

شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری (TRLs)

اسماعیل کلانتری^{۱*}، جهان‌شاه چرختاب مقدم^۲

۱. کارشناس ارشد کارآفرینی - کسب‌وکار جدید، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران

۲. دانشجوی دکتری مدیریت راهبردی، دانشگاه عالی دفاع ملی

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲۷

چکیده

بی‌شک یکی از راهبردهای دستیابی به اقتصاد دانش‌بنیان، انتقال فناوری‌های پیشرفته و تبدیل آن به مزیت رقابتی پایدار شرکت‌هاست. در پژوهش‌های اخیر، به سطوح آمادگی فناوری به‌عنوان عاملی تعیین‌کننده در انتقال فناوری‌های پیشرفته کمتر توجه شده است. نگارنده در این پژوهش براساس مبانی نظری، پیشینه پژوهش و مدل لای و تی‌سای به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش آمیخته اکتشافی است. جامعه آماری در بخش کیفی، خبرگان و در بخش کمی کارآفرینان شرکت‌های فناوری پیشرفته است. نمونه آماری در بخش کیفی ده نفر است که به روش گلوله برفی انتخاب شد و در بخش کمی صد نفر است که به روش تصادفی ساده انتخاب شد. در بخش کیفی، ابزار گردآوری داده‌ها مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و در بخش کمی، پرسشنامه محقق‌ساخته است. تحلیل داده‌های کیفی به روش کدگذاری و تحلیل داده‌های کمی با آزمون آنووا و فریدمن انجام گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد در دو فاز شکل‌گیری مفهوم نظری و ساخت نمونه آزمایشی، عوامل انسانی بیشترین تأثیر را بر موفقیت انتقال فناوری‌های پیشرفته دارد. همچنین، در فاز تجاری‌سازی، عوامل صنعتی بیشترین تأثیر را بر موفقیت انتقال فناوری‌های پیشرفته دارد. توجه به این عوامل هنگام انتقال فناوری‌های پیشرفته به کارآفرینان و مدیران شرکت‌های فناوری‌های پیشرفته توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انتقال فناوری، سطوح آمادگی فناوری، فناوری‌های پیشرفته.

مقدمه

جایگاه فناوری‌های پیشرفته در زندگی مدرن برای عموم مردم از یک سو و تبدیل شدن آن به مزیت رقابتی پایدار برای دولت‌ها در عرصه تجارت جهانی و عاملی برای پیشتازی آن‌ها در حوزه کارآفرینی، خلق ثروت و کسب سهم عمده بازار از سوی دیگر، موجب اهمیت چشمگیر فناوری‌های پیشرفته شده است. بی‌شک یکی از راهبردهای دستیابی به اقتصاد دانش‌بنیان و خلق ثروت، انتقال فناوری به‌ویژه فناوری‌های پیشرفته است. بیان موضوع انتقال فناوری‌های پیشرفته در بند یازدهم سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی نیز گواهی این امر است که از سوی مقام معظم رهبری ابلاغ شده است (خامنه‌ای، ۱۳۹۲).

انتقال فناوری مقوله‌ای مهم و اساسی در ارتقای سطح فناوری یک کشور و در نهایت حرکت به سمت توسعه پایدار است (یداللهی و امینی، ۱۳۹۰: ۲۷). در سال‌های اخیر، فناوری و به‌ویژه فناوری‌های پیشرفته به‌عنوان سیاستی راهبردی برای توسعه اقتصادی کشورها مطرح است. در کشورهای پیشرفته صنعتی، دستیابی و به‌کارگیری مؤثر فناوری‌های جدید یکی از راه‌های کسب قدرت نفوذ رقابت بین‌المللی محسوب می‌شود. توسعه و انتقال فناوری، اساسی‌ترین گام در توسعه اقتصادی و صنعتی کشورهای درحال توسعه از جمله ایران است. انتقال فناوری ابزاری است که کشورهای درحال توسعه نظیر ایران می‌توانند با آن فاصله خود را با کشورهای پیشرفته کاهش دهند و مقدمات توسعه‌یافتگی را فراهم کنند.

هرچند پژوهش‌های متعددی برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری انجام گرفته است، در نظر نگرفتن عامل سطوح آمادگی فناوری، نقضی است که در این پژوهش‌ها به چشم می‌خورد. سطوح آمادگی فناوری به‌منظور ارائه توصیفی برای رشد بلوغ فناوری به‌صورت پروسه‌ای از پیشرفت فناوری از ایده اولیه تا محصول نهایی ایجاد شده است (غلامی جورشری، ۱۳۹۱: ۲۱).

بی‌توجهی به عوامل مؤثر بر انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری، احتمال شکست پروژه‌های انتقال فناوری به‌ویژه در حوزه فناوری‌های پیشرفته را افزایش می‌دهد. افزایش بی‌اعتمادی و مخاطره‌های انتقال فناوری‌های جدید، توأم با چالش و دشواری‌های انتقال فناوری در سطوح گوناگون آمادگی فناوری، پژوهشگران دانشگاه‌ها و مدیران تحقیق و توسعه سازمان‌ها و شرکت‌ها را برای ورود به این حوزه پژوهشی علاقه‌مند می‌کند.

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری و ارائه چارچوبی مفهومی برای آن است. نوآوری این پژوهش، مطالعه توأم مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته و سطوح آمادگی فناوری است.

مروری بر مبانی نظری و پیشینه تحقیق انتقال فناوری^۱

در ادبیات موضوع، درباره تجاری‌سازی تعاریف متعددی بیان شده است. دیکترا و همکاران (۲۰۰۷) انتقال فناوری را این‌گونه تعریف می‌کنند: انتقال دانش، محصولات یا فرایندهای جدید از یک سازمان به سازمانی دیگر برای منافع کسب‌وکار (-Dectera et al., 2007: 145). براساس تعریفی دیگر، انتقال فناوری هرگونه فرایندی است که با آن ادراک، اطلاعات و نوآوری‌های اولیه از یک دانشگاه، مؤسسه یا آزمایشگاه دولتی به افراد یا شرکت‌های بخش خصوصی یا نیمه‌خصوصی انتقال می‌یابد و انواع و درجه‌های مختلفی در آن از جمله انتقال دانش تا تبادل کارمندان و انتقال کامل کارخانه وجود دارد (-Liu & Jiang, 2001: 175). طارق خلیل (۱۳۸۸) انتقال فناوری را به‌عنوان فرایندی تعریف می‌کند که علم و فناوری از فرد یا گروهی به فرد یا گروه دیگری منتقل می‌شود که از آن دانش جدید برای انجام دادن کارها به روش خود بهره می‌گیرد؛ به بیان دیگر انتقال فناوری فرایند آماده کردن فناوری طراحی شده برای یک هدف سازمانی، برای استفاده در سازمان‌های دیگر و برای اهداف بالقوه مفید دیگر تعریف می‌شود (خلیل، ۱۳۸۸: ۵۱۳-۵۱۴).

