

شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری در ساخت تجهیزات صنعت نفت با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مطالعه موردی: شرکت پادیاب تجهیز)

مونا فخاری *

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۲۸ نوع مقاله: ترویجی

چکیده هدف، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل، در صنعت نفت ایران با استفاده از تکنیک دیمتل^۱ (DEMATEL) و مدل تحلیل شبکه‌ای^۲ (ANP) بوده است. عوامل و شاخص‌های مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل در حوزه صنعت حفاری نفت استخراج شد. مدل ANP مسئله طراحی شد و با تأیید نظر خبرگان حوزه، مبنای مطالعه قرار گرفت. با استفاده از تکنیک دیمتل، روابط بین عوامل شناسایی و تأثیرپذیری یا تأثیرگذاری عوامل مشخص شد. سپس با حل مدل شبکه‌ای ANP با استفاده از نرم‌افزار تخصصی SuperDecisions، عوامل فوق‌الذکر، رتبه‌بندی شد. در نهایت، نتایج کلی و عوامل کلیدی انتقال فناوری در ساخت تجهیزات صنعت نفت، به ترتیب اهم عبارتند از: ۱. ظرفیت انتقال فناوری، ۲. ظرفیت یادگیری، ۳. محیط انتقال فناوری، ۴. حالت انتقال فناوری، ۵. همکاری دولت، ۶. دریافت‌کننده فناوری، ۷. ماهیت فناوری، ۸. انتقال‌دهنده فناوری.

واژگان کلیدی: فناوری، انتقال فناوری، صنعت نفت، مدل تحلیل شبکه‌ای ANP.

monafakhari@eyc.ac.ir

*. گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان

1. Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

2. Analytical Network Process

مجله مهندسی سیستم و بهره‌وری، سال اول، شماره ۲، بهار ۱۴۰۱، ص ۲۹ - ۵۰

مقدمه

تمرکز این مقاله، به طور خاص بر انتقال فناوری بخش حفاری صنعت نفت ایران است. انتقال فناوری از دیگر کشورها/ شرکت‌ها و یا همکاری مشترک با آنها در زمینه توسعه فناوری، امری اجتناب‌ناپذیر است. داشتن یک مدل، در زمینه انتقال فناوری‌های موجود در صنعت نفت، در کشور ما ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در این مقاله، عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل شناسایی و رتبه‌بندی شده و روابط آنها با استفاده از تکنیک دیمتل^۱ و روش ANP تعیین خواهد شد. نقطه افتراق این پژوهش با تحقیق‌های قبلی در این حوزه، تمرکز بر روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و استفاده از تکنیک دیمتل و مدل تحلیل شبکه‌ای^۲ به طور همزمان است که تاکنون موضوع پژوهش از این جهت بررسی نشده است.

تمرکز اصلی تحقیق بر انتقال فناوری از خارج به داخل است؛ بنابراین، برخی از مدل‌های این نوع از انتقال عبارت‌اند از: مدل بازن (۲۰۰۰)، مدل لین و برگ (۲۰۰۱)، مدل مالیک (۲۰۰۲)، مدل ونگ و همکاران (۲۰۰۷)، مدل وارون کان (۲۰۰۷)، مدل اکورث (۲۰۰۸)، مدل نویان و اوایاما (۲۰۱۴). این تحقیق به دنبال تعیین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای در صنعت نفت ایران و در شرکت "پادیاب تجهیز" می‌باشد. عوامل مطرح شده در مطالعات انتقال فناوری از خارج به داخل به شرح جدول زیر است: (کاظمی، ۱۳۹۵).

جدول ۱: عوامل مؤثر بر انتقال فناوری

نویسنده	سال	عوامل مؤثر بر انتقال فناوری
مالیک	۲۰۰۰	- انتقال دهنده فناوری
		- عوامل کمک کننده احتمالی
		- عوامل بازدارنده احتمالی
		- عوامل مؤثر بر فرآیند انتقال فناوری
		- حالت انتقال
		- بازخور
		- دریافت کننده فناوری
ونگ و همکاران	۲۰۰۴	- ظرفیت انتقال:
		- توانایی علمی، شایستگی های متخصصان
		- انگیزه انتقال:
		- اهمیت شرکت تابعه، نوع مالکیت شرکت تابعه، روابط میان شرکت اصلی و تابعه
		- کمک دانشی نوع دانش مورد انتقال

1. DEMATEL

2. ANP

لین و برگ	۲۰۰۱	- ظرفیت یادگیری:
		- کیفیت کارکنان، میزان تأکید بر آموزش
		- کسب دانش از سوی شرکت تابعه
		- انگیزه یادگیری:
		- انگیزه کارکنان برای یادگیری، رابطه یادگیری و پاداش
نویان و اویاما	۲۰۱۴	- ماهیت تکنولوژی:
		- پیچیدگی، بلوغ، میزان مستند بودن دانش
		- تجارب بین المللی:
		- تجارب گیرنده تکنولوژی، تجارب دارنده فناوری
		- تفاوت‌های فرهنگی
بازمن	۲۰۰۰	- اثر بخشی انتقال فناوری
		- انتقال دهنده فناوری
		- گیرنده فناوری
		- حالت های انتقال
		- محیط تقاضا
اکورث	۲۰۰۸	- کاربرد فناوری
		- همکاری دولت
		- بخش های تحقیقاتی
		- آموزش‌های متوسطه و عالی
		- صنایع با محوریت ایده‌های تحقیقاتی کاربردی
وارون کان	۲۰۰۷	- تبادل دانش
		- نوآوری متناسب با نیاز صنایع و بخش عمومی
		- ویژگی‌های دارنده فناوری
		- محیط انتقال
		- جویادگیری
		- ویژگی‌های دریافت کننده فناوری
		- ارزش افزوده انتقال فناوری

در این مطالعات، عواملی نظیر: ویژگی‌های دارنده فناوری، ویژگی‌های دریافت کننده فناوری، محیط انتقال و جو یادگیری می‌توانند بر انتقال فناوری تأثیر بگذارند؛ بنابراین، با توجه به مطالب بیان شده و اینکه عوامل متعددی در انتقال فناوری تأثیرگذار هستند، این پژوهش با بهره‌گیری از

مطالعه ادبیات و با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، عوامل مؤثر برای انتقال فناوری از خارج به داخل در صنعت حفاری در شرکت "پادیاب تجهیز" را شناسایی و رتبه‌بندی می‌کند.

