌ها باید در حین تخصیص زمان و منابع برای اجرای هر یک از آنها، اولویت‌بندی و میزان اهمیت آنها را مد نظر قرار دهند.

ایجاد سازمان‌های پروژه محور به عنوان یک ایده جدید می‌تواند به استقرار و انتقال تکنولوژی‌های نوین در پروژه‌ها

28 Jung and Sinha
29 Chothe and Kadam

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

کمک نماید. این سازمان‌ها را تیم محور نیز می‌نامند. آنها حول پروژه‌ها و تیم‌ها شکل می‌گیرند. سازمان پروژه محور بسیار فراتر از بکارگیری تیم‌ها در انجام پروژه‌ها است. لازمه این کار طراحی مجدد سازمان است. در واقع آنچه یک سازمان را به عنوان یک سازمان پروژه محور متمایز می‌کند، آن است که این سازمان‌ها خود را پروژه محور دانسته و سیاست‌ها و روش‌های انجام‌کار، فرهنگ سازمانی و استراتژی خود را به سمت عملکردهای مرتبط با مدیریت پروژه و و مدیریت ساخت سوق می‌دهند.

نتایج این تحقیق در بخش بهره‌وری پروژه (مدیریت ساخت) نشان می‌دهد، عوامل مربوط به دستگاه نظارت به عنوان پر اهمیت‌ترین عامل در بکارگیری فناوری حفاری بدون ترانشه در پروژه‌ها ست. دستگاه نظارت می‌تواند با ارائه پیشنهادات و توجه ویژه به عوامل مربوط و توجیهات لازم به استقبال بیشتر از این فناوری منجر شود. مشخصه‌هایی از روش حفاری که منجر به مدیریت زمان، مدیریت کیفیت و ایمنی، مدیریت اسناد مهندسی و طراحی و مدیریت تجهیزات و ابزار و مصالح و اقلام مصرفی، بهبود شرایط کارگاهی و مدیریت ارتباطات است از عوامل موثر در بکارگیری روش حفاری مناسب در پروژه ها قلمداد می‌شود.

عوامل سازمانی: در تحلیل عوامل سازمانی، حمایت مدیریت ارشد یکی از مهمترین فاکتورهای پذیرش تکنولوژی‌های نو در سازمان‌ها بوده و رابطه مثبتی با پذیرش تکنولوژی‌های جدید دارد. با توجه به رابطه مثبت میان حمایت مدیریت ارشد و پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه می‌توان اظهار نمود که در ایران بیشتر مدیران ارشد تمایل به بهبود فرایندهای کسب و کار خود داشته، ولی حاضر به پذیرش ریسک‌های مرتبط با این فناوری‌ها نیستند. از سوی دیگر رابطه‌پذیری و عدم واگذاری اجرای پروژه‌ها به اشخاص متخصص و دارای صلاحیت می‌تواند یکی از عوامل مهم عدم میل به پذیرش تکنولوژی‌های نوین در ایران باشد. مدیران سازمان‌های کارفرما در اجرای پروژه‌های زیر سطحی نیز می‌توانند از طریق سیاست‌های تشویقی مانند ارائه کمک‌های مالی، ارائه دانش فنی و تخصصی به شرکت‌های مرتبط، فرایند پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه را در ایران تسهیل نمایند .

هرچقدر اندازه سازمان بزرگ‌تر باشد، از زیرساخت‌ها و منابع لازم بیشتری برای سرمایه گذاری در تکنولوژی‌های جدید برخوردار است. باتوجه به رابطه بین اندازه شرکت و پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه می‌توان بیان کرد که شرکت‌های بزرگ، از نظر مالی و ساختاری از شرایط مناسبی برخوردار هستند و می‌توانند این فناوری را به آسانی پذیرا باشند. در مقابل شرکت‌هایی که از نظر تعداد پرسنل، حجم سرمایه و وجود زیرساختها در جایگاه پایینتری قرار دارند علاقه‌ای به پذیرش فناوری از خود نشان نمی‌دهند. مدیران این شرکت‌ها می‌توانند با بررسی زیرساخت‌ها و منابع لازم برای سرمایه‌گذاری تکنولوژی‌های جدید همچون فناوری تکنولوژی حفاری بدون ترانشه نسبت به پذیرش این تکنولوژی اقدام نمایند.