مؤلفه‌های انتقال فناوری

مطالعه و بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که محققان مختلف عوامل گوناگونی را بر انتقال فناوری تأثیرگذار می‌دانند. لای و تی‌سای (۲۰۰۹) معتقدند ویژگی‌های صنعت، سازمانی، نیروی انسانی و فناورانه بر اثربخشی انتقال فناوری مؤثرند (-Lai, Tsai, 2009: 12012). زاگز قابلیت‌های سازمان دریافت‌کننده و زیرساخت بومی را بر انتقال فناوری مؤثر

1. Technology Transfer (TT)

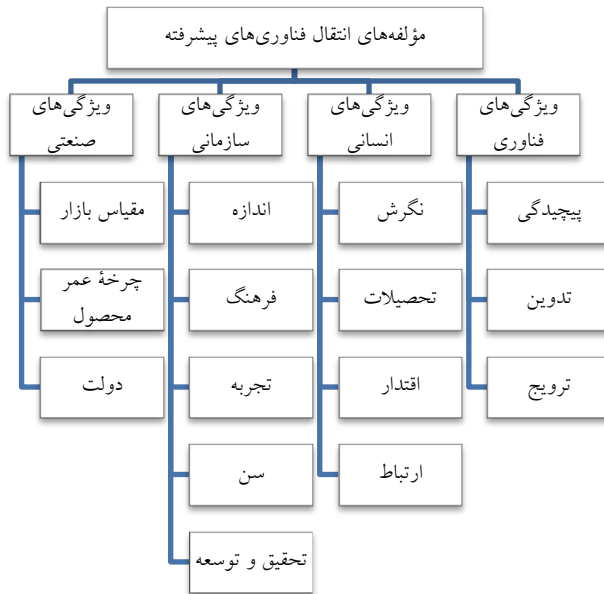
می‌داند (Szogs, 2010: 143). از نظر نامدار زنگنه، عوامل محیطی، استراتژی فناوری، توانمندی فناورانه، توانمندی سازمانی و توانمندی شبکه‌ای بنگاه بر اثربخشی انتقال فناوری تأثیرگذار است (نامدار زنگنه، ۱۳۸۷: ۲۷). در پژوهش دیگری، استراتژی و اهداف، مدیریت، آموزش و ساختار سازمانی، دولت، ماهیت فناوری و شرایط صنعت بر انتقال فناوری مؤثر دانسته می‌شود (گروسی مختارزاده، ۱۳۸۷: ۹۸). مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه و بررسی تعدادی از پژوهش‌های پیشین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری را هشت عامل معرفی می‌کند. این عوامل عبارتند از: مدیریت مؤثر و کارا، حمایت‌های مؤثر دولت، همکاری‌های نزدیک بین مراکز تحقیقاتی و صنایع، توجه به فعالیت‌های تحقیق و توسعه، قابلیت خوب و ظرفیت جذب کشور گیرنده فناوری، دسترسی به بازار کافی، تمایل و توانایی انتقال‌دهنده و گیرنده فناوری و سیاست توسعه صادرات (مهدی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۳-۱۰).

سطوح آمادگی فناوری^۱

سطوح آمادگی فناوری به منظور ارائه توصیفی برای رشد بلوغ فناوری به صورت پروسه‌ای از پیشرفت فناوری از ایده اولیه تا محصول نهایی ایجاد شده است. براساس مبانی نظری، سطوح گوناگون فناوری در نه سطح قرار گرفته‌اند. سطح اول شامل مشاهده و گزارش قواعد پایه است. سطح دوم شامل مفاهیم فناوری و فرموله کردن کاربردهاست. سطح سوم شامل کارکرد تجربی، تحلیل و مختص سازی اثبات مفاهیم است. سطح چهارم شامل توسعه عناصر و نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه است. سطح پنجم شامل توسعه عنصر یا نمونه در محیط‌های مناسب است. سطح ششم شامل نمایش مناسب در یک محیط مناسب واقعی است. سطح هفتم شامل آزمایش سیستم نمونه در محیط واقعی و در حال تجاری شدن برای متقاضیان اولیه است. سطح هشتم شامل سیستم واقعی و کامل برای آزمایش و نمایش و در حال تجاری شدن برای تمام استفاده کنندگان است. سطح نهم شامل سیستم واقعی است که به کمک مأموریت‌های واقعی موفق اثبات شده است و توسعه می‌یابد (غلامی جورشری، ۱۳۹۱: ۲۱).

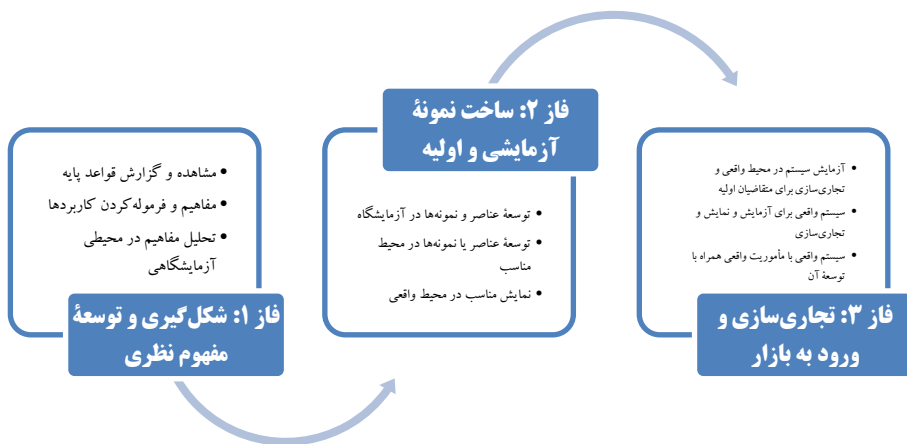
چارچوب مفهومی تحقیق

چارچوب مفهومی در این پژوهش برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری‌های پیشرفته، مدل لای و تی‌سای (۲۰۰۹) است. براساس این مدل، چهار گروه عوامل ویژگی‌های فناوری، انسانی، سازمانی و صنعتی، سازمانی و صنعتی بر انتقال فناوری‌های پیشرفته تأثیرگذار است (Lai & Tsai, 2009). شکل ۱، چارچوب مفهومی مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته را به تفصیل نشان می‌دهد.



شکل ۱. چارچوب مفهومی مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته (Lai & Tsai, 2009)

چارچوب مفهومی استفاده شده برای سطوح آمادگی فناوری در این پژوهش براساس مدل نه سطحی ناسا تعریف می شود (NASA, 2004: 44). شکل ۲ این مدل را نشان می دهد. به منظور تسهیل بررسی، این مدل در سه فاز نشان داده شده است.



