

# شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری با استفاده از روش دلفی فازی و فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP)

Original Article

جعفر یزدی‌مقدم (دکتری)

محمد صالح اولیاء\* (استاد)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه یزد

رضا بندریان (استادیار)

پژوهشکده‌ی توسعه‌ی کسب و کار، پژوهشگاه صنعت نفت

شواهد متعدد نشان می‌دهد درصد اندکی از فناوری‌ها در زمینه تجاری‌سازی به موفقیت دست یافته‌اند. هدف پژوهش حاضر، شناسایی عوامل مؤثر بر تجاری شدن موفق فناوری و تعیین اهمیت نسبی این عوامل است. با استفاده از مرور ادبیات، ۳۸ مؤلفه‌ی مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری استخراج و در ۴ بُعد: مشخصات فنی، مشخصات مالی و اقتصادی، مشخصات بازار، و قوانین و تأییدیه‌ها، دسته‌بندی شد. برای پالایش و ارزیابی تناسب عوامل مستخرج با زمینه‌ها و شرایط واقعی تجاری‌سازی فناوری، از روش دلفی فازی با نظرسنجی از خبرگان منتخب استفاده شد که منجر به شناسایی ۳۲ مؤلفه در چهار بعد شد. سپس اهمیت نسبی هر یک از مؤلفه‌ها و ابعاد مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی براساس روش فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP) تعیین شد. «مشخصات بازار» به عنوان مهم‌ترین بُعد اثرگذار بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری مشخص شد.

واژگان کلیدی: تجاری‌سازی فناوری، موفقیت تجاری‌سازی، روش دلفی فازی، فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP).

## ۱. مقدمه

دستگاه‌های دولتی قرارگرفته‌اند تا از طریق تجاری‌سازی تحقیقات نوآورانه، هزینه‌های مالی خود را تأمین کنند. ایجاد بسترهایی برای تجاری‌سازی یافته‌های تحقیقاتی و عرضه‌ی دانش به بازار و جامعه، علاوه بر فراهم آوردن ارزش‌های اقتصادی قابل توجه برای سازمان‌های تحقیقاتی، منجر به رشد فنی، اقتصادی و افزایش رفاه جامعه می‌شود. اهمیت این مطلب باعث شده است تا مطالعات و پژوهش‌های فراوانی در مورد تجاری‌سازی و به بازار رسانی در مؤسسات مختلف انجام شود.<sup>[۵]</sup> اما مسیر تجاری‌سازی فناوری با پویایی زیاد و عدم اطمینان بالایی روبه‌روست. شواهد متعدد از سراسر دنیا حاکی از آن است که تعداد کثیری از تحقیقات از نظر فنی موفق بوده‌اند، اما درصد اندکی از آنها در زمینه‌ی تجاری‌سازی به موفقیت دست یافته‌اند. قیف توسعه نیز نشان می‌دهد که اکثر ایده‌ها و نوآوری‌ها، به محصول منتج نشده و به بازار نمی‌رسند، به طوری که تنها یک ایده از ۳۰۰۰ ایده منجر به موفقیت می‌شود. این امر نشان‌دهنده‌ی پیچیدگی بالای فرایند تجاری‌سازی است.<sup>[۶]</sup>

موانع متعددی در تجاری‌سازی فناوری وجود دارد که ممکن است در هر یک از مراحل ایده تا بازار به وقوع بپیوندد. برخی از این موانع عبارت‌اند از: کمبود اطلاعات،

بین تولید علم و پیشرفت‌های فناورانه‌ی یک کشور فاصله وجود دارد. تولیدات علمی باید طی مراحل، توسعه یابند تا به فناوری قابل استفاده در جامعه تبدیل شوند. فرایند تجاری‌سازی<sup>۱</sup> می‌تواند این بستر را فراهم کند.<sup>[۱]</sup> برخی محققین، تجاری‌سازی را «فرایند تبدیل فناوری<sup>۲</sup> به محصولات موفق اقتصادی» می‌دانند؛ فرایندی که دانش تولید شده را به محصولات قابل عرضه در بازار تبدیل می‌کند.<sup>[۲]</sup> در تعریفی دیگر، تجاری‌سازی فناوری را می‌توان به بازار رسانیدن یک ایده یا یک نوآوری دانست.<sup>[۳]</sup> تجربه‌ی چندین ساله‌ی انجام فعالیت‌های تحقیقاتی نشان می‌دهد که انجام تحقیقات محض، بدون برنامه‌ریزی برای توسعه و کاربردی کردن آنها، و نیز عدم استفاده از نتایج پژوهش‌ها در صنعت، موجب هدر رفتن انرژی و سرمایه‌ی ملی صرف شده بدین‌منظور می‌شود.<sup>[۴]</sup>

با توجه به اهمیت بالای تجاری‌سازی فناوری در کسب درآمد و سود از فناوری و دستاوردهای تحقیقاتی، امروزه مراکز تحقیقاتی و پژوهشی تحت فشار سازمان‌ها و

\* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۰/۲۵/۱۳۹۵، اصلاحیه ۲۴/۵/۱۳۹۶، پذیرش ۲۷/۶/۱۳۹۶.

DOI:10.24200/J65.2018.20097

هنگامی که دستاورد قابل ارائه‌ی بی به بازار حاصل شود، مرحله‌ی تجاری‌سازی آغاز می‌شود.<sup>[۳]</sup>

از دیدگاه فرایند نوآوری، فناوری باید از مؤسسه‌های عرضه‌کننده‌ی آن به سمت صنایع و شرکت‌های متقاضی جریان یابد تا:

۱. از انباشت بدون استفاده‌ی فناوری در دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و شرکت‌های قادر به تولید فناوری اجتناب شود.

۲. بنیه‌ی فناوری صنایع و شرکت‌ها و توان رقابت‌پذیری آنها در بازارهای جهانی افزایش یابد. تزریق فناوری بهتر و تازه‌تر به شرکت‌های محلی یکی از اهرم‌های کلیدی برای تبدیل آنها از شرکت‌هایی با عملکرد پایین به شرکت‌هایی با کلاس جهانی است. این امر به‌ویژه برای شرکت‌های کوچک و متوسطی که قادر به راه‌اندازی واحدهای تحقیق و توسعه نیستند، با اهمیت است.

۳. از طریق تجاری‌سازی فناوری‌ها، هزینه‌های توسعه‌ی آنها جبران شده و امکان سرمایه‌گذاری در فناوری‌های بهتر و پیشرفته‌تر برای مؤسسات عرضه‌کننده‌ی فناوری، به وجود می‌آید.