باتوجه به رابطه بین شایستگی و پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه در بین شرکت‌های پیمانکار و سازمان‌ها، می‌توان اظهار نمود که بیشتر شرکت‌های داخلی کشور از لحاظ زیرساخت‌های اجرایی آن در وضعیت مناسبی قرار ندارند. از نظر کارشناسان و خبرگان داخلی که نظراتشان در این مقاله مورد استناد قرار گرفته است، وجود تعداد اندک شرکت‌های با رتبه صلاحیت پایه یک و دارای صلاحیت شرکت در مناقصات بین‌المللی، که اندازه، برنامه‌ریزی نیروی انسانی و بودجه‌ریزی این شرکتها را برای پژوهش و اجرای پروژه‌ها با استفاده از روش‌ها و فناوری های نوین متأثر از خود می‌سازد، یکی از عوامل موثر بر عدم گرایش استفاده از تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران است.

آمادگی به عنوان پیش نیازی ضروری برای موفقیت یک شخص یا یک سازمان یا شرکت در مواجهه با تغییر سازمانی است. وجود رابطه مثبت میان آمادگی سازمانی و پذیرش فناوری بیانگر آن است که شرکت‌ها و سازمان‌های ارائه‌کننده خدمات حفاری ایران، به طور کلی دارای ساختار منعطف و نگرش مناسب کارکنان، درخصوص پذیرش نوآوری در تغییر کسب و کار خود نیستند. همچنین به دلیل افزایش ریسک

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

هزینه‌ای در وضعیت موجود کشور و ایجاد عدم امنیت شغلی برای کارکنان، آمادگی لازم در سطح کارکنان و مدیران برای پذیرش فناوری‌های نوین کمتر است .

از سوی دیگر باتوجه به رابطه مثبت میان دانش فنی و پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه می‌توان بیان نمود که نبود دانش فنی و آگاهی مناسب در سطح شرکت‌های پیمانکار و مشاور و عدم اطلاع از کارکردهای مناسب این تکنولوژی از یکسو و و از سوی دیگر تعداد کم پروژه‌هایی که برای عملیات ساخت از روش‌های حفاری بدون ترانشه استفاده می‌کنند و در نتیجه عدم فراوانی مشاهدهٔ منافع عینی حاصل از بکارگیری این روش‌ها، این باور را در سطح پرسنل شرکتها ایجاد کرده که با اجرایی شدن این فناوری، تعدیل نیرو در شرکت‌ها ایجاد خواهد شد و آنان کار خود را ازدست خواهند داد . این نگرش باعث مقاومت پرسنل در برابر تغییر و تأثیرگذاری آنها بر تصمیم‌گیران اصلی این شرکتها برای کاهش استفاده از تکنولوژی حفاری بدون ترانشه شده است.

در ایران این مسئله به وضوح مشاهده می شود که به خاطر دولتی بودن و عدم رقابت با بخش خصوصی، عدم به روز شدن آگاهی و مهارت‌های متخصصان به کار گرفته شده، بی‌انگیزگی متخصصان برای ارائه نوآوری‌ها، دستگاههای خدمات رسان حالت ساکن به خود گرفته اند و میل به تغییرات در آنها، خیلی کم صورت می‌گیرد.

مدیران شرکت های مجری در ایران باید متغیرهای مؤثر بر میزان آمادگی سازمانی و اجرایی خود را از قبیل ساختار منعطف، نگرش مناسب کارکنان و غیره بررسی نموده و با ایجاد ساختاری منعطف، انگیزه در کارکنان را برای پذیرش ایده‌های نو افزایش دهند. این امر بر میزان پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه تأثیر بسزایی خواهد داشت.