شکل ۲. چارچوب مفهومی سطوح آمادگی فناوری در سه فاز و نه سطح (NASA, 2004)

روش شناسی بخش کیفی

پژوهش حاضر کاربردی است که داده های آن با استفاده از روش آمیخته اکتشافی جمع آوری شده است. برای انجام دادن این پژوهش پس از گردآوری مبانی نظری و ادبیات موضوع تحقیق، چارچوب مفهومی لای و تی سای (۲۰۰۹) به عنوان چارچوب نظری پایه استفاده شد. سپس به مصاحبه با خبرگان به منظور شناسایی مؤلفه های انتقال فناوری های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری پرداخته شد. ابزار گردآوری اطلاعات در بخش کیفی، مصاحبه نیمه ساختاریافته است. گویه های کلامی مصاحبه با خبرگان، پس از تلخیص، در سه مرحله کدگذاری (کدگذاری اولیه، باز و محوری) شد. جامعه آماری در بخش کیفی، خبرگان متخصص در حوزه انتقال فناوری های پیشرفته در سه بخش خبرگان نظری شامل اعضای هیئت علمی دانشگاه است که در حوزه انتقال فناوری های پیشرفته صاحب نظرند و خبرگان

کارآفرین در حوزه انتقال فناوری‌های پیشرفته است. حجم نمونه بررسی شده براساس مبانی نظری در تحقیقات کیفی همگون می‌تواند بین شش تا هشت نفر باشد (Kuzel, 1999: 131). لیکن پژوهشگر به دلیل تمایل به افزایش دقت و کاهش خطا، مصاحبه را تا رسیدن به اشباع نظری ادامه داد. به این ترتیب پس از مصاحبه با هفت نفر تقریباً اشباع نظری رخ داد، لیکن پژوهشگر برای اطمینان بیشتر مصاحبه را تا ده نفر از خبرگان ادامه داد. نمونه‌گیری در بخش کیفی با استفاده از روش گلوله برفی^۱ انجام گرفت (Biernacki & Waldorf, 1981: 78). پایایی و روایی ابزار مصاحبه با طراحی نظام‌مند و استفاده از نظرهای خبرگان و اصلاح موارد لازم، از سوی خبرگان تأیید شده است.

بخش کمی

با تحلیل نظرهای خبرگان با روش کدگذاری در سه مرحله، پرسشنامه‌ای طراحی شد (پرسشنامه محقق‌ساخته) که از طریق آن، جمع‌آوری داده‌های بخش کمی انجام گرفت. جامعه آماری در بخش کمی، کارآفرینان و مدیران عامل و مدیران داخلی شرکت‌های فعال در حوزه انتقال فناوری‌های پیشرفته است. حجم نمونه در بخش کمی، صد نفر در نظر گرفته شد (هومن و عسگری، ۱۳۸۴). نمونه‌گیری در بخش کمی با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی ساده^۲ صورت گرفته است (Kerlinger, 1986: 102). روش تحلیل در بخش کمی، آزمون تحلیل آنووا^۳ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ است. روایی پرسشنامه با استفاده از طراحی نظام‌مند و استفاده از نظرهای خبرگان و انجام دادن اصلاحات مورد نظر در پرسشنامه اولیه، از سوی خبرگان تأیید شد. برای بررسی پایایی از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. به این منظور با استفاده از نرم‌افزار SPSS، ضریب آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه و چهار گروه عوامل محاسبه شد که در چارچوب مفهومی پایه و مرحله کیفی شناسایی شد. با توجه به مقادیر محاسبه شده برای آلفای کرونباخ که به تفکیک عوامل فناوری، انسانی، سازمانی و صنعتی به ترتیب برابر با ۰/۹۴۵، ۰/۹۰۶، ۰/۹۳۸ و ۰/۹۲۶ است، پایداری ابزار پرسشنامه استفاده شده در این آزمون تأیید می‌شود.

1. Snowball
2. Simple Random Sampling
3. One Way ANOVA

یافته‌ها

بخش کیفی

از بین ده مصاحبه‌شونده، دو نفر زن و هشت نفر مرد بودند. پنج نفر دارای مدرک دکتری و پنج نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد هستند. یافته‌های مصاحبه با خبرگان در بخش کیفی، شناسایی ۶۳ شاخص در قالب شانزده بعد برای سنجش چهار گروه مؤلفه‌های فناوری، انسانی، سازمانی و صنعتی انتقال فناوری‌های پیشرفته است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار چهار گروه عوامل و شانزده بعد مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته به صورت نزولی (محقق ساخته)

فرآوانی	نمونه‌ای از گویه‌های خبرگان	کد محوری	کد باز
۶	فناوری انتقال یافته باید نیازهای کشور را تأمین کند. فناوری انتقال یافته برای کشور اولویت داشته باشد. فناوری می‌تواند کاربرد نظامی و غیر نظامی داشته باشد. فناوری برای کشور مزیت داشته باشد. فناوری دارای نوآوری باشد.	اهمیت راهبردی	عوامل فناوری
۴	به‌کارگیری فناوری مستلزم استفاده از نیروی خیره باشد. هنگام انتقال فناوری کارکنان آموزش‌های لازم را ببینند. همه مستندات فناوری به دقت گردآوری و مستند شود.	تدوین فناوری	
۲	باید استفاده از فناوری‌های پیشرفته و مزایای آن نهادینه شود. نیروی انسانی درگیر در فرایند انتقال فناوری آموزش لازم را ببینند.	ترویج فناوری	
۳	قیمت فناوری باید برآورد و منابع مالی لازم تدارک دیده شود. فرایند انتقال فناوری فرایندی دینامیک است نه یکباره. نقشه توسعه محصول در فرایند انتقال فناوری باید روشن باشد؛ یعنی باید بدانیم فناوری را برای چه کاربردی می‌خواهیم.	ملاحظات فناوری	
۴	باید در سازمان نگاه درستی به انتقال فناوری و مباحث پیرامون آن باشد. باید روحیه ریسک‌پذیری و تحمل شکست وجود داشته باشد.	نگرش	عوامل انسانی
۵	باید مدیرانی به‌کار گرفته شوند که قبلاً در زمینه انتقال فناوری موفق بوده‌اند. باید از پژوهشگرانی کمک خواست که در فناوری‌های پیشرفته تخصص کافی دارند.	تحصیلات	
۲	اعتبار شرکت‌های گیرنده و دهنده فناوری بسیار مهم است. شرکتی که انتقال دهنده فناوری است باید بتواند در صورت نیاز خدمات پشتیبانی لازم را ارائه کند.	اقتدار	
۳	در فرایند انتقال فناوری باید حداقل تا مدتی ارتباط مستمر بین شرکت انتقال دهنده فناوری و شرکت گیرنده فناوری برقرار باشد. در انتقال فناوری، به‌ویژه در سطح تجاری‌سازی و ورود به بازار باید شبکه‌های ارتباطی قدرتمندی با زنجیره ارزش برقرار باشد.	ارتباط	

ادامه جدول ۱. میانگین و انحراف معیار چهار گروه عوامل و شانزده بعد مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته به صورت نزولی (محقق ساخته)