این عوامل و برخی عوامل دیگر موجب شده تا موضوع تجاری‌سازی یافته‌های تحقیقاتی از سوی محققان شدیداً مورد توجه قرار گیرد. علی‌رغم پذیرش موضوع تجاری‌سازی از سوی محققان، شواهد متعدد از سراسر دنیا حاکی از آن است که تعداد بسیاری از تحقیقات گرچه از نظر فنی موفق بوده‌اند اما درصد اندکی از آنها در زمینه‌ی تجاری‌سازی به موفقیت دست یافته‌اند. این امر نشان‌گر پیچیدگی فرایند تجاری‌سازی است.<sup>[۴]</sup>

فرایند تجاری‌سازی فناوری، فرایندی ساده و خطی نیست بلکه فرایندی پیچیده و متأثر از عوامل متعدد زیرساختی، فناوری، کسب و کار، اجتماعی، سیاسی، تاریخی و... است. عواملی که هرکدام می‌تواند از یک سو عامل موفقیت تجاری‌سازی باشد و از سوی دیگر مانع موفقیت آن شود.<sup>[۵]</sup> در فرایند پیچیده‌ی تجاری‌سازی بازیگران متعددی توانمندی‌های متفاوت نقش دارند. این فرایند نیازمند مهارت‌هایی از قبیل توسعه‌ی محصول، ارزیابی بازار، راهبردهای بازار، مدیریت منابع مالی، مهندسی و مدیریت تولید، حسابداری و... است.<sup>[۶]</sup>

### ۳. پیشینه‌ی پژوهش

در این قسمت ابتدا به شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری از ادبیات موضوع خواهیم پرداخت. سپس روش‌های مورد استفاده برای پالایش و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری در تحقیقات پیشین مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با مرور پژوهش‌های قبلی در زمینه‌ی ارزیابی موفقیت تجاری‌سازی فناوری، می‌توان این پژوهش‌ها را در سه دسته‌ی کلی جای داد: ۱. پژوهش در مورد عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری، عمدتاً از منظر فناوری یا محصول فناوری؛ ۲. پژوهش‌هایی که غالباً از دید شرکتی که فناوری را تجاری می‌کند، به شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری پرداخته‌اند؛ ۳. پژوهش‌هایی که عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری را هم از منظر فناوری و هم از منظر شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری شناسایی می‌کند.

در سال ۱۹۹۶ دانشگاه سین‌سیناتی<sup>۹</sup> آمریکا، روش‌شناسی خود را با عنوان مدل ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری (STEP)<sup>۱۰</sup> در مورد فناوری‌های جدید ارائه کرد. در این روش‌شناسی، پتانسیل تجاری<sup>۱۱</sup> به‌عنوان احتمال تجاری‌شدن موفق یک فناوری جدید تعریف شده است. ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری (STEP)

توانمندی‌های ناکافی نیروی انسانی، موانع اقتصادی و سیاسی، موانع ساختاری و سازمانی، عدم درک نیازهای بازار و مشتریان، عدم وجود استانداردهای زیست‌محیطی و... به علاوه خود فناوری نیز ممکن است دارای موانع ذاتی خاصی باشد. پس ایجاد روش‌هایی برای افزایش احتمال موفقیت این فرایند، در حین پراهیمیت بودن، بسیار دشوار است.<sup>[۷]</sup> یکی از راهکارهای اصلی که برای غلبه بر مسائل تجاری‌سازی فناوری‌ها و طرح‌های تحقیقاتی ارائه شده است، ارزیابی موفقیت تجاری‌شدن آنها قبل از اجراست. اما نکته‌ی حائز اهمیت این است که چگونه می‌توان موفقیت تجاری‌سازی فناوری را ارزیابی و برآورد کرد. در گام اولیه و اصلی مدل‌هایی که برای برآورد و ارزیابی موفقیت تجاری فناوری توسعه یافته، عوامل مختلف مؤثر بر تجاری‌سازی موفق فناوری تشریح شده است.<sup>[۸]</sup>

عوامل تأثیرگذار بر تجاری‌سازی فناوری، متنوع و مربوط به حوزه‌ها و زمینه‌های مختلف فنی، مالی، بازار و... می‌باشند و بالطبع اهمیت تأثیرگذاری آنها بر فرایند تجاری‌سازی متفاوت است. بنابراین برای شفاف شدن میزان تأثیر هر عامل بر موفقیت تجاری‌سازی و بهبود مدل‌های ارزیابی تجاری‌سازی فناوری که منجر به ارزیابی و پیش‌بینی دقیق‌تر احتمال موفقیت تجاری‌سازی شود، باید اهمیت نسبی عوامل مؤثر نیز مشخص شود. بر این اساس در مطالعه‌ی حاضر، به شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری با کمک روش دلفی فازی<sup>۳</sup> و تعیین اهمیت نسبی هر کدام از این عوامل با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ی<sup>۴</sup>، می‌پردازیم.

در ادامه، ابتدا مبانی نظری پژوهش، شامل مفهوم تجاری‌سازی فناوری و بررسی پیشینه‌ی پژوهش، تبیین می‌شود. در بخش بعدی، روش‌شناسی پژوهش بیان می‌شود. سپس داده‌ها تحلیل می‌شود و در نهایت پس از بحث در مورد یافته‌های تحقیق، نتیجه‌گیری کلی ارائه می‌شود.

### ۲. تجاری‌سازی فناوری

برای تعریف تجاری‌سازی فناوری، ابتدا باید فناوری را تعریف کرد. بنابراین نخست به مفهوم فناوری پرداخته و سپس تجاری‌سازی فناوری را معرفی می‌کنیم.

طارق خلیل<sup>۵</sup>، فناوری را به‌عنوان کل دانش، محصولات، فرایندها، ابزارها، روش‌ها و سیستم‌های مورد استفاده در ایجاد کالا یا ارائه‌ی خدمات تعریف کرده است.<sup>[۹]</sup> محقق دیگری، فناوری را عامل تبدیل ورودی‌هایی مانند مواد اولیه، نیروی انسانی، تجهیزات و... به خروجی‌ها مانند کالاها و خدمات، دانسته است.<sup>[۱۰]</sup>

فرایند تجاری‌سازی به طور عام عبارت است از: «انتقال دانش و فناوری از یک فرد یا گروه به فرد یا گروهی دیگر به منظور بکارگیری آن در سیستم، فرایند، محصول یا یک روش انجام کار».<sup>[۱۱]</sup> مطابق این تعریف مفهوم تجاری‌سازی فناوری با انتقال فناوری بسیار نزدیک تلقی شده است. برخی نیز تجاری‌سازی فناوری را فرایندی تعریف کرده‌اند که طی آن یک فناوری در قالب محصول، خدمت، یا فرایندی جدید به بازار عرضه می‌شود و فرایند تجاری‌سازی فناوری تمامی فعالیت‌ها را از پیدایش ایده تا طراحی محصول، آزمایش نمونه‌ی اولیه، ساخت و تولید و بازاریابی در بر می‌گیرد.<sup>[۱۲]</sup> همچنین، تجاری‌سازی فناوری را می‌توان به بازار رسانیدن یک ایده یا یک نوآوری دانست و امروزه تجاری‌سازی به یکی از حلقه‌های اصلی فرایند نوآوری<sup>۶</sup> تبدیل شده است. به طور کلی فرایند نوآوری فنی را می‌توان به سه مرحله‌ی مجزا تفکیک کرد: ایده‌پردازی<sup>۷</sup>، توسعه‌ی فناوری<sup>۸</sup>، و در نهایت تجاری‌سازی آن. پژوهش‌گر ابتدا باید ایده‌ی را که بازار کافی دارد، از منابع مختلف ممکن ایجاد و پرورش دهد. این ایده در مرحله‌ی توسعه به فناوری مورد نظر تبدیل می‌شود.