اهداف متضاد چندگانه در سازمانها، بروکراسی زیاد، عدم وجود نظام‌های انگیزشی مناسب و تعلق خاطر ناچیز به سازمان، عدم مسئولیت پذیری نیروی انسانی، تجربه کم سازمان در بکارگیری تکنولوژی‌های نوین، همچنین احساس نیاز مدیران ارشد به حمایت گروه‌ها و قدرت‌های رسمی، بهره‌وری پایین و ناکارآمدی نیروی انسانی، از عوامل تاثیرگذار در عدم پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در سازمان‌های ایران است. باید توجه داشت که سازمان‌هایی که تجربه بکارگیری فناوری نوین را دارند نسبت به فناوری‌های جدید پذیرش بهتری از خود نشان می دهند.

مدیران سازمان‌های دولتی در ایران برای پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های نوین باید از کارکنان متخصص و با ضابطه در بخش پشتیبانی فناوری استفاده نموده و به فرهنگ سازمانی توجه قابل ملاحظه‌ای نمایند.

موخ و مورس[30] در مطالعه‌ای بیان داشته‌اند که ساختار سازمانی متمرکز نیز بر تصمیم پذیرش فناوری تاثیرگذار است [80]. گروور و گوسلار[31] نیز دریافتند که متمرکز بودن سازمان ارتباط منفی با شروع و تصمیم پذیرش فناوری دارد، اما ارتباط مثبتی با پیاده‌سازی آن دارد [60]. در شاخص تمرکز یکی از عواملی که تبیین کننده آن است، وجود مشارکت در تصمیم گیری یا همان مشارکت پذیری و مشارکت‌جویی است. این موضوع می‌تواند توجه متولیان امر در پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه را به مشارکت کارکنان سازمان‌ها و شرکتها در تصمیم گیری‌ها به عنوان لزوم پذیرش فناوری‌های نوین جلب نماید.

در مورد رسمیت سازمانی، با توجه به اینکه برنامه‌ریزی در انجام کارها یکی از عوامل تبیین کننده آن است، می‌توان گفت اصولا در سازمان‌های دولتی ایران برای انجام امور برنامه‌ریزی می‌شود اما مطابق آن عمل نمی‌شود، چرا که اهداف سازمان‌های دولتی مبهم و تصمیم‌گیری در آن تکثرگرا است. بنابراین برنامه‌ریزی در انجام کارها می‌تواند به پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه منجر شود. همسوسازی برنامه‌ریزی برای بکارگیری تکنولوژی حفاری بدون ترانشه با برنامه‌ریزی راهبردی سازمان‌ها در ایران نیز به تسهیل در پذیرش آن کمک خواهد نمود. با توجه به اینکه رسمیت سازمانی وجود قوانین و مقررات زیاد برای جهت‌دهی رفتاری کارکنان در یک سازمان می باشد، می‌توان گفت که تمام رسمیت به کاهش ایده‌های نوآور در سازمان منجر می‌شود. پس لازم است مدیران به

30 Moch and Morse
31 Grover and Goslar

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

پویاسازی و همگام سازی قوانین و مقررات سازمانی خود توجه ویژه‌ای داشته باشند.

در شاخص پیچیدگی سازمانی شاخص‌های تبیین کننده این موضوع شامل حیطه‌کاری، سیستم سلسه مراتبی بیشتر و در نهایت عناوین و تخصصی کردن حوزه‌ها و مشاغل می‌باشند. با توجه به رابطه منفی سیستم پیچیده سلسه مراتبی با پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه، لازم است مدیران و متولیان امر نسبت به کم کردن سطوح و مراجع متعدد تصمیم گیری اقدام نمایند. همچنین با توجه به رابطه مثبت تخصص‌گرایی با پذیرش فناوری لازم است نسبت به ترویج آموزش‌های تخصصی و حمایت بیشتر از نیروهای متخصص و با ضابطه، اهتمام لازم صورت پذیرد.

عوامل مدیریت اجرایی: در تحلیل عوامل مدیریت اجرایی، نتایج حاصل از بررسی عوامل مدیریتی نشان می‌دهد که نگرش مدیر عالی اجرایی از نظر مصاحبه شوندگان از اهمیت بیشتری نسبت به دیگر عوامل برخوردار بوده است.