بررسی پیشینه پژوهش

از جمله مدل‌هایی که برای مسئله انتقال فناوری در حوزه صنعت نفت ارائه شده است، می‌توان به مدلی که از سوی اصغری و رخشانی کیا ارائه شده است، اشاره داشت که شامل: متغیرهای گسترش و توسعه، استفاده - جذب- انطباق فناوری، نیازهای تعریف‌شده و اجرای فناوری است (عسگری و درخشانی کیا، ۲۰۱۳). نتایج نشان می‌دهد که صنعت نفت ایران برای اثربخشی حداکثر در کانال‌های انتقال فناوری، علاوه بر استفاده از روش‌های مؤثر، باید سیاست‌های توانمندسازی بومی را نیز دنبال و اخذ دانش‌های فنی را به عنوان یک الزام راهبردی در این صنعت نهادینه کند. زارع ضمن بررسی وضعیت فعلی انتقال فناوری در این صنایع، راهکارهای عملی برای بهبود انتقال فناوری ارائه داده است (زارع، ۱۳۹۲). موسوی و طباطبائیان، روش‌های مناسب ارزش- گذاری فناوری و درجه اهمیت نسبی آن در صنعت نفت و شاخص‌های مناسب هر یک از این ارزش- ها را بیان می‌کنند (موسوی و طباطبائیان، ۱۳۹۱). سلطانی پیرکاشانی، به بررسی و شناسایی راه- های انتقال فناوری و انتخاب روش مناسب انتقال فناوری در صنعت حفاری می‌پردازد (سلطانی و پیرکاشانی، ۱۳۸۹). موسوی، به تبیین اینکه حفاری به عنوان یکی از فرایندهای اصلی اکتشاف، ارزیابی و توسعه مخازن نفت و گاز از جایگاهی راهبردی در صنعت نفت برخوردار است و همواره به عنوان یکی از چالش‌های اصلی در صنعت نفت ایران مطرح بوده است، می‌پردازد (موسوی، ۱۳۹۵). محمدی، بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، یکی از خلأهای صنعت حفاری نفت و گاز، وجود سیستم‌های مناسب مدیریت فناوری است (محمدی، ۱۳۹۳). میرزایی به بررسی نقش قراردادهای در انتقال فناوری پرداخته است (میرزایی، ۱۳۹۴). نوری و میقانی نژاد، هدف از تحقیق خود را تلاش برای تحلیل روند ساخت تجهیزات صنعت نفت در داخل، از طریق انتقال فناوری دانسته است (نوری و میقانی نژاد، ۱۳۹۲). در همین راستا، پروژه انتقال فناوری ساخت مته‌های حفاری در کشور که جزو کالاهای راهبردی در بخش بالادستی صنعت نفت است، مورد مستندسازی و تحلیل قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که محیط انتقال فناوری و حمایت سازمان‌های دولتی از شرکت‌های خصوصی، نقش اساسی در انجام موفقیت‌آمیز این پروژه‌ها دارد. عزیزی به شناسایی موانع انتقال فناوری در صنعت نفت کشور پرداخته و مسائل کلیدی در این زمینه همچون: شناسایی اهداف و راهبردها، گزینش فناوری‌های مناسب و مسائل و چالش‌های مرتبط با انتقال فناوری در چارچوب قراردادهای نفتی و اجرای این قراردادهای را بررسی کرده است (عزیزی، ۱۳۸۶). در طرح بزرگ

پژوهشی توفیقی، موضوع: «بررسی موانع و چالش‌های توسعه فناوری در صنعت نفت و ارائه راهکارهای اجرایی» و به مدیریت آن، جنبه‌های گوناگون مسائل، چالش‌ها و راهکارهای انتقال و توسعه فناوری در صنعت نفت به تفصیل بررسی شده است (توفیقی، ۱۳۸۸). هشدار ابعاد مختلف ضرورت، اهمیت و روش‌های انتقال فناوری در پروژه‌های نفت و گاز را بررسی و در رساله دکترای خویش، با استفاده از روش مصاحبه و بررسی اسناد، نقشه راه توسعه فناوری در صنعت نفت را ترسیم کرده است (هشدار، ۱۳۹۳). درخشان ضمن بررسی ویژگی‌های مطلوب قراردادهای نفتی، به موارد تصریح شده در انتقال و توسعه فناوری در قراردادهای نفتی کشور از قرارداد داری تاکنون پرداخته است (درخشان، ۱۳۹۲). درجایی دیگر درخشان، همین مسئله را با نگرشی متفاوت، در چارچوب اقتصاد مقاومتی بررسی کرده است (درخشان، ۱۳۹۳). طالقانی و همکاران: انتقال فناوری به عنوان یکی از پارادایم‌های عصر جدید، فرایندی است که به کشورهای در حال توسعه برای بهره‌برداری بهینه از منابع‌شان در اجرای پروژه‌ها کمک و دستیابی به موفقیت در رقابت با سایر کشورها را تسهیل و امکان توسعه اقتصادی و رشد کشورهای کمتر توسعه‌یافته از نظر فناوری را فراهم می‌کند (طالقانی و همکاران، ۱۳۹۶). محمد و همکاران، مدلی با پنج متغیر برای انتقال فناوری در صنعت نفت لیبی ارائه دادند که متغیرهای این مدل "حمایت از انتقال فناوری"، "زیرساخت فناوری"، "توانمندی یادگیری صنعت"، "محیط انتقال فناوری" و "عملکرد انتقال فناوری" هستند که متغیر "حمایت از انتقال فناوری" به عنوان متغیر مستقل، متغیرهای "زیرساخت فناوری"، "توانمندی فناوری یادگیری صنعت"، "محیط انتقال فناوری" به عنوان متغیرهای میانجی و متغیر "عملکرد انتقال فناوری" به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. برای هر کدام از این متغیرها نیز ابعادی تعریف شده است و با توجه به نظر خبرگان تعدادی رد و تعدادی تأیید شده اند (محمد و همکاران، ۲۰۱۲). زکریا به نقش تاریخی شرکت‌های نفتی، با ویژگی‌های ریسک‌پذیری و حداکثرسازی سود، در توسعه فناوری در صنعت نفت اشاره می‌کند (زکریا، ۱۹۸۲). راثو و رودریگز، به اهمیت و ساختار شرکت‌های خدمات نفتی در فرایند توسعه فناوری پرداخته و بر زیرساخت‌های مناسب برای حرکت از دانش بنیادین به دانش عملیاتی تأکید کرده‌اند (راثو و رودریگز، ۲۰۰۵). هوارد نیل و همکاران، فرایندهای تحقیق و توسعه در شرکت‌های ملی و بین‌المللی نفت و حجم سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در پژوهش‌های مرتبط با توسعه صنعت نفت در کشورهای منتخب را بررسی و تأثیر آن را در توسعه فناوری مطالعه کرده‌اند (هوارد نیل و همکاران، ۲۰۰۷). معبدی به تجزیه و تحلیل انتقال فناوری در صنعت نفت و گاز در چارچوب قراردادهای نفتی و نیز به واسطه راهکارهایی در خارج از چارچوب قراردادهای نفتی پرداخته است (معبدی، ۲۰۰۷). الطیب محمد علی القبی، مسائل مرتبط با انتقال و توسعه فناوری در صنعت نفت لیبی را بررسی و نشان داده است که در چارچوب قراردادهای نفتی منعقد با شرکت‌های خارجی، اساساً هیچ‌گونه ظرفیت‌سازی برای