است؛ ۲. پروژه‌های پشتیبان که نقش مهمی در توسعه مستمر فناوری‌های بازی می‌کنند؛ ۳. بازاریابی و تشخیص حقوق مشتریان؛ ۴. استراتژی انتشار که در بسط جایگاه ویژه اولیه داخل یک بازار بزرگ نقش اساسی دارد؛ ۵. سرمایه‌گذاری و کمک مالی. از جمله پژوهش‌های این دسته، مدل ارزیابی آمادگی تجاری سازی (CRA) [۱۴] است. [۲۰] این مدل در کارگاه آموزشی دستیار تجاری سازی تحقیقات جدید کسب و کارهای کوچک، اداره امنیت ملی آمریکا [۱۵] معرفی شد. در مدل CRA، ارزیابی آمادگی تجاری سازی، ارزیابی قوت‌ها و ضعف‌های یک شرکت در ارتباط با آمادگی فعلی آن برای تجاری سازی موفق یک فناوری جدید تعریف شده است. مدل CRA پانزده مؤلفه را شامل می‌شود: نیاز، مشتریان نهایی، دانش مشتری، تعهد مشتری، قیمت‌گذاری، اندازه بازار، نفوذ در بازار، رقبا، حفاظت از سرمایه‌های فکری، بازاریابی و فروش، بودجه‌دهی مورد نیاز، مدل کسب و کار، تجربه تجاری سازی، شرکا و قوانین و تأییدیه‌ها. [۲۰]

البته در بیشتر پژوهش‌های مربوطه، عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری سازی با تمرکز بر هر دو عامل اصلی - هم فناوری و هم شرکت تجاری‌کننده فناوری - شناسایی شده است. در ادامه به تعدادی از این پژوهش‌ها اشاره می‌شود:

میرغفوری و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهش خود عوامل مؤثر بر تجاری سازی اقدامات نوآورانه و پیش‌بینی موفقیت آنها در استان یزد را بررسی کردند. نتایج حاصله نشان داد که متغیرهای جمعیت‌شناختی، عوامل فردی - شخصی، فنی - فناورانه، بازار، مالی و اداری - قانونی بر موفقیت تجاری سازی مؤثرند. [۵]

سوهن و مون (۲۰۰۳) در پژوهش خود رویکردی برای پیش‌بینی شاخص موفقیت تجاری سازی فناوری در ارتباط با نوع فناوری، توسعه‌دهنده فناوری، دریافت‌کننده فناوری و عوامل محیطی ارائه کردند. در این مطالعه براساس داده‌های جمع‌آوری شده از مرکز انتقال فناوری اطلاعات کره، ۹ متغیر در این زمینه شناسایی شد: تحقیق و توسعه، مدیریت، کاربرد، انتقال فناوری، بازار، قوانین، موفقیت تجاری سازی، تأثیر گسترش و انتشار، و نیز بهبود در قابلیت شرکت. این متغیرها در سه بُعد دسته‌بندی شد: بهبود در کیفیت محصولات، بهبود در قیمت‌گذاری و تأثیر توسعه محصول جدید. [۲۱]

توماس استیرو (۲۰۰۴)، در پژوهشی به بررسی عوامل کلیدی موفقیت برای پروژه‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های فنی - تخصصی پرداخت. در این راستا ۳۶ مشخصه شناسایی، و با نظرسنجی از خبرگان در ۴ گروه دسته‌بندی شد. بر این اساس، مشخصه‌های هزینه‌های توسعه‌ی شاخص، عدم اطمینان R&D، در دسترس بودن منابع فنی، تجهیزات و هزینه‌های تولید، در گروه فرصت فنی قرار گرفتند. برگشت سرمایه‌ی مورد انتظار، زمان بازپرداخت و ارزش اسمی، در گروه سودآوری مورد انتظارند. بهبود فنی بالقوه نوآوری، موضوعات مربوط به ایمن بودن فناوری، تأثیرات محیطی، تأثیرات قانونی، معیارهای مختلف تقاضا، در گروه ریسک توسعه قرار می‌گیرد. مشخصه‌های قیمت، رقابت فعلی و رقابت بالقوه، یکپارچگی سیستم، هزینه‌های اضافی نیز در گروه وضعیت‌های قابل تشخیص و تعیین جای گرفتند. [۲۲]

در پژوهشی دیگر احمد راحال و لوئیس رابلو (۲۰۰۶)، عوامل تعیین‌کننده‌ی بی‌کیفیت تجاری سازی فناوری‌های دانشگاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، شناسایی کرده و اهمیت نسبی آنها را تعیین کردند. در این راستا مؤلفه‌های مؤثر شناسایی شده، در پنج گروه دسته‌بندی شد: مؤلفه‌های مرتبط با سازمان، مؤلفه‌های مرتبط با مخترع، مؤلفه‌های مرتبط با فناوری، مؤلفه‌های مرتبط با بازار و تجاری سازی، و مؤلفه‌های مرتبط با مالکیت فکری. براساس وزن داده شده به مؤلفه‌ها، ۱۲ مورد از مهم‌ترین آنها تعیین شد: قوت سرمایه‌ی فکری، امتیازات قابل شناسایی برجسته،

مناسب‌ترین ابزار برای ارزیابی فناوری‌های جدید در مراحل اولیه‌ی توسعه‌ی فناوری، و قبل از صرف زمان و منابع است. مدل STEP برای تعیین پتانسیل تجاری فناوری، عوامل مختلف مؤثر بر تجاری سازی موفق فناوری را تشریح می‌کند. بر مبنای این مدل، هر فناوری جدید برای تجاری شدن نیازمند برخی ویژگی‌های خاص است. این ویژگی‌ها به شش بعد مختلف تقسیم شده است: ارزیابی فنی، ارزیابی فرایندی، ارزیابی اقتصادی، ارزیابی بازار، ارزیابی ادراکی و ارزیابی قانونی و اداری. هر یک از این ابعاد نیز دارای تعدادی مؤلفه است. ارزیابی فنی شامل مؤلفه‌های امکان‌پذیری فنی، مزیت‌های فنی و تجزیه و تحلیل سادگی در مقابل پیچیدگی است. ارزیابی فرایند مؤلفه‌های توانمندی‌های فناوری کاربران بالقوه، بهبود عملکرد در مقابل تغییر فرایند، آزمایش‌پذیری و امکان راه‌اندازی در مقیاس کوچک، تغییر مورد نیاز به منظور استفاده‌ی اثر بخش کاربران بالقوه از فناوری را در بر می‌گیرد. ارزیابی اقتصادی، شامل مؤلفه‌های امکان‌پذیری اقتصادی و تحلیل هزینه‌ی منفعت است. ارزیابی بازار، شامل مؤلفه‌های سازگاری فناوری با نیاز بازار و پتانسیل رشد و نفوذ فناوری در بازار است. قابلیت و سهولت ارتباط با افراد، انگیزه و اشتیاق فردی برای تجاری سازی و خطر احتمالی براساس ارتباط ناشی از تماس‌ها، مؤلفه‌های اصلی ارزیابی ادراکی است. ارزیابی قانونی و اداری، قوانین و تنظیمات، مشوق‌ها و بازدارنده‌ها برای کاربران، نیازمندی‌های فیزیکی و تناسب فرهنگی را به‌عنوان مؤلفه‌های خود در بر می‌گیرد. [۱۴، ۱۵] همانطور که درباره‌ی مدل STEP شرح داده شد، این مدل تنها بر فناوری و ویژگی‌های آن متمرکز شده است. در همین راستا، رضا بندریان (۲۰۰۷)، در پژوهشی برای اندازه‌گیری پتانسیل تجاری یکی از مهم‌ترین طرح‌های تحقیقاتی در پژوهشگاه صنعت نفت ایران در مراحل اولیه‌ی توسعه و قبل از صرف زمان و منابع، از بین مدل‌های مختلف ارزیابی پتانسیل تجاری، مدل ارزیابی راهبرد فناوری (STEP) را انتخاب کرد و براساس این مدل، پتانسیل تجاری این طرح تحقیقاتی را محاسبه کرد. [۶] مهنک و سامتانی (۲۰۱۴)، در مطالعه‌ی تلاش کردند یک رویکرد ضابطه‌محور برای ارزیابی پتانسیل انتقال فناوری و تجاری سازی یک فناوری جدید از تحقیقات دانشگاهی ارائه دهند. در این راستا، معیارهای ارزیابی شناسایی و دسته‌بندی شد: آمادگی فنی، قوانین و تنظیمات، منافع و اثرات اجتماعی، فاکتورهای بازار و فاکتورهای اقتصادی. [۱۶] در این پژوهش نیز معیارهای ارزیابی پتانسیل تجاری سازی از نقطه‌نظر فناوری ارائه شده است.