کد	کد	نمونه‌ای از گویه‌های خبرگان	فرآوانی
باز	محوری		
	ساختار	میزان بوروکراسی در سازمان بر انتقال فناوری مؤثر است. باید ساختار سازمانی فناوری‌محور باشد. سازمان باید چابک و سریع باشد.	۳
	فرهنگ	فرهنگ سازمانی مهم‌ترین عامل مؤثر بر انتقال فناوری است. مدیر باید نقش حامی داشته باشد. نوآوری باید در سازمان وجود داشته باشد.	۴
عوامل سازمانی	تجربه	تجربه سازمان در همکاری مشترک با صنعت مؤثر است. شرکت‌ها باید با نفوذ در مراکز صنعتی بتوانند حمایت صنعت را جلب کنند. تجربه موفق انتقال فناوری در گذشته می‌تواند بسیار مؤثر باشد. همکاری‌های بین‌المللی و داخلی تجربه سازمان را افزایش می‌دهد.	۷
	ظرفیت	قابلیت جذب فناوری در سازمان می‌تواند در موفقیت انتقال فناوری بسیار مؤثر باشد. منابع مالی سازمان باید خوب باشد. افراد متخصص باید در سازمان حضور داشته باشند.	۵
	تحقیق و توسعه	هرچند مراکز رشد شبیه آن چیزی است که در پارک‌های علم و فناوری دیده می‌شود، اما با امکانات آزمایشگاهی مفصل به‌ویژه در فاز ساخت نمونه اولیه و آزمایشی بسیار مؤثر است. دسترسی به امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته لازم است. مراکز بسیار مؤثرند که کمک‌های اطلاعاتی به شرکت‌های انتقال دهنده فناوری انجام دهند.	۳
عوامل صنعتی	مقیاس بازار	شرایط بازار تعیین می‌کند که انتقال فناوری انجام شود یا نه. مواردی مثل اندازه بازار و میزان بازگشت سرمایه مهم است. تعداد رقاباتی مهم است که فناوری مورد نظر یا مشابه آن را دارند. باید دید آیا در بازار امکان رقابت وجود دارد یا نه؟ مثلاً شاید انحصار خاصی وجود داشته باشد.	۶
	چرخه عمر محصول	این اهمیت دارد که محصول و فناوری در کدام یک از مراحل چرخه عمر است.	۱
	دولت	حمایت‌های مالی و فنی دولت در انتقال فناوری بسیار مؤثر است. گاهی اوقات یک قانون می‌تواند بسیار تسهیل‌کننده یا بسیار مزاحم باشد. دولت باید به هر شکلی از این نوآوری‌ها حمایت کند.	۳

بخش کمی

از بین صد نفر نمونه بخش کمی، ۲۵ درصد زن و ۷۵ درصد مرد هستند. دو درصد دارای مدرک دکتری، ۵۴ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۴۴ درصد دارای مدرک کارشناسی هستند. همچنین، از نظر سابقه فعالیت در حوزه فناوری‌های پیشرفته، ۳۹ درصد کمتر از پنج سال، ۵۱ درصد بین پنج تا ده سال و ده درصد بیشتر از ده سال سابقه فعالیت دارند. در بخش کمی، نظر خبرگان درباره اهمیت هریک از عوامل و ابعاد انتقال فناوری با توجه به سطوح گوناگون آمادگی فناوری اندازه‌گیری می‌شود. جدول ۲ میانگین و انحراف معیار چهار گروه عوامل و شانزده بعد را به صورت نزولی (از میانگین بیشتر به کمتر) نشان می‌دهد.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار چهار گروه عوامل و شانزده بعد مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته به صورت نزولی (محقق ساخته)

عوامل	ابعاد	میانگین	انحراف معیار	عوامل	ابعاد	میانگین	انحراف معیار
عوامل فناوری	تدوین فناوری	۳/۷۶۲۲	۰/۸۱۷۰	عوامل فرهنگی	تجربه سازمان	۳/۸۶۵۸	۰/۶۳۹۵
	ترویج فناوری	۳/۷۲۳۳	۰/۸۲۶۱		ظرفیت سازمان	۳/۷۶۴۲	۰/۷۹۱۶
	ملاحظات فناوری	۳/۶۲۸۹	۰/۵۲۸۶		فرهنگ سازمانی	۳/۷۳۹۲	۰/۶۸۶۴
	اهمیت راهبردی	۳/۵۳۶۱	۰/۴۷۶۳		تحقیق و توسعه	۳/۷۱۱۱	۰/۷۶۰۳
عوامل انسانی	تحصیلات	۴/۰۲۰۰	۰/۷۴۹۵	ساختار سازمان	۳/۳۳۳۳	۰/۶۷۴۲	
	ارتباطات	۳/۸۸۱۱	۰/۶۸۸۱	دولت	۳/۸۰۸۳	۰/۸۶۰۱	
	نگرش	۳/۷۱۸۹	۰/۶۷۲۱	مقیاس بازار	۳/۵۷۲۹	۰/۶۲۵۸	
	اقتدار	۳/۶۶۶۷	۰/۸۵۳۵	چرخه عمر محصول	۳/۴۴۳۳	۰/۸۹۰۲	

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در گروه عوامل فناوری، چهار بعد تدوین فناوری، ترویج فناوری، ملاحظات فناوری و اهمیت راهبردی فناوری به ترتیب دارای بیشترین اهمیت هستند. در گروه عوامل انسانی، چهار بعد تحصیلات نیروی انسانی، ارتباطات نیروی انسانی، نگرش نیروی انسانی و اقتدار نیروی انسانی، براساس شاخص میانگین، به ترتیب بیشترین اهمیت را دارند. در گروه عوامل سازمانی، پنج بعد تجربه سازمان، ظرفیت سازمانی، فرهنگ سازمانی، تحقیق و توسعه در سازمان و ساختار سازمانی به ترتیب دارای بیشترین اهمیت هستند و در گروه عوامل صنعتی، سه بعد دولت، مقیاس بازار و چرخه عمر محصول به ترتیب دارای بیشترین اهمیت‌اند. همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، در بین شانزده بعد، بیشترین اهمیت مربوط به سه بعد تحصیلات نیروی انسانی، ارتباطات نیروی انسانی و تجربه سازمان است. جدول ۳ میانگین و انحراف معیار چهار گروه مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته را به صورت نزولی نشان می‌دهد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته به صورت نزولی (محقق‌ساخته)

عوامل	میانگین	انحراف معیار	عوامل	میانگین	انحراف معیار
انسانی	۳/۸۲۱۷	۰/۵۳۷۵	فناوری	۳/۶۶۲۶	۰/۵۵۳۹
سازمانی	۳/۶۸۲۷	۰/۴۹۹۱	صنعتی	۳/۶۰۸۲	۰/۶۷۳۴

عوامل انسانی بیشترین تأثیر را بر انتقال فناوری‌های پیشرفته دارد. آزمون آنووا (تحلیل واریانس یک‌راهه) بر داده‌ها نشان می‌دهد تأثیر عوامل انسانی، سازمانی، فناوری و صنعتی در سطوح گوناگون آمادگی فناوری یکسان نیست. به منظور ساده‌سازی تحلیل داده‌ها و پرهیز از پیچیدگی زیاد، سطوح نه‌گانه آمادگی فناوری را در سه فاز شکل‌گیری و توسعه مفهوم، ساخت نمونه اولیه و آزمایشی و تجاری‌سازی و ورود به بازار خلاصه می‌کنیم. نتایج خروجی نرم‌افزار SPSS پس از آزمون آنووا در جدول ۴ نشان داده می‌شود.