یکی از عواملی که تبیین کننده نگرش مدیر عالی اجرایی است، خوشایندی و آگاهی مدیر عالی برای استفاده از روش‌های حفاری بدون ترانشه است. نگرش مدیر عالی اجرایی به عواملی مانند آگاهی او از مزایای فناوری مربوط می‌شود. پس نگرش مثبت و آگاهی مدیران از مزایای فناوری حفاری بدون ترانشه می‌تواند به عنوان یکی از عوامل ترویج استفاده از آن در پروژه‌های حفاری زیر سطحی در ایران به شمار می‌آید. مدیران عالی اجرایی در ایران نیازمند توجه بیشتر به تغییر نگرش و تقویت روحیه نوآوری، افزایش خطرپذیری و تحمل ابهام، ایجاد راه حل‌های ابتکاری و مناسب برای حل مشکلات، نوآوری و تغییر در سازمان‌ها و پروژه‌های عمرانی هستند. مدیر عالی اجرایی در سازمان‌ها و شرکت‌های ایران باید از تجربه کافی برخوردار باشد و یا از مشاورانی توانمند در حوزه عمرانی استفاده نماید. ثبات مدیریتی مدیر عالی اجرایی و تجارب گذشته او، پذیرش حفاری بدون ترانشه را تسهیل می‌کند.

مشخصه‌های فردی و دموگرافیک: نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که انتظارات عملکردی شامل مفید بودن، تناسب شغلی، انگیزش‌های خارجی و مزایای نسبی فناوری از اهمیت بیشتری نسبت به دیگر در عوامل فردی برخوردار است. این موضوع نشان‌دهنده دیدگاه عملکردی به تکنولوژی در ایران است. از این عوامل چنین فهمیده می‌شود که مدیران سازمان‌های دولتی باید جو سازمانی مطلوب را برای پذیرش فناوری حفاری بدون ترانشه ایجاد نمایند. تاثیرپذیری کارکنان سازمان‌ها و شرکتها از همکاران، نشان دهنده لزوم ایجاد فرهنگ سازی مناسب در رابطه با پذیرش و استفاده مستمر از فناوری‌های جدید در سازمان‌های مورد نظر است.

مقبولیتی که استفاده از تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در سازمان‌ها و شرکت‌های ایران ایجاد می کند ناشی از تاثیر مولفه‌های آثار اجتماعی و تصور و برداشت ذهنی از این فناوری است. با بکارگیری مدیران و کارشناسان با تجربه کافی، سطح تحصیلات بالاتر و آموزش شغلی مناسب میتوان مسیر را برای پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران هموارتر نمود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با توجه به مطالعات و مستندات و مصاحبه با خبرگان، عوامل مرتبط با پروژه‌های حفاری شناسایی شد. سپس با انجام مصاحبه با خبرگان و با استفاده از ابزار پرسشنامه، مناسب بودن آن‌ها برای مطالعه این پژوهش مورد سنجش قرار گرفت. شاخص های منتخب در قالب ۲۸ معیار و ۸ گروه اصلی دسته بندی شده و با استفاده از روش فریدمن، اهمیت این معیارها برای پذیرش تکنولوژی حفاری بدون ترانشه در ایران مشخص شد.

بر این اساس در بین ۸ گروه اصلی عوامل مدیریت اجرایی، محیطی، دموگرافیک، تکنولوژی، اقتصادی، بهره‌وری پروژه (مدیریت ساخت)، سازمانی و فردی به ترتیب رتبه های اول تا هشتم را بدست آوردند.