از سوی دیگر، پژوهش‌هایی هستند که از دید شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری به عوامل مؤثر در ارزیابی موفقیت تجاری سازی، پرداخته‌اند. مانند زهر و نیلسن (۲۰۰۲) در تحقیقی نشان دادند که یک شرکت برای تجاری سازی موفق فناوری، باید در ۴ بُعد توانمند باشد: [۱۷] ۱. گسترانیدن و ارائه‌ی متناوب محصول و فناوری‌های فرایندی؛ ۲. خلق محصولات جدید که تازگی و خلاقانه بودن آن اساسی باشد؛ ۳. سرعت تجاری سازی فناوری؛ ۴. خلق دانش جدید از طریق تجاری سازی فناوری (پشت ۱۲). همچنین اسلاتر و مور (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ی خود با عنوان «توسعه و تجاری سازی موفق نوآوری فنی: بینشی براساس نوع استراتژی» دریافتند که قابلیت‌ها برای توسعه و تجاری سازی موفق نوآوری فنی، براساس تعامل و ارتباط بین استراتژی بازار شرکت (اکتشافی، تحلیل‌گر و تدافعی)، گروه‌های مشتری مورد هدف شرکت و رویکرد شرکت برای درک گرایش بازار، است. [۱۸] در پژوهشی دیگر از این دسته، کیمورا (۲۰۱۰) برای شناسایی فاکتورهای تجاری سازی موفق، دو فناوری از دو پروژه‌ی مهم تجاری سازی در حوزه‌ی بازده انرژی در ژاپن را مورد مطالعه قرار داد. در نتیجه‌ی این مطالعه، ۵ عامل مهم در موفقیت تجاری سازی شناسایی شد: [۱۹] ۱. تحقیق و توسعه‌ی عمومی [۱۳] (در تجاری سازی فناوری‌های ضروری و حتی

مطالعه‌های لیست شده در جدول ۱، پژوهش‌هایی را شامل می‌شود که از سال ۲۰۰۰ به بعد منتشر شده‌اند و بر عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی، تأکید کرده‌اند. در این راستا پژوهش‌هایی که تنها به عوامل مؤثر بر انتقال فناوری یا توسعه‌ی محصول جدید (NPD) پرداخته بودند، از بررسی مطالعه‌ی حاضر حذف شدند.

روش‌های تحقیق در پژوهش‌های مرتبط قبلی، در دو بخش بررسی و مرور می‌شود. ابتدا، روش‌های پالایش و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری بررسی می‌شود. سپس به مرور روش‌های اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی، پرداخته می‌شود.

با مرور روش‌های پالایش و دسته‌بندی عوامل مؤثر در پژوهش‌های قبلی مشخص شد که برخی از این پژوهش‌ها با استفاده از روش‌های کیفی شامل روش دلفی، [۳۰، ۳۵، ۳۶] دلفی فازی، [۳۷] انجام مصاحبه‌ها با محققین دانشگاهی و با مدیران و مهندسان درگیر در پروژه‌های تجاری‌سازی، [۳۲، ۳۹] بررسی دقیق گزارش‌های فنی مربوطه [۳۸] و بررسی فناوری‌های مختلف، [۳۷] عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی مستخرج از ادبیات موضوع را پالایش و دسته‌بندی کردند. تعدادی دیگر از پژوهش‌ها از روش‌های آماری شامل: رگرسیون خطی چندگانه برای پالایش عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری و روش تحلیل عاملی تأییدی برای دسته‌بندی عوامل موفقیت، [۳۳، ۳۷] همچنین آزمون‌های آماری شامل آزمون t استیوودنت و آزمون استقلال  $k^2$ ، [۳۸] برای آزمون فرضیه‌های تحقیق و بررسی تأثیر مؤلفه‌های شناسایی شده بر موفقیت تجاری‌سازی، [۳۵] بهره بردند. همچنین از مرور روش‌های اولویت‌بندی عوامل مؤثر چنین دریافت شد که این پژوهش‌ها از روش‌های آماری شامل مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) [۳۹، ۴۱] و روش رگرسیون لجستیک، [۳۳] روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (AHP) [۴۰، ۴۵] و فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP) [۲۱، ۲۷]، همچنین روش درخت طبقه‌بندی و رگرسیون (CART) [۲۲] به عنوان یکی از روش‌های داده‌کاوی [۲۳، ۲۸] برای تعیین وزن‌های اولویت عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری بهره برده‌اند.

#### ۴. روش پژوهش

در این پژوهش، به منظور پالایش و ارزیابی تناسب عوامل مستخرج از ادبیات موضوع، از روش دلفی فازی استفاده شد. سپس اهمیت نسبی هر یک از عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی، با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP)، شناسایی شد. دو روش ذکر شده‌ی دلفی فازی و فرایند تحلیل شبکه‌ی در ادامه شرح داده می‌شود.

#### ۴.۱. روش دلفی فازی

هدف روش دلفی، دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسش‌نامه و نظرخواهی از خبرگان، به دفعات با توجه به بازخورد حاصل از آنها صورت می‌پذیرد. این روش به خصوص برای مسائلی با ارزش است که نیازی به فنون تحقیقی دقیق ندارند، مثلاً زمانی که داده‌ها ناکافی یا فاقد قطعیت‌اند یا نمونه‌های واقعی موجود نیست یا زمانی که جمع کردن افراد و بحث کردن در مورد مسئله‌ی دشوار است. در واقع روش دلفی، بررسی کامل نظرات خبرگان، با سه ویژگی اصلی است: ۱. ناشناس بودن پاسخ‌دهندگان و پاسخ بی‌طرفانه به سؤالات (پرسش‌نامه‌ها)؛ ۲. تکرار دفعات ارسال سؤالات (پرسش‌نامه) و دریافت بازخورد از آنها؛ ۳. تجزیه و تحلیل آماری پاسخ‌های ارائه شده به سؤالات

یگانگی و برتر بودن فناوری، احتمال موفقیت بازار، مزایای قابل سنجش و کمی‌سازی برجسته، مزیت‌های رقابتی پایدار، نیازهای جاری و فوری بازار، اندازه بازار بالقوه، امکان‌پذیری فنی، شفافیت بیت، ویژگی و منحصر بودن سرمایه‌ی فکری، زمان لازم برای توسعه‌ی فناوری به‌منظور عرضه به بازار. [۲۳]

در پژوهشی که توسط لینک و اسکات (۲۰۱۰) انجام شد، مدلی برای ارزیابی موفقیت تجاری‌سازی پروژه‌های تحقیقات نوآورانه کسب‌وکارهای کوچک (SBIR) [۳۷] ارائه شد که توسط دولت بودجه‌دهی می‌شود. بدین منظور متغیرهایی با رویکرد مالی و اقتصادی برای مدل ارزیابی موفقیت تجاری‌سازی پروژه‌های SBIR مشخص شد که برخی از آنها عبارت‌اند از: سرمایه‌گذاری خصوصی کل به سرمایه‌گذاری کل، سرمایه‌گذاری خصوصی خارجی به سرمایه‌گذاری کل، بودجه‌دهی دولت محلی یا ایالتی به سرمایه‌گذاری کل، بودجه‌دهی دانشگاه‌ها یا کالج‌ها به سرمایه‌گذاری کل، بودجه‌دهی شخصی به سرمایه‌گذاری کل، زمان بودجه‌دهی پروژه، تعداد فازهای پروژه، عمر فازهای پروژه، استفاده‌ی تجاری طراحی شده برای نتایج پروژه، درآمد کل شرکت. [۲۴]