جدول ۴. خروجی نرم افزار SPSS پس از آزمون آنووا برای مقایسه سه فاز (محقق ساخته)

مقدار معنی داری ^۵	نسبت F ^۴	میانگین مجذورات ^۳	درجه آزادی ^۲	مجموع مجذورات ^۱	موارد
۰/۰۰۰	۲۰/۷۲۰	۵/۶۷۰	۲	۱۱/۳۴۱	بین گروه‌ها
		۰/۲۷۴	۲۹۷	۸۱/۲۷۷	درون گروه‌ها
			۲۹۹	۹۲/۶۱۷	کل

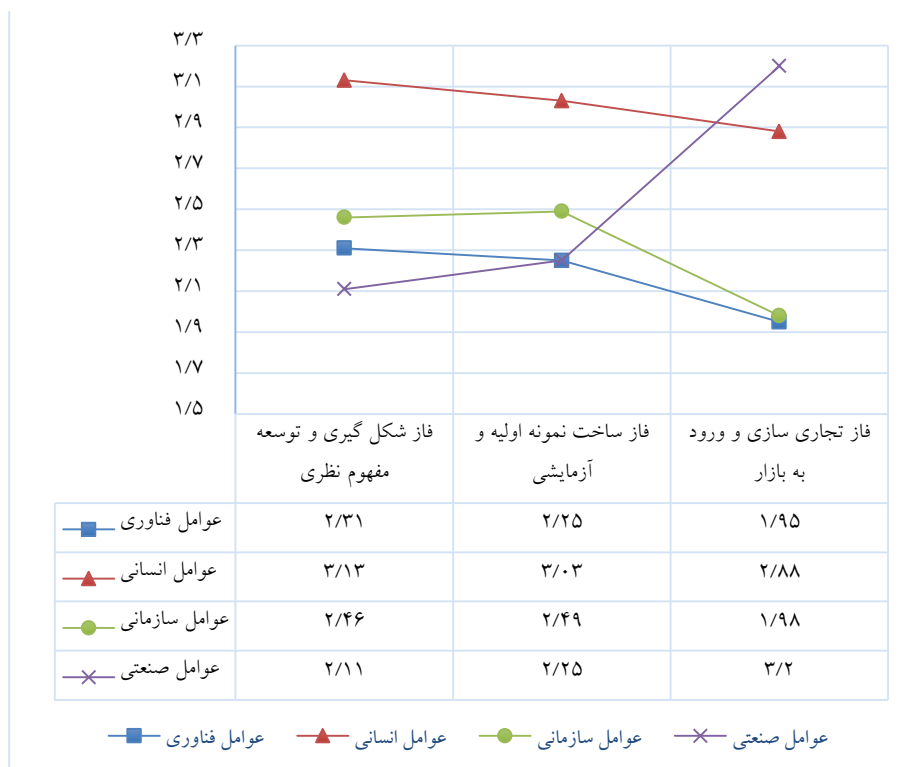
بنابراین، چوم نسبت F بیشتر از ۱ ($F > 1$) و مقدار معنی داری کمتر از ۰/۰۵ ($Sig < 0.05$) است؛ پس اهمیت مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری بین سه فاز بررسی شده در این پژوهش تفاوت معنادار دارد. به منظور اولویت بندی هریک از عوامل فناوری، انسانی، سازمانی و صنعتی در هر فاز، از آزمون فریدمن^۶ استفاده می‌شود. جدول ۵، معنی داری آزمون فریدمن را برای مقایسه عوامل چهارگانه در سه فاز آمادگی فناوری نشان می‌دهد.

جدول ۵. معنی داری آزمون فریدمن را برای مقایسه عوامل چهارگانه در سه فاز آمادگی فناوری

مقدار معنی داری	درجه آزادی	مجذور کای ^۷	تعداد موارد
۰/۰۰۰	۲	۵۲/۸۴۲	۱۰۰

به این ترتیب با استفاده از آزمون فریدمن، عوامل سازمانی، انسانی، فناوری و صنعتی در هر فاز رتبه بندی می‌شود. نمودار ۱ اولویت هریک از عوامل فناوری، انسانی، سازمانی و صنعتی را در سه فاز شکل گیری و توسعه مفهوم نظری، ساخت نمونه اولیه و آزمایشی و تجاری سازی و ورود به بازار نشان می‌دهد (اعدادی که روی محور عمودی نوشته شده است، همان مقادیر میانگین رتبه^۸ است که در خروجی نرم افزار پس از اجرای آزمون فریدمن مشاهده می‌شود).

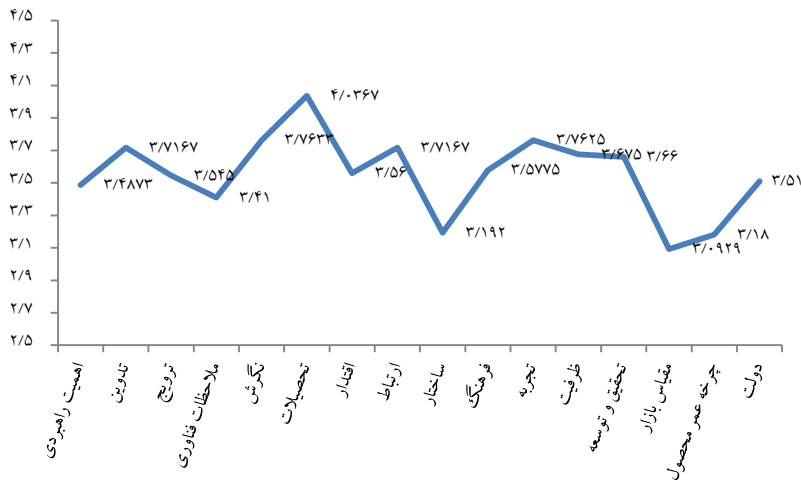
1. Sum of Squares
2. df
3. Mean Squares
4. F-ratio
5. Sig. Value
6. Friedman
7. Chi Square
8. Rank Mean



نمودار ۱. اولویت عوامل فناوری، انسانی، سازمانی و صنعتی به تفکیک سه فاز (محقق‌ساخته)