همچنین در بین ۲۸ معیار فرعی ، بر مبنای میانگین امتیاز کسب شده، دستگاه نظارت (۲۲/۵۷)، ریسک‌ها (۲۲/۱۵)، محیط‌زیست (۱۹/۲۷)، بودجه (۱۸/۱۳)، مدیر عالی اجرایی (۱۷/۱۷)، عملکرد مکانی و جغرافیایی (۱۷/۴۰) و هزینه‌های مستقیم (۱۶/۲۲)، رتبه‌های برتر را به خود اختصاص داده‌اند.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

همان‌گونه که پیشتر نیز مطرح شد هیچ کدام از روش‌های حفاری را نمی‌توان به صورت مطلق به عنوان بهترین روش اجرا در هر شرایطی دانست و بهترین روش اجرا را باید متناسب با شرایط پروژه تعیین کرد.

منابع

1. Ma B, Najafi M. Development and applications of trenchless technology in China. Tunn Undergr Sp Technol. 2008;23(4):476–80.
2. McKim R. Domestic sewer lateral replacement—a new method. In: Proc, NASTT No-Dig'95 Conf and Exhibition. 1995.
3. Chapman DN, Rogers CDF, Burd HJ, Norris PM, Milligan GWE. Research needs for new construction using trenchless technologies. Tunn Undergr Sp Technol. 2007;22(5–6):491–502.
4. Tornatzky L, Fleischer M. The process of technology innovation. Lexington, MA Lexingt Books. 1990;165.
5. Kramer SR, Gary GA. Comparison of Trenchless vs. Open-Cut Construction Methods for the Replacement of a Leaking Water Distribution System. In: Environmental and Pipeline Engineering 2000. 2000. p. 289–98.
6. Black B. Performance of trenchless techniques for sewer construction in Hong Kong. HKIE Trans. 2002;9(1):51–6.
7. Chenna R, Terala S, Singh AP, Mohan K, Rastogi BK, Ramancharla PK. Vulnerability assessment of buried pipelines: a case study. Front Geotech Eng. 2014;3(1):24–33.
8. Cording EJ, Hansmire WH. Displacements around soft ground tunnels, General Report, Session 4, 5th Panamerican Cong. on Soil Mech. and Foun. Engr Buenos Aires, Novemb. 1975;
9. Leca E, New B. Settlements induced by tunneling in soft ground. Tunn Undergr Sp Technol. 2007;22(2):119–49.
10. Olson MP, Ariaratnam ST, Lueke JS. Jacking force and productivity analysis of pilot tube microtunneling installations. J Pipeline Syst Eng Pract. 2016;7(1):4015018.
11. Chothe OK, Kadam VS. Comparative Study of traditional method and innovative method for Trenchless Technology: A Review. Int Res J Eng Technol. 2016;3(05).
12. Salah M, Samra SA, Hosny O. Analytical Hierarchy Process Decision Support System (AHP-DSS) for Trenchless Technology. In: ISARC Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction. IAARC Publications; 2016. p. 1.
13. Najafi M. Trenchless technology: Planning, equipment, and methods. McGraw Hill Professional; 2013.
14. Jannadi OA. Risks associated with trenching works in Saudi Arabia. Build Environ. 2008;43(5):776–81.
15. Woodroffe NJ, Ariaratnam ST. Cost and risk evaluation for horizontal directional drilling versus open cut in an urban environment. Pract Period Struct Des Constr. 2008;13(2):85–92.
16. Zaneldin EK. Trenchless construction: an emerging technology in United Arab Emirates. Tunn Undergr Sp Technol. 2007;22(1):96–105.
17. Scupola A. The adoption of Internet commerce by SMEs in the south of Italy: An environmental, technological and organizational perspective. J Glob Inf Technol Manag. 2003;6(1):52–71.
18. Asghari Zadeh, E., Nasrollahi . Identifying and determining the weight of effective indicators in selecting contractors for construction projects. Manag Res (In Persian). 2008;(2):105–22.
19. Brady KC, Burtwell M, Thomson JC. Mitigating the disruption caused by utility street works. TRL Limited Crowthorne, UK; 2001.
20. Matthews JC, Allouche EN, Sterling RL. Social cost impact assessment of pipeline infrastructure projects. Environ Impact Assess Rev. 2015;50:196–202.
21. Xueqing W, Bingsheng L, Allouche EN, Xiaoyan L. Practical bid evaluation method considering social costs in urban infrastructure projects. In: 2008 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology. IEEE; 2008. p. 617–22.
22. Saied SAM, Moarefvand P, Shahrivar Ghozollou J. A cost comparison among different method of urban sewage tunnel drilling. In: 4th Iranian Mining Engineering Conference, Tehran university (in persian). 2012.
23. Jung YJ, Sinha SK. Evaluation of trenchless technology methods for municipal infrastructure system. J Infrastruct Syst. 2007;13(2):144–56.
24. Hay S. A comparative study of trenchless technologies versus traditional open trenching for the replacement of ageing potable water pipelines. 2014.
25. McKim RA. Selection method for trenchless technologies. J Infrastruct Syst. 1997;3(3):119–25.
26. Matthews JC, Allouche EN. Fully automated decision support system for assessing the suitability of trenchless technologies. J Pipeline Syst Eng Pract. 2012;3(2):55–64.
27. Department of Housing, planning C and LGA. Santry to East Wall Pipeline Replacement Project, River Tolka Crossing Description and Method Statement. Ireland (Arup): Department of Housing, planning, Commuinty and Local Government. Application, https://www.housing.gov.ie/sites/default/files/foreshore-applications/application-documents/application_form_method_statement_and_environmental_report.pdf.; 2011.
28. Chao L-C, Skibniewski MJ. Estimating construction productivity: Neural-network-based approach. J Comput Civ Eng. 1994;8(2):234–51.
29. Chau PYK, Tam KY. Factors affecting the adoption of open systems: an exploratory study. MIS Q.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