کسب دانش و مهارت‌های فنی برای انتقال و توسعه فناوری در صنعت نفت این کشور انجام نشده است بلکه انتقال و توسعه فناوری در این قراردادها صرفاً محدود به واردات تجهیزات پیشرفته نفتی بوده است (القبی، ۲۰۰۸). فرانسیس ایداجابا به بررسی اهمیت روزافزون شرکت‌های خدمات نفتی در توسعه فناوری‌های نفتی پرداخته است (فرانسیس، ۲۰۱۰).

پرسش‌ها و اهداف پژوهش

پرسش اصلی این تحقیق: عوامل مؤثر بر انتقال فناوری با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) کدام هستند؟ و پرسش‌های فرعی تحقیقاتی عبارت است از؛

- اولویت‌بندی عوامل شناسایی شده و مؤثر کدام‌اند؟
- چه رابطه‌ای بین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل وجود دارد؟
- عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل چگونه رتبه‌بندی می‌شود؟

هدف اصلی پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری در صنعت نفت ایران با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، است. و اهداف فرعی، شامل موارد؛ ۱. شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل و اولویت‌بندی آنها ۲. شناخت رابطه بین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری (روابط داخلی و خارجی) در صنعت نفت ۳. رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری (روابط داخلی و خارجی) در صنعت نفت هستند.

روش‌شناسی و مدل تحقیق

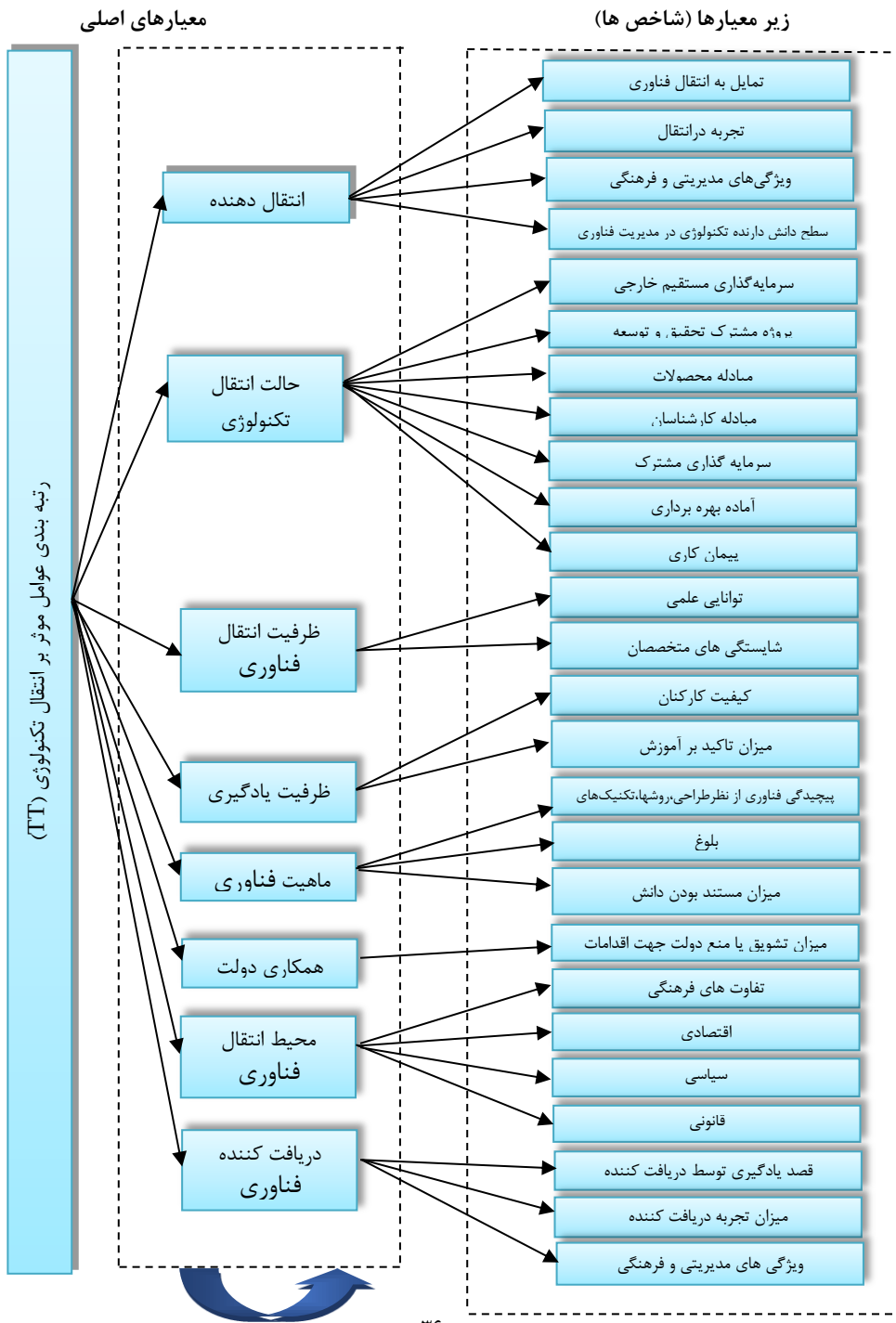
با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعات نظری در حوزه پژوهش، می‌توان عوامل مؤثر بر انتقال فناوری در صنعت نفت ایران را بدین شرح عنوان کرد؛ انتقال‌دهنده فناوری، حالت انتقال فناوری، ظرفیت انتقال فناوری، ظرفیت یادگیری، ماهیت فناوری، همکاری دولت، محیط انتقال فناوری، دریافت‌کننده فناوری. پرسشنامه‌های طراحی شده بین کارشناسان مربوطه (شرکت پادیاب تجهیز) توزیع شد و پس از رسیدن به اجماع با نظر تخصصی خبرگان حوزه تأمین تجهیزات حفاری نفت، معیارهای اصلی مؤثر بر انتقال فناوری در صنعت حفاری نفت ایران به ترتیبی که آمده است، فوق تأیید شد. مورد مطالعاتی این پژوهش، شرکت پادیاب تجهیز است. فعالیت این شرکت، در حوزه تأمین تجهیزات صنعت حفاری نفت است. تعداد جامعه آماری مورد مطالعه تحقیق ۶ نفر هستند. با توجه به محدود بودن خبرگان در این تحقیق، جامعه آماری و نمونه یکی است؛ بنابراین، از روش تمام‌شماری استفاده می‌شود.