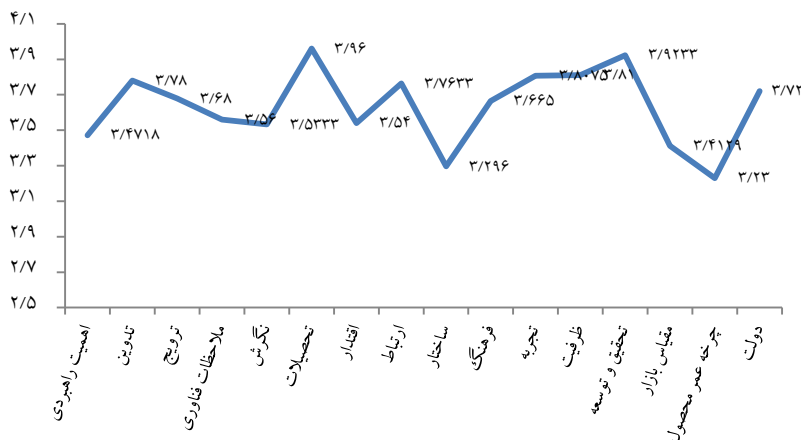
همان‌طور که در نمودار ۱ ملاحظه می‌شود، در فاز اول و دوم آمادگی فناوری (شامل سطوح یک تا شش آمادگی فناوری)، عوامل انسانی تأثیر بیشتری بر انتقال فناوری‌های پیشرفته دارند. لیکن در فاز تجاری‌سازی و ورود به بازار (سطوح هفت تا نه آمادگی فناوری)، عوامل صنعتی تأثیر بیشتری بر انتقال فناوری‌های پیشرفته دارند و عوامل انسانی در رتبه دوم اهمیت قرار می‌گیرد.

نمودار ۲، میانگین هر یک از شانزده بعد مؤثر بر انتقال فناوری‌های پیشرفته را در فاز شکل‌گیری و توسعه مفهوم نظری نشان می‌دهد.



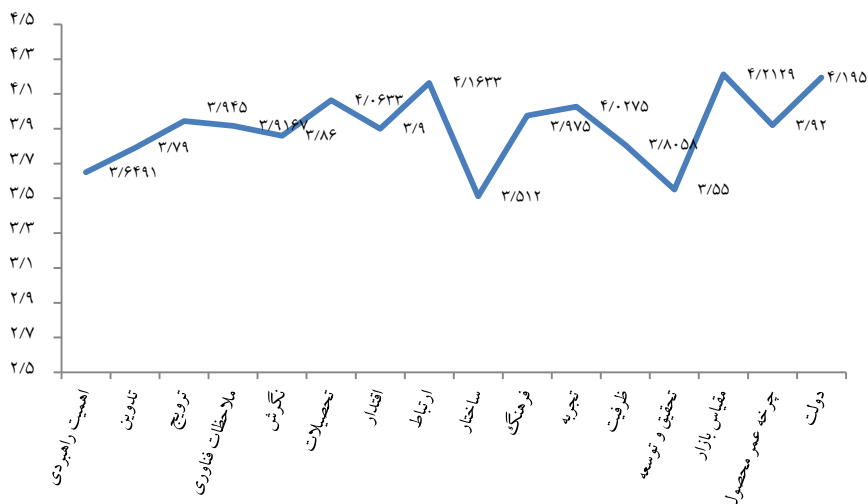
نمودار ۲. میانگین هریک از شانزده بعد مؤثر بر انتقال فناوری‌های پیشرفته در فاز شکل‌گیری و توسعه مفهوم نظری (محقق ساخته)

همان‌طور که در نمودار ۲ ملاحظه می‌شود، سه بعدی که بیشترین تأثیر را در فاز شکل‌گیری و توسعه مفهوم نظری (سطوح یک تا سه آمادگی فناوری) دارند، به ترتیب عبارتند از: تحصیلات نیروی انسانی، نگرش نیروی انسانی و تجربه سازمان. نمودار ۳ میانگین هریک از شانزده بعد مؤثر بر انتقال فناوری‌های پیشرفته را در فاز ساخت نمونه اولیه و آزمایشی نشان می‌دهد.



نمودار ۳. میانگین هریک از شانزده بعد انتقال فناوری‌های پیشرفته در فاز ساخت نمونه اولیه و آزمایشی (محقق ساخته)

همان‌طور که در نمودار ۳ ملاحظه می‌شود، سه بعدی که بیشترین تأثیر را در فاز ساخت نمونه اولیه و آزمایشی (سطوح چهار تا شش آمادگی فناوری) دارند، به ترتیب عبارتند از: تحصیلات نیروی انسانی، تحقیق و توسعه در سازمان و ظرفیت سازمان. نمودار ۴ میانگین هریک از شانزده مؤلفه انتقال فناوری‌های پیشرفته را در فاز ساخت نمونه اولیه و آزمایشی نشان می‌دهد.



نمودار ۴. میانگین هریک از شانزده بعد انتقال فناوری‌های پیشرفته در فاز تجاری‌سازی و ورود به بازار (محقق ساخته)

همان‌طور که در نمودار ۴ ملاحظه می‌شود، سه بعدی که بیشترین تأثیر را در فاز تجاری‌سازی و ورود به بازار (سطوح هفت تا نه آمادگی فناوری) دارند، به ترتیب عبارتند از: مقیاس بازار، دولت و ارتباطات نیروی انسانی.

بحث و نتیجه‌گیری

هرچند پژوهش‌های متعددی درباره عوامل تأثیرگذار بر انتقال فناوری انجام گرفته است، اما این اولین پژوهشی است که مؤلفه‌های انتقال فناوری‌های پیشرفته را توأم با در نظر گرفتن سطوح گوناگون آمادگی فناوری مطالعه می‌کند. چارچوب مفهومی پایه در این پژوهش، مدل

مؤلفه‌های انتقال فناوری است که توسط لای و تی‌سای (۲۰۰۹) ارائه شده و جزء کامل‌ترین مدل‌ها در این موضوع است. در بخش کیفی پژوهش، براساس مصاحبه‌های تفصیلی که با خبرگان انجام گرفت، تغییراتی در مدل پایه لحاظ شد. به این ترتیب که در گروه عوامل فناوری، بعد پیچیدگی فناوری به دلیل اینکه به خوبی گویای همه ابعاد فناوری نبود، به دو بعد اهمیت راهبردی فناوری و ملاحظات فناوری تفکیک شد. در پژوهش‌های مشابه، اهمیت این دو بعد در تأثیر بر انتقال فناوری بیان شده است؛ به عنوان مثال لین و برگ (۲۰۰۱) ماهیت فناوری را عاملی مهم در انتقال فناوری برمی‌شمرند (Lin & Berg, 2001: 287- 293). بیج و همکاران (۲۰۰۲) ویژگی فناوری‌ها را بر انتقال فناوری مؤثر می‌دانند (Bach et al., 2002: 321- 338). نامدار زنگنه (۱۳۸۷) استراتژی فناوری را از عواملی می‌شمرد که بر اثربخشی انتقال فناوری تأثیرگذار است. همچنین، گروسی مختارزاده (۱۳۸۷) ماهیت فناوری را بر انتقال فناوری مؤثر می‌داند.