30. Damanpour F, Schneider M. Characteristics of innovation and innovation adoption in public organizations: Assessing the role of managers. J public Adm Res theory. 2009;19(3):495–522.
31. Movahedi M, Ahmadvand A, Aliyari S, Namjooyan F. The Role of Effective Individual, Organizational and Managerial Factors on Adopting Information Technology in Iranian State Organizations. Res Hum Resour Manag [In Persian]. 2015;7(3):1–28.
32. Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD. User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Q. 2003;425–78.
33. Sargent K, Hyland P, Sawang S. Factors influencing the adoption of information technology in a construction business. Australas J Constr Econ Build. 2012;12(2):72.
34. Tornatzky LG, Klein KJ. Innovation characteristics and innovation adoption-implementation: A meta-analysis of findings. IEEE Trans Eng Manag. 1982;(1):28–45.
35. Rogers EM. Diffusion of Innovations. Third Edit. New York : Free Press ; London : Collier Macmillan, ©1983.; 1983.
36. Gatignon H, Robertson TS. Technology diffusion: an empirical test of competitive effects. J Mark. 1989;53(1):35–49.
37. Thong JYL. An integrated model of information systems adoption in small businesses. J Manag Inf Syst. 1999;15(4):187–214.
38. Kuan KKY, Chau PYK. A perception-based model for EDI adoption in small businesses using a technology–organization–environment framework. Inf Manag. 2001;38(8):507–21.
39. Wang Y-M, Wang Y-S, Yang Y-F. Understanding the determinants of RFID adoption in the manufacturing industry. Technol Forecast Soc Change. 2010;77(5):803–15.
40. Tsai W-C, Tang L-L. A model of the adoption of radio frequency identification technology: The case of logistics service firms. J Eng Technol Manag. 2012;29(1):131–51.
41. Rosli K, Yeow PHP, Siew E-G. Computer-assisted auditing tools acceptance using I-Toe: a new paradigm. Computer (Long Beach Calif). 2012;7:15–2012.
42. Rosli K, Yeow PHP, Siew E-G. Factors influencing audit technology acceptance by audit firms: A new I-TOE adoption framework. J Account Audit. 2012;2012:1.
43. Gao J, Li M, Tan CY. A concept model for innovation diffusion in construction industry. In: International Conference on Innovations in Engineering and Technology (ICIET'2013) Bangkok (Thailand). 2013. p. 25–6.
44. Sepasgozar SME, Bernold LE. Factors influencing the decision of technology adoption in construction. In: ICSDEC 2012: Developing the Frontier of Sustainable Design, Engineering, and Construction. 2013. p. 654–61.
45. Schmitt P, Michahelles F. Towards a successful RFID adoption. 2009;
46. Schmitt P, Michahelles F. Status of RFID/EPC adoption. AutoID Labs. 2009;
47. Tan KS, Teo WL, Lai KP. The applicability of information technology governance in the Malaysian SMEs. J Innov Manag Small Mediu Enterp. 2011;2011:1–10.
48. Adeleke AQ, Bahaudin AY, Kamaruddeen AM, Bamgbade JA, Salimon MG, Khan MWA, et al. The Influence of Organizational External Factors on Construction Risk Management among Nigerian Construction Companies. Saf Health Work [Internet]. 2018;9(1):115–24. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791116302153
49. Zhu K, Kraemer K, Xu S. Electronic business adoption by European firms: a cross-country assessment of the facilitators and inhibitors. Eur J Inf Syst. 2003;12(4):251–68.
50. Janvrin D, Bierstaker J, Lowe DJ. An examination of audit information technology use and perceived importance. Account Horizons. 2008;22(1):1–21.
51. Lin C-Y, Ho Y-H. An empirical study on the adoption of RFID technology for logistics service providers in China. Int Bus Res. 2009;2(1):23–36.
52. Makulsawatudom A, Emsley M, Sinthawanarong K. Critical factors influencing construction productivity in Thailand. J KMITNB. 2004;14(3):1–6.
53. Bagherinejhad J, Malahi MR. Project Management Role in Technology Transfer Process. Manag Stud Dev Evol. 2007;18(55):149–72.
54. Dai J, Goodrum PM, Maloney WF. Construction craft workers' perceptions of the factors affecting their productivity. J Constr Eng Manag. 2009;135(3):217–26.
55. Moselhi O, Khan Z. Analysis of labour productivity of formwork operations in building construction. Constr Innov. 2010;
56. Goodrum PM, Haas CT, Caldas C, Zhai D, Yeiser J, Homm D. Model to predict the impact of a technology on construction productivity. J Constr Eng Manag. 2011;137(9):678–88.
57. Dabirian S. Modelling of labor productivity in construction industry using system dynamics. Iran University of Science and Technology; 2015.
58. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons; 2017.
59. Edition PGS. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Pensylvania: Project Management Institute; 2018.
60. Grover V, Goslar MD. The initiation, adoption, and implementation of telecommunications technologies in US organizations. J Manag Inf Syst. 1993;10(1):141–64.
61. Sabherwal R, King WR. An empirical taxonomy of the decision-making processes concerning 1997;1–24.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