پرسشنامه‌ها، تحت عنوان "پرسشنامه‌های مقایسات زوجی روش ANP بر اساس طیف لیکرت در باره شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل در حوزه تجهیزات حفاری صنعت نفت"، در دو بخش تنظیم شده است. پرسشنامه شماره ۱، برای تعیین اهمیت معیارهای اصلی و پرسشنامه شماره ۲، برای تعیین اهمیت زیرمعیارها (شاخص‌ها) است. روایی و پایایی پرسشنامه‌ها، با نظر تعدادی از خبرگان تأیید شده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از روه‌ای دیمتل و فرایند تحلیل شبکه به تعیین وزن هر شاخص نسبت به هرکدام از عوامل پرداخته می‌شود. علت استفاده از روش دیمتل، روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموعه وسیعی از اجزاء است. به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان دیدگاه‌های خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصله از تکنیک دیمتل (ماتریس ارتباطات داخلی)، در واقع تشکیل‌دهنده بخشی از سوپر ماتریس است؛ به عبارتی، تکنیک دیمتل به طور مستقل عمل نمی‌کند بلکه به عنوان زیر سیستمی از سیستم بزرگ‌تری چون ANP است (شی و هوانگ، ۲۰۱۰). یکی از مهم‌ترین کارکردها و یکی از مهم‌ترین دلایل کاربرد فراوان آن در فرایندهای حل مسئله ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی است. بدین صورت که با تقسیم‌بندی مجموعه‌ی وسیعی از عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت معلولی، تصمیم‌گیرنده را در شرایط مناسب‌تری از درک روابط قرار می‌دهد. این موضوع سبب شناخت بیشتری از جایگاه عوامل و نقشی که در جریان تأثیرگذاری متقابل دارند، می‌شود.

مدل مفهومی تحقیق

در این تحقیق، به دنبال شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل هستیم. معیارهای مورد استفاده در این پژوهش، شامل موارد زیر است: انتقال‌دهنده فناوری، حالت انتقال فناوری، ظرفیت انتقال فناوری، ظرفیت یادگیری، ماهیت فناوری، همکاری دولت، محیط انتقال فناوری، دریافت‌کننده فناوری. از مهم‌ترین مسائلی که شناسایی آن در این پژوهش اهمیت دارد، تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارهای فوق از یکدیگر هست. به همین دلیل، از تکنیک دیمتل برای تعیین این مسئله استفاده می‌شود. بعد از تعیین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها از یکدیگر، می‌توان گراف شبکه‌ای را برای معیارهای فوق رسم و به تحلیل شبکه‌ای آنها پرداخت. در تحلیل شبکه می‌توان وزن معیارها را مشخص و اولویت عوامل مؤثر بر انتقال فناوری را نیز تعیین کرد.

شکل ۱: مدل شبکه‌ای عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل در صنعت (مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷)



در نمودار ۱، مدل فوق تشریح می‌شود. این نمودار نشان می‌دهد که گزینه‌ها به طور جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت. همچنین از این نمودار پیداست که معیارها دارای وابستگی درونی هستند.

آمار توصیفی و روش‌شناسی حل مدل

در این بخش به تشریح کامل مسئله عددی مورد بررسی در پژوهش پرداخته می‌شود و مفروضات مسئله تبیین می‌شود. در ابتدا باید جامعه آماری تحقیق مشخص شود. در پژوهش حاضر جامعه آماری عبارت است از: مدیران و کارشناسان شرکت پادیاب تجهیز. با توجه به محدودیت‌هایی که برای دسترسی به این افراد وجود داشت، امکان تبعیت کامل از رابطه کوکران فراهم نشد. تعداد جامعه آماری در این پژوهش ۶ نفر است. همچنین ۸ معیار اصلی در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور سادگی در ترسیم اشکال و جدول‌ها، هرکدام از این معیارها با یکی از حروف انگلیسی نشان داده می‌شوند که عبارت‌اند از:

- انتقال‌دهنده فناوری $(T)^1$
- حالت انتقال فناوری $(M)^2$
- ظرفیت انتقال فناوری $(C)^3$
- ظرفیت یادگیری $(L)^4$
- ماهیت فناوری $(N)^5$
- همکاری دولت $(G)^6$
- محیط انتقال فناوری $(E)^7$
- دریافت‌کننده فناوری $(R)^8$

این معیارها با توجه به ادبیات نظری پژوهش، انتخاب و از سوی خبرگان حوزه بررسی، مطالعه و تأیید شده است.

-
1. Technology Transmitter
 2. Technology Transfer Mode
 3. Technology Transfer Capacity
 4. Learning Capacity
 5. Nature of Technology
 6. Government Cooperation
 7. Technology Transfer Environment
 8. Technology Receiver

شناسایی معیارها برای انتقال فناوری از خارج به داخل

معیارهای اصلی و زیرمعیارها (شاخص‌ها) ی انتقال فناوری ، عبارت‌اند از:

❖ معیارهای اصلی (عوامل)

- انتقال دهنده ت فناوری
- حالت انتقال فناوری
- ظرفیت انتقال فناوری ظرفیت یادگیری
- ماهیت فناوری
- همکاری دولت
- محیط انتقال فناوری
- دریافت کننده فناوری

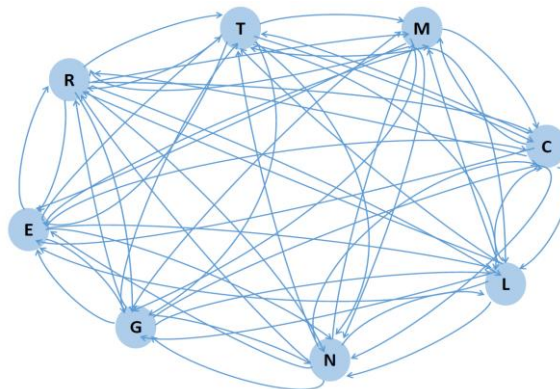
❖ زیرمعیارها (شاخص‌ها)