چو و لی (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ی خود عوامل موفقیت برای تجاری‌سازی محصولات فناورانه جدید را شناسایی و دسته‌بندی کردند. این عوامل چهار بعد را شامل می‌شود که مجموعاً ۱۶ مؤلفه را در بر می‌گیرند. این ابعاد موفقیت عبارت‌اند از: قابلیت عرضه در بازار، امکان‌پذیری کسب‌وکار، رقابت‌پذیری فناورانه و قابلیت‌های تحقیق و توسعه. همچنین این عوامل اولویت‌بندی شدند. در این میان بعد قابلیت عرضه در بازار و مؤلفه‌ی پتانسیل بازار، بالاترین اولویت را به خود اختصاص دادند. [۲۵] در تحقیقی دیگر کاتارزینا روستک (۲۰۱۴) روشی مؤثر بر اساس رویکرد مالی، رویکردی همانند لینک و اسکات (۲۰۱۰)، [۲۴] برای ارزیابی پتانسیل تجاری پروژه‌های نوآور ارائه داد. بدین منظور در این پژوهش، تحلیلی کامل از اصول مالی پروژه‌های نوآور انجام شد و معیارهایی برای ارزیابی پتانسیل تجاری آنها شناسایی شد. این معیارهای انتخابی عبارت‌اند از: سطح فنی، کیفیت خدمات، تحویل به‌موقع خدمات، ارتباطات پایدار با مشتریان، فروش‌ها، هزینه‌ها، استفاده از دارایی‌های ثابت و بهره‌وری پرسنل. [۲۶]

دیوید هسو و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد انتقال فناوری دانشگاهی و نتیجتاً تجاری‌سازی موفق فناوری‌های دانشگاهی در تایوان را شناسایی و اهمیت نسبی آنها را تعیین کردند. این عوامل کلیدی ابعاد: منابع انسانی، منابع فرهنگی - سازمانی، منابع مالی و منابع تجاری را شامل می‌شود که هر کدام از این ابعاد خود دارای مؤلفه‌هایی هستند. در نهایت مشخص شد که ابعاد منابع انسانی و منابع فرهنگی - سازمانی، از بیشترین اهمیت در بین ابعاد برخوردارند. [۲۷] جانگ و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ی عوامل موفقیت و شکست تجاری‌سازی فناوری را در کره جنوبی شناسایی، و موانعی را که مراحل مختلف فرایند تجاری‌سازی فناوری با آن روبرو می‌شود، بررسی کردند. عوامل موفقیت و شکست تجاری‌سازی شناسایی شده در این مطالعه عبارت‌اند از: قابلیت بازاریابی، همکاری با توسعه‌دهنده فناوری، تلاش برای بهبود فنی، رضایت و قابلیت پذیرنده فناوری، تأمین فناوری تکمیل‌کننده، قابلیت مالی، وضعیت بازار، مزیت فناوری و قابلیت فنی پذیرنده فناوری. [۲۸]

مؤلفه‌های مختلف مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری، مستخرج از پژوهش‌های قبلی، در جدول ۱ ارائه شده است. مؤلفه‌های استخراج شده، بر اساس ادبیات موضوع - به‌ویژه بهره‌گیری از مدل ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری (STEP) و مدل ارزیابی آمادگی تجاری‌سازی (CRA) - در چهار بعد دسته‌بندی شد: مشخصات فنی، مشخصات مالی، مشخصات بازار، قوانین و تأییدیه‌ها.

جدول ۱. مؤلفه‌های مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری به همراه مراجع آنها.

ردیف	ابعاد	مؤلفه‌ها	مراجع مربوطه	
۱	مشخصات فنی	امکان‌پذیری فنی فناوری	[۳۰,۲۳,۱۶,۶,۵]	
۲		مزیت‌های فنی برجسته‌ی فناوری	[۳۳,۳۰-۲۸,۱۳]	
۳		قابلیت‌های تحقیق و توسعه (R&D)	[۲۵,۲۲,۲۱,۱۹]	
۴		سطح تکنولوژیکی فناوری	[۳۰,۲۶]	
۵		قابلیت دریافت پتنت شفاف	[۳۰,۲۳,۱۷]	
۶		پیچیدگی کم به‌کارگیری فناوری جدید توسط مشتریان بالقوه	[۷-۵]	
۷		قابلیت پذیرش و سازگاری فناوری جدید با روش‌ها و فرایندهای مورد استفاده فعلی	[۳۰,۲۶]	
۸		امکان راه‌اندازی فناوری در مقیاس کوچک	[۲۳,۲۶]	
۹		کاملاً ابداعی و نوآور بودن فناوری یا محصول فناوری	[۳۰,۲۳,۱۷]	
۱۰		دردسترس بودن منابع فنی لازم شامل: تجهیزات، امکانات و مواد اولیه، برای توسعه فناوری	[۲۲,۱۶,۵]	
۱۱		برخوردراری شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری از نیروی انسانی متخصص و با تجربه برای تجاری‌سازی	[۳۲,۲۷,۲۶,۵]	
۱۲		ایمن بودن فناوری یا محصول فناوری برای استفاده کاربران نهایی	[۲۲,۲۶]	
۱۳		توانایی تیم تجاری‌سازی برای اجرای طرح	[۳۰,۲۹,۲۶]	
۱۴		تجربه فنی قبلی تجاری‌سازی	[۳۰,۲۷]	
۱۵	مشخصات مالی و اقتصادی	امکان‌پذیری اقتصادی توسعه و تجاری‌سازی فناوری	[۱۶,۶,۵]	
۱۶		سودآوری مورد انتظار فناوری	[۳۳,۲۵,۲۲]	
۱۷		هزینه‌های توسعه‌ی فناوری (هزینه‌های تغییر فرآیند، عملیات و پشتیبانی)	[۲۶,۲۵,۲۲]	
۱۸		قیمت‌گذاری مناسب برای فناوری یا محصول فناوری	[۱۶,۵]	
۱۹		حمایت‌های مالی از سوی دولت و سرمایه‌گذاران خصوصی	[۳۳,۲۸,۲۷,۲۴,۱۹,۵]	
۲۰		شناسایی نیازهای فوری و جاری بازار	[۲۳,۱۸]	
۲۱		سازگاری فناوری با نیاز بازار	[۲۵,۱۶,۶]	
۲۲		پتانسیل فناوری برای رشد و نفوذ در بازار	[۲۵,۲۳,۲۱]	
۲۳		استفاده از روش‌های مؤثر برای بازاریابی و فروش محصول فناوری	[۲۸,۱۶]	
۲۴		داشتن مزیت‌های رقابتی پایدار برای شرکت تجاری‌کننده فناوری	[۳۲,۲۹,۲۳]	
۲۵	داشتن شرکا و پیمان‌های مشترک	[۳۲,۲۹,۵]		
۲۶	مشخصات بازار	زمان لازم برای رساندن فناوری به بازار (سرعت تجاری‌سازی)	[۳۱,۲۵,۲۳,۱۷]	
۲۷		مشتریان هدف و استفاده‌کنندگان نهایی برای فناوری یا محصول فناوری	[۲۵,۱۸]	
۲۸		در دسترس بودن بازار هدف	[۲۳,۵]	
۲۹		در حال رشد بودن بازار هدف	[۳۰]	
۳۰		انجام یک تحلیل رقابتی	[۲۲,۱۷]	
۳۱		داشتن مزیت‌هایی متمایز از محصولات رقبا	[۳۰,۲۳]	
۳۲		منافع و اثرات اجتماعی فناوری یا محصول فناوری	[۱۶]	
۳۳		جذابیت فناوری یا محصول فناوری از نظر مشتریان و کاربران نهایی	[۶,۵]	
۳۴		وجود قوانین حمایتی که تجاری‌سازی و پذیرش فناوری را در بازار تحت تأثیر قرار می‌دهند	[۲۲,۲۱,۱۶]	
۳۵		آگاهی از استانداردهایی که فناوری باید آنها را برآورده سازد تا بتواند در این بازار وارد شود	[۲۲,۲۱]	
۳۶		قوانین و تأییدیه‌ها	وجود تناسب فرهنگی برای فناوری یا محصول فناوری	[۶]
۳۷			حفاظت از سرمایه فکری	[۲۳,۲۲,۱۶,۵]
۳۸		آسانی و سهولت مجوزدارکردن (پروانه‌دار کردن) فناوری	[۳۰,۲۳]	