CTOE: a new paradigm explaining CAATs adoption. J Mod Account Audit. 2015;11(12):615–31.
72. Sepasgozaar SME, Shirowzhan S, Wang CC. A scanner technology acceptance model for construction projects. Procedia Eng. 2017;180:1237–46.
73. Lee H, Najafi M, Matthys J. Cost comparison of pipeline asset replacement: Open-cut and Pipe-bursting. In: Pipelines 2007: Advances and Experiences with Trenchless Pipeline Projects. 2007. p. 1–11.
74. Clark RH, Browning KR. Benefit/cost analysis of trenchless alternatives. AACE Int Trans. 1992;2:Q-1.
75. Boyce GM, Bried EM. Estimating the social cost savings of trenchless techniques. No-Dig Eng. 1994;1(2):2–5.
76. Najafi M. Trenchless technology: Pipeline and utility design, construction, and renewal. McGraw-Hill Education; 2005.
77. Technology IS for T, Centre UIET. Trenchless Technology Systems: An Environmentally Sound Approach for Underground Services: an Introductory Guide for Decision-makers. Vol. 1. UNEP; 2001.
78. Muntean O-L, Drăgut L, Baciu N, Man T, Buzilă L, Ferencik I. Environmental impact assessment as a tool for environmental restoration: the case study of Copşa-Mică area, romania. In: Use of Landscape Sciences for the Assessment of Environmental Security. Springer; 2008. p. 461–74.
79. Gholamalifard M, Mirzaei M, Hatamimanesh M, Riyahi Bakhtiari A, Sadeghi M. Application of rapid impacts assessment matrix and Iranian matrix in environmental impact assessment of municipal solid waste landfill of Shahrekord. J Shahrekord Univ Med Sci. 2014;16(1).
80. Moch MK, Morse E V. Size, centralization and organizational adoption of innovations. Am Sociol Rev. 1977;716–25.
strategic applications of information systems. J Manag Inf Syst. 1995;11(4):177–214.
62. Premkumar G, Roberts M. Adoption of new information technologies in rural small businesses. Omega. 1999;27(4):467–84.
63. Zhu K, Kraemer K, Xu S. A cross-country study of electronic business adoption using the technology-organization-environment framework. ICIS 2002 Proc. 2002;31.
64. Tarafdar M, Vaidya SD. Challenges in the adoption of E-Commerce technologies in India: The role of organizational factors. Int J Inf Manage. 2006;26(6):428–41.
65. Slevin DP, Covin JG. Juggling entrepreneurial style and organizational structure. MIT Sloan Manag Rev. 1990;31(2):43.
66. Camra-Fierro, J., Centeno, E., Bordonaba-Juste, V., Lucia-Palacios, L., & Polo-Redondo Y. The influence of organizational factors on e-business use: Analysis of firm size. Mark Intell Plan. 2012;30(2):212–229.
67. Chan SCH, Ngai EWT. A qualitative study of information technology adoption: how ten organizations adopted Web-based training. Inf Syst J. 2007;17(3):289–315.
68. Ajzen I, Fishbein M. Understanding attitudes and predicting social behavior Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, NJ. 1980;
69. Harsono LD, Suryana LA. Factors affecting the use behavior of social media using UTAUT 2 model. In: Proceedings of the first Asia-Pacific Conference on global business, economics, finance and social sciences. 2014. p. 1–14.
70. Lee S, Yu J, Jeong D. BIM acceptance model in construction organizations. J Manag Eng. 2015;31(3):4014048.
71. Ramen M, Jugurnath B, Ramhit P. UTR-