- تمایل به انتقال فناوری
- تجربه درانتقال
- ویژگی‌های مدیریتی و فرهنگی
- سطح دانش دارنده فناوری در مدیریت فناوری
- سرمایه گذاری مستقیم خارجی
- پروژه مشترک تحقیق و توسعه
- مبادله محصولات
- مبادله کارشناسان
- سرمایه‌گذاری مشترک
- آماده بهره برداری
- پیمان کاری
- توانایی علمی
- شایستگی‌های متخصصان
- کیفیت کارکنان
- میزان تأکید بر آموزش
- پیچیدگی فناوری از نظر طراحی، روش‌ها، تکنیک‌های مدیریت و مانند آن
- بلوغ
- میزان مستند بودن دانش

- میزان تشویق یا منع دولت جهت اقدامات انتقال
- تفاوت‌های فرهنگی
- اقتصادی
- سیاسی
- قانونی
- قصد یادگیری توسط دریافت‌کننده فناوری
- میزان تجربه دریافت‌کننده
- ویژگی‌های مدیریتی و فرهنگی

تعیین روابط درونی بین معیارها (با استفاده از تکنیک دیمتل)

به منظور تعیین اثرگذاری و اثرپذیری معیارها از یکدیگر از تکنیک دیمتل استفاده می‌شود. بنابراین، با توجه به مراحل این تکنیک که به طور کامل تشریح شد، به تکمیل این بخش پرداخته و در نهایت، گراف شبکه ترسیم می‌شود. قدم اول قرار دادن عناصر مفروض در رئوس یک گراف است که در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۲: گراف اولیه بین معیارهای اصلی مسئله (پژوهشگر، ۱۳۹۷)

در قدم دوم، شدت روابط نهایی بین عناصر را به صورت امتیازدهی تعیین و ماتریس تصمیم A را تشکیل می‌دهیم. بدین منظور از خبرگان خواسته می‌شود که عددی بین ۱ تا ۹ را به منظور تعیین اثرگذاری هر یک از معیارها بر دیگری تعیین کنند. عدد ۱ به معنای تأثیرگذاری یکسان و عدد ۹ به معنای تأثیرگذاری شدید است. همچنین با توجه به اینکه در این پژوهش، از نظر بیش از

یک خبره استفاده شد، از میانگین حسابی به منظور جمع‌بندی نظر خبرگان استفاده می‌شود. با توجه به توضیحات فوق ماتریس تصمیم A مطابق زیر تشکیل می‌شود:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 4.7 & 4 & 4 & 2 & 4 & 4.7 \\ 0.1 & 1 & 2 & 2.3 & 2.7 & 1.7 & 1.7 & 2.3 \\ 0.2 & 0.5 & 1 & 3.3 & 3.7 & 1.3 & 2 & 2 \\ 0.25 & 0.43 & 0.3 & 1 & 1 & 4 & 1 & 1 \\ 0.25 & 0.4 & 0.3 & 1 & 1 & 8 & 1.4 & 1.4 \\ 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.25 & 0.1 & 1 & 1.4 & 1.4 \\ 0.25 & 0.6 & 0.5 & 1 & 0.1 & 0.7 & 1 & 4.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.5 & 1 & 0.1 & 0.7 & 0.2 & 1 \end{bmatrix}$$

در قدم سوم، ماتریس مستقیم (ماتریس S) را به با توجه به رابطه ۱-۱ و ۲-۱ به دست می آوریم که به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$M = 0.0318$$

$$S = \begin{bmatrix} 0.0318 & 0.2226 & 0.1495 & 0.1272 & 0.1272 & 0.0636 & 0.1272 & 0.1495 \\ 0.0032 & 0.0318 & 0.0636 & 0.0731 & 0.0859 & 0.0541 & 0.0541 & 0.0731 \\ 0.0064 & 0.0159 & 0.0318 & 0.1049 & 0.1177 & 0.0413 & 0.0636 & 0.0636 \\ 0.0080 & 0.0137 & 0.0095 & 0.0318 & 0.0318 & 0.1272 & 0.0318 & 0.0318 \\ 0.0080 & 0.0127 & 0.0095 & 0.0318 & 0.0318 & 0.2544 & 0.0445 & 0.0445 \\ 0.0159 & 0.0191 & 0.0223 & 0.0080 & 0.0032 & 0.0318 & 0.0445 & 0.0445 \\ 0.0080 & 0.0191 & 0.0159 & 0.0318 & 0.0032 & 0.0223 & 0.0318 & 0.1399 \\ 0.0064 & 0.0127 & 0.0159 & 0.0318 & 0.0032 & 0.0223 & 0.0064 & 0.0318 \end{bmatrix}$$

در قدم چهارم، با استفاده از روابط ۱-۳ و ۱-۴ به تشکیل ماتریس T (ماتریس مجموعه تأثیر

مستقیم) مطابق زیر پرداخته می‌شود.

$$T = \begin{bmatrix} 0.0443 & 0.2590 & 0.1933 & 0.1997 & 0.1922 & 0.1780 & 0.1896 & 0.2444 \\ 0.0088 & 0.0441 & 0.0775 & 0.0990 & 0.1074 & 0.1077 & 0.0784 & 0.1098 \\ 0.0122 & 0.0287 & 0.0447 & 0.1285 & 0.1363 & 0.1040 & 0.0877 & 0.1006 \\ 0.0124 & 0.0231 & 0.0193 & 0.0443 & 0.0412 & 0.1533 & 0.0478 & 0.0551 \\ 0.0150 & 0.0263 & 0.0238 & 0.0479 & 0.0430 & 0.2872 & 0.0683 & 0.0785 \\ 0.0186 & 0.0278 & 0.0311 & 0.0209 & 0.0132 & 0.0459 & 0.0558 & 0.0645 \\ 0.0110 & 0.0272 & 0.0247 & 0.0464 & 0.0125 & 0.0403 & 0.0424 & 0.1599 \\ 0.0081 & 0.0175 & 0.0210 & 0.0399 & 0.0101 & 0.0346 & 0.0136 & 0.0421 \end{bmatrix}$$

به منظور اجرای قدم ششم و به دست آوردن بردارهای r و d از رابطه ۱-۵ استفاده می‌شود و

نتایج به صورت زیر حاصل می‌گردد.

$$r = [1.501 \quad 0.633 \quad 0.643 \quad 0.397 \quad 0.590 \quad 0.278 \quad 0.365 \quad 0.187]$$

$$d = [0.131 \quad 0.454 \quad 0.436 \quad 0.627 \quad 0.556 \quad 0.951 \quad 0.584 \quad 0.855]$$

در قدم ششم به محاسبه (r+d) و (r-d) برای هر کدام از معیارها مطابق زیر پرداخته می‌شود:

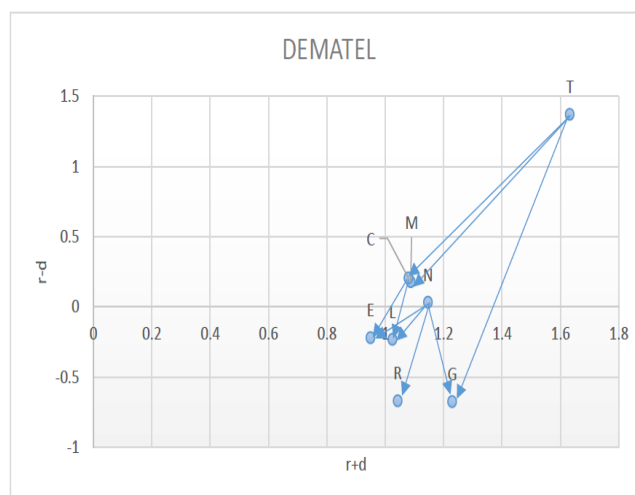
$$r+d = [1.632 \quad 1.087 \quad 1.079 \quad 1.024 \quad 1.146 \quad 1.229 \quad 0.949 \quad 1.042]$$

$$r-d = [1.37 \quad 0.179 \quad 0.207 \quad -0.23 \quad 0.034 \quad -0.673 \quad -0.219 \quad -0.668]$$

در نهایت، در گام هفتم مطابق با دستورالعمل ارائه شده در فصل سوم به ترسیم دستگاه دکارتی

پرداخته و پس از تعیین جایگاه هر کدام از معیارها در آن دستگاه، اثرپذیری و اثرگذاری هر کدام از

معیارها بر دیگری را مشخص می‌کنیم که در شکل ۴ نشان داده شده است:

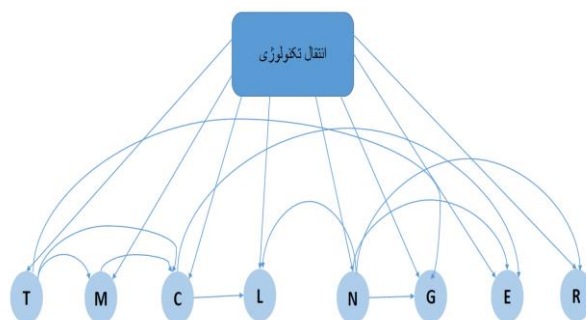


شکل ۳: نتایج حاصل از به کارگیری روش دیمتل (پژوهشگر، ۱۳۹۷)

با تکمیل گام هفتم روش دیمتل تکمیل‌شده و اثرگذاری و اثرپذیری معیارها از یکدیگر مطابق شکل ۴ حاصل می‌شود.

تعیین اهمیت و وزن هرکدام از معیارها (با استفاده از روش ANP)

در این قسمت، به دنبال تعیین وزن‌ها و یا اهمیت هرکدام از معیارهای مسئله هستیم. بنابراین، با توجه به روش و مراحل تحقیق که در بخش‌های قبل، پیرامون آن صحبت شد، از فرایند تحلیل شبکه (ANP) بدین منظور استفاده می‌شود. قبل از شروع به اجرای روش فرایند تحلیل شبکه ابتدا با توجه به شکل ۴ که با تکنیک دیمتل حاصل شد، شبکه مسئله را ترسیم می‌کنیم که در شکل ۵ نشان داده شده است:



شکل ۴: شبکه ANP مسئله مورد مطالعه (پژوهشگر، ۱۳۹۷)

با توجه به اینکه اولین گام در فرایند تحلیل شبکه، مقایسات زوجی است، بنابراین، ابتدا از خبرگان درخواست می‌شود تا پرسشنامه‌های مقایسات زوجی مربوطه را با توجه به جدول اعداد متناظر مقیاس‌های متغیرهای کلامی (جدول ۴) تکمیل کنند. بر روی هر کدام از ماتریس‌های مقایسات زوجی اخذشده از خبرگان، آزمون سازگاری صورت گرفته و در صورت ناسازگاری درخواست تجدید نظر می‌شود. پس از تأیید ماتریس‌های مقایسات زوجی اخذشده از نظر میزان سازگاری، به اجرای مراحل به دست آوردن وزن معیارها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه پرداخته می‌شود. با اجرای گام به گام مراحل ذکر شده (محاسبات به وسیله نرم افزار SuperDecisions انجام شده است) وزن‌های معیارهای مورد بررسی در مسئله مطابق جدول ۵ حاصل می‌شود.

	C	E	G	L	M	N	R	T	انتقال [~]
C	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.50000	0.00000	0.00000	0.33779	0.19348
E	0.50000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25000	0.30922	0.00000	0.16890	0.18875
G	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.19974	0.00000	0.11061	0.10164
L	0.50000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25000	0.34095	0.00000	0.16890	0.19098
M	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.21381	0.10378
N	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07027
R	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.15009	0.00000	0.00000	0.08082
T	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07027
انتقال [~]	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

جدول ۴: اعداد متناظر مقیاس‌های متغیرهای کلامی

مقدار عددی	درجه اهمیت طیف لیکرت در مقایسه دو به دو
۱	ترجیح یکسان
۳	نسبتاً مرجح
۵	قویاً مرجح
۷	ترجیح بسیار قوی
۹	بی اندازه مرجح

جدول ۵: وزن معیارهای اصلی انتقال فناوری (خروجی نرم افزار SuperDecisions)

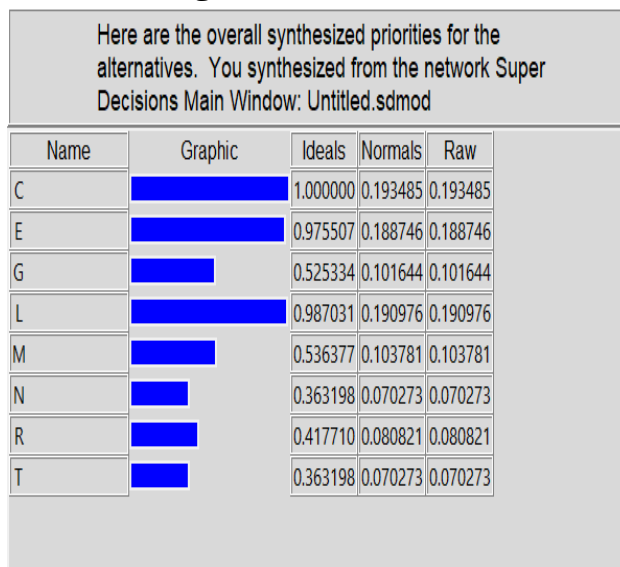
میزان اهمیت (وزن)	معیارهای اصلی انتقال فناوری
0.193485	C- ظرفیت انتقال فناوری
0.188746	E- محیط انتقال فناوری