#### ۲.۴. فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP)

روش‌های ارزیابی چندمعیاره کاربرد وسیعی در همه علوم پیدا کرده‌اند. از بین این روش‌ها، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. یکی از محدودیت‌های جدی روش AHP این است که وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم یعنی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها را در نظر نمی‌گیرد و ارتباط بین این عناصر را سلسله‌مراتبی و یک‌طرفه فرض می‌کند. این محدودیت عمده AHP، باعث شد تا مبدع آن، توماس ساعتی<sup>[۲۴]</sup>، روش فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP) را ارائه و معرفی کند که در آن ساختار شبکه‌ی جایگزین ساختار سلسله‌مراتبی می‌شود. فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP) حالت عمومی و شکل گسترده‌ی AHP محسوب می‌شود که در آن موضوعات با وابستگی متقابل و باز خورد را نیز می‌توان در نظر گرفت.<sup>[۳۷]</sup>

روش فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP)، علاوه بر مزیت‌هایی همچون انعطاف‌پذیری، به کارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان، قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها و امکان رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها، می‌تواند ارتباطات پیچیده (وابستگی‌های متقابل و بازخورد) میان عناصر تصمیم را با به کارگیری ساختار شبکه‌ی، در نظر بگیرد. البته به عنوان محدودیت روش ANP می‌توان به طولانی بودن فرایند محاسبات آن به دلیل ساخت ماتریس‌های متعدد مقایسه‌ی زوجی براساس قضاوت‌های خبرگان و بررسی سازگاری قضاوت‌ها در هر یک از این ماتریس‌ها، اشاره کرد.<sup>[۳۸]</sup>

با توجه به ویژگی‌های بیان شده برای ANP، این روش برای مدل‌سازی و تصمیم‌گیری در محیط‌های تصمیم‌گیری پیچیده، ابزاری توانمند است؛<sup>[۳۹]</sup> مانند محیط تجاری‌سازی. از سوی دیگر براساس نظرات خبرگان منتخب این مطالعه، پیرامون روابط بین عوامل موفقیت تجاری‌سازی، ساختار مسئله به صورت ساختاری شبکه‌ی درمی‌آید زیرا بین ابعاد موفقیت تجاری‌سازی وابستگی متقابل وجود دارد. به علاوه مؤلفه‌های درون هر بعد نیز وابستگی درونی دارند (در بخش تحلیل داده‌ها، این نتایج تشریح می‌شود). بنابراین در این مطالعه برای تعیین وزن‌های اهمیت عوامل موفقیت تجاری‌سازی فئآوری، از روش ANP استفاده شده است.

فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP) را می‌توان در چهار مرحله خلاصه کرد.<sup>[۳۸]</sup>

#### ۱.۲.۴. ساخت مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ی

مسئله باید به طور آشکار و روشن به یک سیستم منطقی، مانند یک شبکه تبدیل شود. این ساختار شبکه‌ی می‌تواند توسط تصمیم‌گیرنده‌ها در جلسات طوفان ذهنی یا به دیگر روش‌ها تعیین شود. در این ساختار شبکه‌ی، گره‌ها به عنوان خوشه‌ها مطرح‌اند و هر خوشه شامل مجموعه‌ی از عناصر است. عناصر درون یک خوشه ممکن است با یک یا تمامی عناصر خوشه‌های دیگر ارتباط متقابل داشته باشند؛ این ارتباط‌ها را وابستگی بیرونی می‌نامند. همچنین ممکن است عناصر درون یک خوشه بین خودشان دارای ارتباط متقابل باشند که به این نوع ارتباط‌ها، وابستگی درونی می‌گویند.

#### ۲.۲.۴. تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و تعیین بردارهای اولویت

مشابه مقایسه‌های زوجی که در AHP انجام می‌شود، عناصر تصمیم در هر یک از خوشه‌ها، براساس میزان اهمیت آنها در ارتباط با معیارهای کنترلی دو به دو مقایسه می‌شوند. خود خوشه‌ها نیز براساس نقش و تأثیر آنها در دست‌یابی به هدف، دو به دو مورد مقایسه قرار می‌گیرند. تصمیم‌گیران در مورد مقایسه‌ی زوجی عناصر یا خود خوشه‌ها دو به دو باید تصمیم‌گیری کنند. علاوه بر این، وابستگی‌های متقابل بین عناصر یک خوشه نیز باید دو به دو مقایسه شوند. تأثیر هر عنصر بر روی عنصر دیگر از طریق بردار ویژه قابل ارائه است. اهمیت نسبی عناصر همانند روش AHP براساس

به صورت گروهی، بنابراین روش دلفی از نفوذ افراد برجسته در گروه‌های بحث یا فشار گروهی برای هم‌رنگی اجتناب می‌کند و بدین صورت اجتماعی معتبر از نظر متخصصان را می‌توان به دست آورد. از دیگر مزیت‌های روش دلفی سادگی آن است؛ زیرا به مهارت‌های پیشرفته‌ی ریاضی و تحلیل نیاز ندارد، بلکه نیازمند فردی آگاه از مسائل روش دلفی و خلاقیت در طراحی پروژه است. این روش ضمن حفظ سادگی از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار است.<sup>[۳۴]</sup> استفاده از اعداد قطعی در حل مسائلی از جمله تصمیم‌گیری، پیش‌بینی، سیاست‌گذاری و... منجر به نتایجی خواهد شد که به دور از واقعیت‌اند. همچنین در بسیاری از موارد استفاده از متغیرهای زبانی توسط خبرگان متداول‌تر و راحت‌تر است. بنابراین بهتر است داده‌ها را به جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داد. این دلایل موجب پدید آمدن روش دلفی فازی شده است. کاربرد روش دلفی فازی به منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترهای مشخصی ندارند، منجر به نتایج ارزنده‌ی می‌شود.<sup>[۳۵]</sup>

علی‌رغم مزایای بیان‌شده برای روش دلفی، این روش محدودیت‌هایی نیز دارد. از مهم‌ترین محدودیت‌های روش دلفی «زمان‌بر بودن» آن است. از نظر روش‌شناسی نیز این روش دارای محدودیت مهمی است، چنان که در روش دلفی ممکن است بازخورد توافقات گروه بر نظرات خبرگان تأثیر بگذارد و در نتیجه احتمال هم‌رنگی نظرات با بازخورد‌های آماری گروه خبره وجود دارد. علاوه بر این در روش دلفی فرض بر هم‌سطح بودن شرکت‌کنندگان از نظر دانش و تجربه است، اما در عمل این فرض ممکن است صحیح نباشد. در موضوعات خاص ممکن است بعضی از خبرگان دارای دانش عمیق در موضوع باشند، در حالی که سایر خبرگان، دانش زیادی در موضوع مورد نظر نداشته باشند.<sup>[۳۶]</sup> البته در مطالعه‌ی حاضر، خبرگان منتخب از سطح مناسبی از دانش و تجربه در زمینه‌ی مربوطه برخوردار بودند.