در گروه عوامل سازمانی، بعد اندازه سازمان به ساختار سازمان تغییر کرد تا علاوه بر اندازه سازمان، سایر ویژگی‌های ساختار سازمان نیز در آن لحاظ شود. همچنین، بعد سن سازمان به ظرفیت سازمان تغییر کرد تا بتواند سایر ملاحظات سازمان را نیز شامل شود. در پژوهش‌های سایر پژوهشگران نیز موارد مشابه دیده می‌شود؛ به عنوان مثال مادو (۱۹۸۹) دو عامل ساختار و قابلیت را به همراه شش عامل دیگر، بر موفقیت فرایند انتقال فناوری مؤثر می‌داند (Madu, 1989: 115- 124). بیج و همکاران (۲۰۰۲) ساختار سازمانی شرکت‌های درگیر در فرایند انتقال فناوری را مهم می‌شمرند (Bach et al., 2002: 321- 338). موحدی (۲۰۰۳) ضمن برشمردن ده عامل در موفقیت انتقال فناوری شرکت‌های ایرانی، یکی از این عوامل را ظرفیت جذب بیان می‌کند (Movahedi, 2003: 117). اونی به این نکته اشاره دارد که قابلیت فناورانه شرکت دریافت‌کننده، عامل قطعی در انتقال و جذب یک فناوری ویژه است (Awany, 2005: 213- 220). زاگز (۲۰۱۰) قابلیت‌های سازمان دریافت‌کننده را بر انتقال فناوری مؤثر می‌داند (Szogs, 2010: 143). مطالعات مشابه دیگری نیز در این زمینه وجود دارد که به علت پرهیز از طولانی شدن بیان نمی‌شود. در گروه عوامل انسانی و صنعتی، تغییری در مدل پایه پژوهش ایجاد نشد.

رتبه‌بندی عوامل تأثیرگذار بر انتقال فناوری‌های پیشرفته به تفکیک سه فاز آمادگی فناوری، نتایج قابل‌اعتنایی را به دنبال داشت. براساس نتایج محاسبات نرم‌افزار، مؤثرترین عامل در دو فاز شکل‌گیری مفهوم و توسعه نظری (سطوح یک تا سه آمادگی فناوری) و ساخت نمونه اولیه و آزمایشی (سطوح چهار تا شش آمادگی فناوری)، عامل انسانی است. در گروه عوامل انسانی، خبرگان بر بعد تحصیلات بسیار تأکید کرده‌اند. در این میان، مهم‌ترین موضوعی که خبرگان به آن توجه کردند، حضور مدیران موفق در حوزه انتقال فناوری‌های پیشرفته درون سازمان است. ۷۳ و ۷۷ درصد خبرگان تأثیر حضور مدیران موفق بر موفقیت این فرایند در انتقال فناوری‌های پیشرفته را به ترتیب در فاز اول و دوم، زیاد یا بسیار زیاد ارزیابی کرده‌اند. پژوهش‌های مشابه نیز نقش مدیریت را در انتقال فناوری تأثیرگذار ارزیابی می‌کند؛ به‌عنوان مثال مادو (۱۹۸۹) مدیریت را یکی از هشت عامل کلیدی برای شرکت دریافت‌کننده در موفقیت انتقال فناوری مطرح می‌کند (Madu, 1989: 115- 124). موحدی (۲۰۰۳) قدرت و اختیارات مدیریت را یکی از ده عامل موفقیت انتقال فناوری در شرکت‌های ایرانی می‌داند (Movahedi, 2003: 117). هریس و هریس (۲۰۰۴) عوامل مهم را در انتقال موفق فناوری به پنج گروه تقسیم می‌کند که یکی از آن‌ها مدیریت است (Harris & Harris, 2004: 551- 565). فارسیجانی و تیموریان (۱۳۸۸) مدیریت کارا و مؤثر را یکی از عوامل موفقیت انتقال فناوری برای رسیدن به کلاس جهانی ارزیابی می‌کنند (فارسیجانی و تیموریان، ۱۳۸۸: ۱۵۱- ۱۶۱). همچنین، در دو پژوهش جداگانه، گروسی مختارزاده (۱۳۸۷) و مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز مدیریت کارا و مؤثر را بر انتقال فناوری مؤثر برمی‌شمرند.

نکته مهم اینکه در فاز تجاری‌سازی و ورود به بازار (سطوح هفت تا نه آمادگی فناوری)، هرچند عوامل انسانی اهمیت بسیاری دارد، اما براساس آزمون فریدمن، عوامل صنعتی تأثیرگذارترین عامل در انتقال فناوری‌های پیشرفته محاسبه شد. این موضوع اهمیت در نظر گرفتن ملاحظات صنعت را در فاز تجاری‌سازی و ورود به بازار به‌خوبی تبیین می‌کند. همچنین در بین عوامل صنعتی، تأثیر دو بعد مقیاس بازار و دولت، بسیار قابل اهمیت است. ۸۲ و ۸۵ درصد خبرگان به ترتیب تأثیر سه موضوع تسهیلات دولت در سیاست‌ها و قوانین مرتبط با انتقال فناوری، شرایط رقابتی در بازار و میزان بازگشت سرمایه را در فاز تجاری‌سازی

و ورود به بازار، بر موفقیت فرایند انتقال فناوری‌های پیشرفته، زیاد یا بسیار زیاد بیان کرده‌اند. نتایج پژوهش‌های مشابه نیز مؤید این موضوع است. موحدی (۲۰۰۳) سیاست‌های دولت را در موفقیت انتقال فناوری حائز اهمیت می‌داند (Movahedi, 2003: 117). اونی (۲۰۰۵) قوانین را بر اثربخشی انتقال فناوری مؤثر برمی‌شمرد (Awany, 2005: 213- 220). المبروک و سوار (۲۰۰۹) ده مورد را به عنوان مهم‌ترین موضوعات در تسهیل انتقال فناوری شناسایی کردند که اولین آن‌ها تدوین سیاست‌های دولتی منعطف است (Al-mobark & Soar, 2009: 504- 522). لشکری (۱۳۷۸) میزان حمایت‌های اقتصادی و اطلاعاتی وزارت صنایع را به عنوان بخشی از دولت از عوامل برون‌سازمانی مؤثر بر انتقال فناوری می‌داند. گروسی مختارزاده (۱۳۸۷) و مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز در دو پژوهش جداگانه، حمایت‌های دولت را بر انتقال فناوری مؤثر ارزیابی می‌کنند.

پیشنهادها

براساس یافته‌ها و نتایج این پژوهش، پیشنهادهایی به منظور افزایش میزان موفقیت فرایند انتقال فناوری ارائه می‌شود:

۱. شرکت‌های دانش‌بنیان و سایر شرکت‌ها و سازمان‌هایی که با فرایند انتقال فناوری‌های پیشرفته درگیرند، باید به نقش نیروی انسانی بیش از پیش توجه کنند. به کارگیری مدیران موفق و باتجربه در حوزه انتقال فناوری و افزایش کمیّت و کیفیت پژوهشگران در حوزه انتقال فناوری می‌تواند احتمال موفقیت در فرایند انتقال فناوری‌های پیشرفته را بیشتر کند. توجه به عامل نیروی انسانی به‌ویژه برای شرکت‌های نوپا بسیار کلیدی است که معمولاً در فاز شکل‌گیری و توسعه مفهوم نظری و ساخت نمونه اولیه و آزمایشی هستند.