میزان اهمیت(وزن)	معیارهای اصلی انتقال فناوری
0.101644	G- همکاری دولت
0.190976	L- ظرفیت یادگیری
0.103781	M- حالت انتقال فناوری
0.070273	N- ماهیت فناوری
0.080821	R- دریافت کننده فناوری
0.070273	T- انتقال دهنده فناوری

(مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷)

نتایج محاسباتی

با حل مدل شبکه‌ای ANP، و به دست آوردن نتایج حاصل از حل مدل که در جدول ۵ آورده شده است، حل مسئله پایان می‌پذیرد. با توجه به جدول ۵ و شکل ۶، مشاهده می‌شود که به ترتیب ظرفیت انتقال فناوری و ظرفیت یادگیری، دارای بیشترین اهمیت در شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل در حوزه حفاری صنعت نفت ایران هستند. بعد از این دو معیار، محیط انتقال فناوری، حالت انتقال فناوری، همکاری دولت، دریافت‌کننده فناوری و ماهیت فناوری و انتقال دهنده فناوری به ترتیب درجه اهمیت قرار می‌گیرند.



شکل ۵: خروجی گرافیکی حل مدل ANP (پژوهشگر، ۱۳۹۷)

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به صورت تخصصی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل در حوزه تجهیزات حفاری صنعت نفت ایران بررسی شد. این عوامل با بهره‌گیری از ادبیات نظری بسیار مرتبط با موضوع تحقیق، شامل: مطالعات مقاله‌های به روز علمی داخلی و بین‌المللی، کتاب و پایان‌نامه‌های دفاع‌شده سال‌های اخیر ایران شناسایی شد و بعد از جلسه‌های متعدد با خبرگان حوزه تجهیزات حفاری نفت، این عوامل تأیید و مدل شبکه‌ای پژوهش، به شکل نمودار ۱ طراحی شد. تحقیقات پیشین در این حوزه، هر کدام از یک بعد خاص به قضیه انتقال فناوری در صنعت نفت نگریسته‌اند و به بررسی یک یا چند عامل محدود از روش‌های انتقال فناوری پرداخته‌اند اما آنچه که این پژوهش را از تحقیقات قبلی متمایز می‌سازد، ارائه یک مدل جامع شبکه‌ای کاربردی شامل کلیه عوامل کلیدی مؤثر بر انتقال فناوری در صنعت حفاری نفت است. نوآوری اصلی پژوهش، استفاده همزمان از تکنیک دیمتل (DEMATEL) برای مشخص ساختن تأثیر این عوامل بر هم و مدل جامع شبکه‌ای ANP و حل آن که منتج به رتبه‌بندی عوامل اصلی شد، است. در ادامه، با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج به دست آمده، به سؤال‌های مطرح شده در ابتدای تحقیق پاسخ داده می‌شود.

پاسخ سوال اول؛ عوامل و شاخص‌های انتقال فناوری به این ترتیب شناسایی شد:

❖ معیارهای اصلی (عوامل)

- انتقال دهنده فناوری
- حالت انتقال فناوری
- ظرفیت انتقال فناوری
- ظرفیت یادگیری
- ماهیت فناوری
- همکاری دولت
- محیط انتقال فناوری
- دریافت کننده فناوری

❖ زیرمعیارها (شاخص‌ها)

- تمایل به انتقال فناوری
- تجربه درانتقال
- ویژگی‌های مدیریتی و فرهنگی
- سطح دانش دارنده فناوری در مدیریت فناوری

- سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
- پروژه مشترک تحقیق و توسعه
- مبادله محصولات
- مبادله کارشناسان
- سرمایه‌گذاری مشترک
- آماده بهره‌برداری
- پیمان کاری
- توانایی علمی
- شایستگی‌های متخصصان
- کیفیت کارکنان
- میزان تأکید بر آموزش
- پیچیدگی فناوری از نظر طراحی، روش‌ها، تکنیک‌های مدیریت و مانند آن
- بلوغ
- میزان مستند بودن دانش
- میزان تشویق یا منع دولت جهت اقدامات انتقال
- تفاوت‌های فرهنگی
- اقتصادی
- سیاسی
- قانونی
- قصد یادگیری از سوی دریافت‌کننده فناوری
- میزان تجربه دریافت‌کننده
- ویژگی‌های مدیریتی و فرهنگی

پاسخ سؤال دوم؛ رابطه بین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل، به این صورت است که یک سری از عوامل، عامل تأثیرگذار قطعی هستند و عواملی، عامل تأثیرپذیر قطعی. عوامل تأثیرگذار قطعی، شامل:

- انتقال دهنده فناوری
- حالت انتقال فناوری
- ظرفیت انتقال فناوری
- ماهیت فناوری

و عوامل تأثیرپذیر قطعی؛

- ظرفیت یادگیری
- همکاری دولت
- محیط انتقال فناوری
- دریافت‌کننده فناوری

هستند. نتایج نشان می‌دهد که طراحی مدل موفقیت‌آمیز بوده و به اهداف پژوهش دست یافتیم. هر چند که همواره می‌توان این مدل را بهبود بخشید و تأثیرات آن در بهبود روند انتقال را شاهد باشیم.

پاسخ سؤال سوم؛ عوامل مؤثر بر انتقال فناوری از خارج به داخل به ترتیب درجه و وزن اهمیت رتبه‌بندی می‌شوند؛

- (۱) ظرفیت انتقال فناوری
- (۲) ظرفیت یادگیری
- (۳) محیط انتقال فناوری
- (۴) حالت انتقال فناوری
- (۵) همکاری دولت
- (۶) دریافت‌کننده فناوری
- (۷) ماهیت فناوری
- (۸) انتقال‌دهنده فناوری

با اجرای مدل و حل آن، هیچ کدام از متغیرها و شاخص‌ها حذف نشد و مطابق جدول ۵ وزن‌دهی شد. با توجه به مدل خاص اجراشده در این مطالعه و نتایج حاصل‌شده، راهکارهای کاربردی ذیل به تفکیک عوامل، برای مدیران و مسئولان صنعت نفت در حوزه انتقال فناوری پیشنهاد می‌شود؛

۱. برای افزایش بهره‌وری انتقال فناوری، ظرفیت انتقال فناوری را بهبود بخشند؛
۲. همچنین ظرفیت یادگیری متخصصان و خبرگان را به وسیله آموزش‌های به روز بین‌المللی ارتقا دهند؛

۳. محیط مناسب انتقال فناوری را فراهم نمایند؛

۴. حالت انتقال را مد نظر قرار دهند؛

۵. به وسیله مذاکرات رسمی، همکاری و حمایت دولت را جلب کنند؛

۶. دریافت‌کننده فناوری، کارشناس ارشد، خبره و با تجربه باشد؛

۷. ماهیت فناوری را از این منظر که کدام فناوری با توجه به شرایط روز اقتصادی و تجاری و

جلوگیری از اتلاف سرمایه در اولویت قرار دارند، در نظر بگیرند؛

۸. و در نهایت، اینکه مناسب‌ترین و معتبرترین انتقال‌دهنده را برای هر فناوری خاص پیدا کنند.