در مطالعه‌ی حاضر تلاش شد تا تناسب عوامل موفقیت تجاری‌سازی مستخرج از ادبیات موضوع با زمینه‌ها و شرایط واقعی تجاری‌سازی فئآوری در شرکت‌ها و صنایع ایران و پالایش این عوامل، از طریق خرد جمعی گروهی از خبرگان با دانش و مجرب در این امر، بررسی شود. بدین منظور با در نظر گرفتن ویژگی‌های مذکور، روش دلفی که یکی از روش‌های مؤثر دست‌یابی به توافق گروهی خبرگان است،<sup>[۳۶]</sup> مورد استفاده قرار گرفت. البته فرایند تجاری‌سازی دارای پیچیدگی و ابهام زیادی است و نمی‌توان این موضوع را از طریق روش‌های قطعی ارزیابی کرد به طوری که هر مؤلفه‌ی موفقیت تجاری‌سازی در یک طیف می‌گنجد. همچنین به دلیل گستردگی ابعاد مسئله‌ی مورد نظر که بررسی تناسب عوامل موفقیت با شرایط واقعی تجاری‌سازی فئآوری در شرکت‌ها و صنایع ایران است، نمی‌توان به اطلاعات دقیق دسترسی داشت. لذا به منظور رفع موانع مربوط به عدم دقت و صراحت در موضوع مربوطه، نظریه‌ی فازی در روش دلفی ادغام می‌شود.<sup>[۳۵]</sup> به علاوه، روش دلفی فازی در مطالعات زیادی برای ارزیابی تناسب عناصر (معیارها و زیرمعیارها) در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره -- مانند AHP و ANP -- مورد استفاده قرار گرفته است.<sup>[۲۵]</sup> بر این اساس در این مطالعه به منظور پالایش و ارزیابی تناسب عوامل موفقیت تجاری‌سازی، از روش دلفی فازی استفاده شده است. فرایند اجرای این روش عبارت است از:<sup>[۳۴]</sup>

معمولاً خبرگان نظریات خود را در قالب حداقل مقدار، ممکن‌ترین مقدار و بیشترین مقدار (اعداد فازی مثلثی) ارائه می‌دهند، سپس میانگین نظر خبرگان (اعداد ارائه شده) و میزان اختلاف نظر هر فرد خبره از میانگین، محاسبه و آنگاه این اطلاعات برای اخذ نظریات جدید به خبرگان ارسال می‌شود. در مرحله‌ی بعد هر فرد خبره براساس اطلاعات حاصل از مرحله‌ی قبل، نظر جدیدی ارائه می‌دهد. این فرایند تا زمانی ادامه می‌یابد که میانگین اعداد فازی به اندازه‌ی کافی ثابت شود.

### ۱.۱.۵. بررسی تناسب عوامل موفقیت تجاری سازی فناوری

روش دلفی براساس نظر خبرگان به بررسی و تأیید تناسب عوامل به دست آمده از ادبیات موضوع با زمینه‌ها و شرایط واقعی موجود در تصمیم‌گیری، به‌ویژه برای روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، می‌پردازد.<sup>[۲۷]</sup> در این مطالعه نیز براساس نظر خبرگان و با استفاده از روش دلفی فازی، تناسب عوامل مستخرج از مرور ادبیات با زمینه‌ها و شرایط واقعی تجاری سازی فناوری در شرکت‌ها و صنایع ایران بررسی می‌شود. مراحل اجرایی که باید بدین منظور طی شود عبارت است از:

#### ۱.۱.۵.۱. انتخاب خبرگان

ویژگی اصلی خبرگان منتخب در این پژوهش، داشتن دانش و تجربه لازم در موضوع مربوطه بود. این خبرگان باید دارای حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و مشارکت فعال در پروژه‌هایی در حوزه مدیریت فناوری باشند.

بر این اساس و با نمونه‌گیری غیراحتمالی و روش قضاوتی، ۱۶ نفر به‌عنوان خبرگان منتخب، برگزیده شدند و آمادگی اولیه برای اجرای طرح برای آنان به وجود آمد. اعضای گروه خبره به تفکیک حوزه‌ها و شرکت‌های شاغل در آنها، عبارت‌اند از:

- ۵- نفر عضو هیئت علمی پژوهشی و کارشناس ارشد معاونت‌های برنامه‌ریزی و فناوری و روابط بین‌الملل پژوهشگاه صنعت نفت ایران؛
- ۷- نفر مدیر و کارشناس ارشد شرکت‌های فعال در تجاری سازی فناوری‌های در حوزه‌های نفت و گاز و پتروشیمی، شامل شرکت‌های: نفت نیک قشم، ناموران پژوهش و توسعه، اکسیر نوین فرایند آسیا و صنایع رنگینه و کاتالیست پارس؛
- ۴- نفر مدیر و کارشناس ارشد شرکت‌های دانش‌بنیان موفق در حوزه سیستم‌های هوشمند، نرم‌افزارها، تجهیزات و محصولات مرتبط، مستقر در پارک علم و فناوری یزد.

#### ۲.۱.۵. تعریف متغیرهای زبانی

پرسش‌نامه‌ی پژوهش حاضر با هدف کسب نظر خبرگان راجع به میزان موافقت آنها با مؤلفه‌ها و ابعاد استخراج شده است. لذا هریک از خبرگان در طیف پنج‌گانه‌ی لیبرت از طریق متغیرهای کلامی: خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، میزان موافقت خود را با عبارات مندرج در پرسش‌نامه ابراز کرده است. این متغیرها با اعداد فازی مثلثی تعریف و نیز در جدول ۲، اعداد فازی مثلثی متغیرهای کلامی و با استفاده از رابطه‌ی مینکوسکی (رابطه‌ی ۳) محاسبه و ارائه شده است:<sup>[۲۵]</sup>

$$\chi = a_1 + \frac{a_2 - a_1}{4} \quad (3)$$

#### ۳.۱.۵. نظرسنجی مرحله‌ی نخست

در مرحله‌ی نخست روش دلفی فازی، جهت بررسی کفایت مؤلفه‌های مستخرج از ادبیات (مطابق جدول ۱) و همچنین ارزیابی دسته‌بندی انجام شده در مرحله‌ی قبل

جدول ۲. اعداد فازی مثلثی متغیرهای کلامی.