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]

Identification and Ranking of Effective Factors on Accepting Trenchless Technology - (Case study: Iran)

Seyyed Hamed Afzali.Borujeni [1], Mohammadreza Zare[۲] , Leyla Adelzade.Saadabadi* [۳]

1- Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

Email: L_adelzade@pci.iaun.ac.ir

Abstract

Pipelines as vital arteries play a significant role in maintaining people's peace and satisfaction. According to growing developments in societies, the necessity of constructing, refurbishing, repairing, and maintaining underground installations is considered as the indispensable part of civil and installation operations. Regarding problems stemming from the open trench excavation metods and growth of underground installations, using trenchless technologies in the construction industry is increasing in order to solve the problems more economically and effectively. The present project aimed at recognizing and ranking the most important effective factors in accepting the trenchless technology in Iran. This research has a practical target and has been performed by the survey and the describing method. The statistical population of this research includes middle managers, contractors, and civil projects engineers of Isfahan province. In this regard, a sample of 87 people was randomly selected and the questionnaire was distributed among them. Eventually, a total of 68 questionnaires was collected with favorable consistency. This questionnaire has been designed by the investigator according to the Likert scale with high stability. Accordingly, factors were grouped in the form of 28 criteria and 8 major groups as the effective factors on accepting the trenchless technology in Iran. Descriptive and inferential methods and the Friedman test were used to rank the effective factors, and the SPSS software was applied to analyze the data. Among the 8 major groups of executive management, environmental, demographics, technology, economically, project productivity (construction management), organizational, and individual had the first to the 8th rank, respectively. In addition, control system, risks, environment, budget, chef executive officer (CEO), special and geographical performance, and direct costs ranked the top among the 28 factors.

Keywords: Open trench, Trenchless technology, Underground installation, Friedman ranking.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2025-04-03]

[DOI: A-10-54948-2]