اگر مبنای تصمیم‌گیری، انتخاب دو یا چند معیار با هم باشد، به ترتیب اولویت و درجه اهمیت عوامل زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. عوامل ظرفیت انتقال فناوری، ظرفیت یادگیری و محیط انتقال فناوری

۲. عوامل حالت انتقال فناوری و همکاری دولت

۳. عوامل دریافت‌کننده فناوری، ماهیت فناوری و انتقال‌دهنده فناوری.

منابع

- Asghari, M., Rakhshanikia, M. A. (2013) “*Technology transfer in oil industry importance and challenges*”, Procedia journal.
- A.S. Mohamed et al., (2012) “*Modeling the technology transfer process in the petroleum industry: Evidence from Libya*”, Mathematical and Computer Modelling, 55, 451–470.
- Azizi, M., (1386) “*Review of the Management Process of Technology Transfer with Oil Projects in Iran*”, Thesis MSc, Tarbiat Modarres University (In Persian).
- Derakhshan, M., (1393) “*Oil Contracts in terms of Sustainable Production and Resilience: A Resistance Economics Approach*”, Two Scientific Papers on Islamic Economic Studies, 6th Year, No. 2, 12th, Spring and Summer, pp. 52-7. (In Persian).
- Derakhshan, M., (1392) “*Desired Features of Oil Contracts: An Economic-Historical Approach to the Performance of Oil Contracts in Iran*”, Iranian Energy Economics Quarterly, No. 9, Winter, Pages 113-53. (In Persian).
- Elgobbi, Eltayeb Mohamed Ali (2008), “*Technology and Knowledge Transfer: A Case Study of the Libyan Oil and Gas Industry*”, Ph.D. Dissertation, University of Durham.
- Hoshdar, F., (1393-A) “*Technology transfer projects in oil and gas*”, chapter 21 of the book Proceedings of oil and gas and petrochemical projects, headed by Ali Vakili, the Institute for International Energy Studies, pp. 749-711. (In Persian).
- Hoshdar, F., (1393-B) “*Presentation of Equilibrium Modeling Technology Planning Based on the Technological Paradigmatic Approach: A Case Study of Iran's Petroleum Industry*”, Ph.D., Islamic Azad University, Research Branch, Faculty of Management and Economics, Technology Management Group. (In Persian).
- Idachaba, Francis (2010), “*Current Trends and Technologies in the Oil and Gas Industry*”, International Journal of Emerging Technologies and Advanced Engineering, vol. 2, issue 7, July.
- Kazemi, A. (1395) “*Technology Management*”, Eyvanekay university press, Iran. (In Persian).
- Mabadi, Amir Hosien (2007), “*Transfer of Technology in Oil and Gas Contracts*”, A half essay for LLM courses at Queen Mary College, University of London, <http://ssrn.com/abstract=1744426>, mabadilawoffice@gmail.com, 36 page.
- Mirzae, S., (1394) “*Contractor's commitments in technology transfer in upstream contracts of the oil and gas industry*”, Islamic Azad University,

- Damavand Branch, Faculty of Law and Human Sciences, Supervisor: Dawood Anders (In Persian).
- Mohammadi, H., (1393) "*Technology in Oil and Gas Drilling Industry*", Twenty-second Annual Engineering Conference Mechanical, Iranian Mechanical Engineers Association (In Persian).
- Moosavi, M., (1395) "*Familiarity with the drilling industry, its status and challenges*", Research Center of the Islamic Consultative Assembly, Aban, Deputy Directorate for Infrastructure Research and Production Affairs Office: Energy, Industry and Mines, Thematic Code: 310, Machine Gun Number: 15106 (In Persian).
- Moosavi, A., Tabatabaian. (1391) "*Identification and ranking of technology valuation indicators in the Iranian oil industry*", University of Alameh Tabataba'i (In Persian).
- Neal, Howard W. (2007), "*Oil and Gas Technology Development*", Topic Paper No. 26, Working Document of the National Petroleum Council (NPC), Global Oil & Gas Study.
- Noori, B., Meghani Nejad, A.,; (1392) "*Evaluation of Technology Transfer Process in the Upstream of the Oil Industry- Case Study: Transfer Technology for the Construction of Drill Drills*", Scientific- Expeditionary Magazine of Exploration and Production of Oil and Gas, Research Institute of Oil Industry, No. 107, p. 21- 17. (In Persian).
- Rao, V. and R. Rodriguez (2005), "*Accelerating Technology Acceptance: Hypotheses and Remedies for Risk-Averse Behavior in Technology Acceptance*", Society of Petroleum Engineers, SPE 98511.
- Shieh, J, Wu H, Huang K, (2010), "*A Dematel method in identifying key success factors of hospital service quality*", Knowledge- based system, vol. 23, issue 3
- Soltani, pirkashani, T., (1389) "*Investigating and identifying ways to transfer technology and selecting the appropriate technology transfer method Onshore & Offshore Drilling Industry*", Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Supervisor: Mr. -Dr. Ahmad Reza Kasraie (In Persian).
- Taleghani, M.; Malek Akhlagh, E., Mehdizadeh, M., (1396) "*Determining the most effective factor in the transfer of technology in the development of Iran's oil fields using a conditional technology transfer model*", Industrial Development Development Quarterly, Vol. 15, p. 110- 101. (In Persian)
- Tavfiqi, J., (1388) "*Reviewing the Barriers and Challenges of Technology Development in the Oil Industry; and Presenting Executive Plans*", Project Design by National Iranian Oil Company, Presidential Technology Cooperation Office, 37 volumes. (In Persian).
- Zakariya, H., (1982) "*Transfer of Technology under Petroleum Development Contracts*", Journal of World Trade Law, vol. 16, no. 3, pp. 207-221.

Zare, B., (1392) *“Investigating the Solutions and Challenges of Transferring Technical Knowledge in the Gas, Oil, and Petrochemical Industries”*, Technology Magazine South Pars, the second year, No. 12 (In Persian).