۲. شرکت‌های دانش‌بنیان و سایر مراکزی که در فاز تجاری‌سازی و ورود به بازار اقدام به انتقال فناوری‌های پیشرفته می‌کنند، باید با دقت بیشتری عوامل صنعتی مؤثر بر انتقال فناوری را رصد کنند. انجام‌دادن تحقیقات بازار و رصدکردن عواملی مانند اندازه بازار، تعداد رقبا، شرایط رقابتی در بازار (انحصار، نداشتن انحصار، میزان رقابت‌پذیری) و

میزان بازگشت سرمایه می‌تواند تصویر روشنی را از فرایند انتقال فناوری برای شرکت ترسیم کند.

۳. شرکت‌های دانش‌بنیان باید ضمن افزایش قابلیت‌های درونی مانند منابع انسانی و مالی، از طریق ارتباطات مدیران، پژوهشگران و همکاران و با نفوذ به صنعت و مراکز سیاستگذاری و تصمیم‌سازی، سرمایه‌گذاران، تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان، شبکه‌های ارتباطی گسترده و مطمئن را پایه‌ریزی کنند.

۴. با توجه به راهبرد دولت در دستیابی به اقتصاد دانش‌بنیان، دولت باید تسهیلات لازم را در سیاست‌ها و قوانین مرتبط با انتقال فناوری فراهم کند. همچنین، دولت باید با حمایت‌های مالی (تأمین اعتبار، تسهیلات مالی، معافیت‌های مالیاتی و...) و فنی (تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی، ثبت پتنت و...)، شرایط را برای انتقال فناوری‌های پیشرفته در شرکت‌های دانش‌بنیان و سایر سازمان‌ها و شرکت‌ها تسهیل کند.

منابع

- خامنه‌ای، سید علی، (۱۳۹۲)، ابلاغ سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، وبسایت اطلاع‌رسانی دفتر مقام معظم رهبری به آدرس: <http://farsi.khamenei.ir>.
- خلیل، طارق، ایزدی، داود (مترجم)، اعرابی، سید محمد (مترجم)، (۱۳۸۸)، مدیریت تکنولوژی: موفقیت در رقابت و خلق ثروت، تهران، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی، صص ۵۱۳-۵۱۴.
- غلامی جورشری، مینو، (۱۳۹۱)، تعیین سطح آمادگی فناوری پیل سوختی پلیمری خانگی در ایران، سومین همایش بیوانرژی ایران، صص ۲۰-۳۲.
- فارس‌جانی، حسن، تیموریان، مهدی، (۱۳۸۸)، بررسی عوامل موفقیت انتقال فناوری برای رسیدن به کلاس جهانی (مورد کاوی: شرکت هپکو)، چشم‌انداز مدیریت، شماره ۳۲، صص ۱۵۱-۱۶۱.
- گروسی مختارزاده، نیما، (۱۳۸۷)، شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر بر روند انتقال تکنولوژی تولید خودرو L90 در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، صص ۹۸.
- لشکری، معصومه، (۱۳۷۸)، بررسی جامعه‌شناختی انتقال تکنولوژی در قزوین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، صص ۱۲۵.
- مهدی‌زاده، محمود، حیدری قره‌بلاغ، هادی، میرزایی، یاسر، (۱۳۸۹)، شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، سال هفتم، شماره ۲۵، صص ۳-۱۰.
- نامدار زنگنه، سودابه، (۱۳۸۷)، ارائه یک مدل ترکیبی برای شناسایی عوامل مؤثر در اثربخشی پروژه‌های انتقال تکنولوژی در شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات برق ایران، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، صص ۲۷.
- هومن، حیدرعلی، عسگری، علی، (۱۳۸۴)، تحلیل عاملی: دشواری‌ها و تنگناهای آن، مجله روان‌شناسی و علوم تربیتی، سال ۳۵، شماره ۲، صص ۱-۲۰.
- یداللهی، جهانگیر، امینی، زهرا، (۱۳۹۰)، شناسایی عوامل نهادی و محیطی مؤثر بر انتقال فناوری در حوزه زیست‌فناوری، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، سال هفتم، شماره ۲۸، صص ۲۷-۳۳.
- Al-Mabrouk, K. & Soar, J., (2009). An analysis of the major issues for successful information technology transfer in Arab countries. *Enterprise Information Management*, 22 (5), 504- 522.

- Awny, M. M. (2005). Transfer and implementation processes in developing countries. *International Journal of Technology Management*, 32, 213–220.
- Bach, L., Cohendet, P., & Schenk, E. (2002). Technological Transfers from the European Space Programs: A Dynamic View and Comparison with Other R&D Projects. *Technology Transfer*, 27, 321-338.
- Biernacki, P., Waldorf, D., (1981), Snowball Sampling: Problems and techniques of Chain Referral Sampling, *Sociological methods and research*, 10(2), P78.
- Decker, Moira, Bennett, David, Leseure, Michel ,(2007), University to business technology transfer-UK and USA comparisons, *Technovation* 27,145-155.
- Harris, D. & Harris, F. J., (2004). Evaluating the transfer of technology between application domains: a critical evaluation of the human component in the system. *Technology in Society*, 26, 551–565.
- Kerlinger, F. N., (1986), *Foundations of Behavioral Research*, New York: Holt, Rinehart and Winston Inc, P102.
- Kuzel, A.J., (1999), *Sampling in Qualitative Inquiry, Doing Qualitative Research*, Thousand Oaks, CA: Sage, P131.
- Lai, W., Tsai, C., (2009). Fuzzy rule-based analysis of firm's technology transfer in Taiwan's machinery industry, *Expert Systems with applications*, 36, 12012-12022. DOI: 10.1016/j.eswa.2009.03.054.
- Lin, B. & Berg, D., (2001). Effects of cultural differences on TT projects: an emirical study of Taiwanese manufacturing companies. *International Journal of Project Management*, 19, 287-293.
- Liu, Hong, Jiang, Yunzhong, (2001), Technology transfer from higher education institutions to industry in China: nature and implications, *Technovation* 21,175-188.
- Madu, C. N., (1989). Transferring technology to developing countries – critical factors for success. *Long Range Planning*, 22(4), 115 -124.
- Movahedi, B., (2003). Modes of technology transfer in Iranian firms, PhD Dissertation, P117.
- NASA, (2004), *Definitions of TRLs for Components and Subsystems/Systems Report*, P44.
- Szogs, A. (2010). Technology transfer and technological capability building in informal Firms in Tanzania (Doctoral thesis). Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE), Lund, Sweden, P143.