متغیرهای کلامی	عدد فازی مثلثی ( $a_1, a_2, a_3$ )	عدد فازی قطعی شده ( $\chi$ )
خیلی کم	(۰, ۰, ۰/۲۵)	۰/۰۶۲۵
کم	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)	۰/۰۶۲۵
متوسط	(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)	۰/۳۱۲۵
زیاد	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)	۰/۵۶۲۵
خیلی زیاد	(۰/۷۵, ۱, ۱)	۰/۷۵

مقیاس ۹ کمیته‌ی ساعتی سنجیده می‌شود، به طوری که عدد ۱ مشخص‌کننده‌ی اهمیت مساوی بین دو عنصر و عدد ۹ مشخص‌کننده‌ی اهمیت فوق‌العاده بیشتر یک عنصر در برابر عنصر دیگر است. در این قسمت، بردار اهمیت داخلی محاسبه می‌شود که نشان‌گر اهمیت نسبی (ضریب اهمیت) عناصر یا خوشه‌هاست و از طریق رابطه‌ی ۱ به دست می‌آید:

$$AW = \lambda_{Max} W \quad (1)$$

که در آن:  $A$  ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارها؛  $W$  بردار ویژه (ضریب اهمیت)، و  $\lambda_{Max}$  بزرگ‌ترین مقدار ویژه‌ی ماتریس  $A$  است. برای محاسبه‌ی بردار ویژه  $W$ ، ساعتی چندین روش ارائه کرده است. در این مقاله از نرم‌افزار Super Decision برای محاسبه‌ی بردار ویژه و از ماتریس مقایسات زوجی استفاده شده است.

#### ۳.۲.۴. تشکیل سوپرماتریس و تبدیل آن به سوپرماتریس حد

برای دست‌یابی به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت داخلی یعنی  $W$  محاسبه شده، در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه یک سوپرماتریس، به دست می‌آید. سوپرماتریس در واقع یک ماتریس بخش‌بندی شده است که هر بخش از آن، ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد. این نوع ماتریس را سوپرماتریس اولیه<sup>۲۵</sup> می‌نامند. با جایگزینی بردار اولویت‌های داخلی (ضریب اهمیت) عناصر و خوشه‌ها در سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس ناموزون<sup>۲۶</sup> به دست می‌آید.

در گام بعدی، با ضرب مقادیر سوپرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه‌ی<sup>۲۷</sup> سوپرماتریس موزون<sup>۲۸</sup> محاسبه می‌شود. بدین ترتیب با نرمالیزه کردن سوپرماتریس ناموزون، سوپرماتریس موزون به دست می‌آید. در این حالت جمع درایه‌های روی هر ستون ۱ خواهد شد. در گام سوم و نهایی این مرحله، با به توان رساندن تمامی عناصر سوپرماتریس موزون، تا زمانی که هم‌گرایی حاصل شود یا به بیانی دقیق‌تر تمامی عناصر سوپرماتریس به صورت سطری شبیه هم شود، سوپرماتریس حد<sup>۲۹</sup> محاسبه می‌شود. در این حالت می‌توان اولویت نهایی زیرمعیارها و گزینه‌ها را داشته باشیم. سوپرماتریس حد مطابق رابطه‌ی ۲ محاسبه می‌شود:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k \quad (2)$$

#### ۴.۲.۴. انتخاب گزینه برتر

اگر در سوپرماتریس تشکیل شده در مرحله‌ی سوم گزینه‌ها نیز لحاظ شده باشند، اولویت کلی گزینه‌ها از ستون مربوط به گزینه‌ها در سوپرماتریس حد نرمالیزه شده، قابل دست‌یابی است. اگر گزینه‌ها در سوپرماتریس در نظر گرفته نشوند، محاسبات بعدی باید صورت گیرد تا اولویت کلی گزینه‌ها به دست آید و گزینه‌ی با بالاترین اولویت، مشخص شود.

## ۵. تحلیل داده‌ها

در این مطالعه، شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری سازی فناوری شامل ابعاد و مؤلفه‌های موفقیت و تعیین اهمیت نسبی هر یک از این عوامل، در دو گام انجام می‌شود: ۱. بررسی تناسب عوامل موفقیت تجاری سازی فناوری، ۲. شناسایی اهمیت نسبی عوامل موفقیت تجاری سازی فناوری.

۵ مؤلفه‌ی: «بالا بودن سطح تکنولوژیکی فناوری»، «ایمن بودن فناوری یا محصول فناوری برای استفاده کاربران نهایی»، «داشتن شرکا و پیمان‌های مشترک»، «منافع و اثرات اجتماعی فناوری یا محصول فناوری» و «آسانی و سهولت مجوزدارکردن فناوری» در دامنه‌ی خیلی کم قرار گرفت، لذا این مؤلفه‌ها در مرحله‌ی سوم حذف شدند.

بنابراین طی سه مرحله نظرسنجی طبق روش دلفی فازی، به مجموعه ۳۸ مؤلفه شناسایی شده از ادبیات، سه مؤلفه‌ی جدید اضافه شد و ۹ مؤلفه از این مجموعه حذف شد. در نهایت ۳۲ مؤلفه‌ی مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری در ۴ بُعد معین شد. نتیجه‌ی نهایی فرایند دلفی فازی در جدول ۳ ارائه شده است. به‌منظور بیان شفاف مفاهیم عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری و همچنین داشتن برداشت درست، دقیق و یکسان از مؤلفه‌های مؤثر برای استفاده‌کنندگان مختلف، هریک از این مؤلفه‌ها براساس ادبیات موضوع و نظرات خبرگان مربوطه به‌صورت عملیاتی و کاربردی تعریف شد (جدول ۳).

### ۲.۵. شناسایی اهمیت نسبی عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری

برای محاسبه‌ی وزن‌های عوامل مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی، از روش فرایند تحلیل شبکه‌یی (ANP) استفاده شد. درگام دوم نیز، همان‌گونه خبره درگام قبل، مشارکت و همکاری کردند. مراحل اجرایی روش ANP در این مطالعه به شرح زیر است:

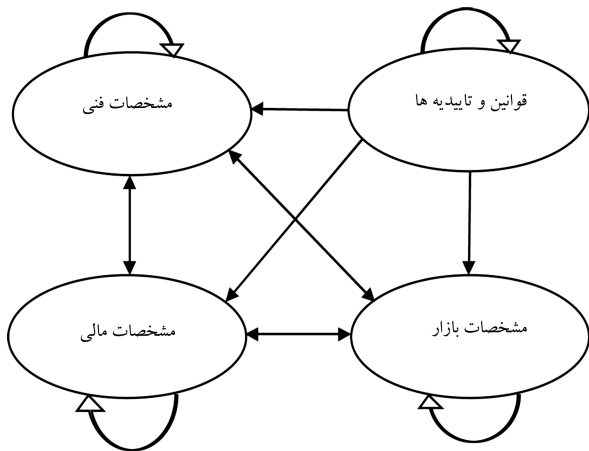
#### ۱.۲.۵. ساخت مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌یی

برای مشخص کردن ارتباط بین ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری، از تمام ۱۶ عضو این گروه خبره، نظرسنجی به عمل آمد. بر این اساس، ساختار شبکه‌یی برای تعیین وزن عوامل موفقیت، به‌صورت شکل ۱ ارائه شد.

چنان‌که مشاهده می‌شود، علاوه بر ارتباطات وابستگی بین ابعاد، کمان‌های متصل به ۴ بُعد نشان می‌دهند که مؤلفه‌های درون هرکدام از آنها نیز وابستگی درونی دارند. از بین ابعاد مسئله، تنها بُعد قوانین و تأییدیه‌ها با دیگر ابعاد وابستگی متقابل ندارد. این بُعد بر دیگر ابعاد تأثیر گذاشته ولی از آنها تأثیر نپذیرفته است.

#### ۲.۲.۵. تعیین وزن ابعاد موفقیت تجاری‌سازی

درگام دوم ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی برای به دست آوردن وزن‌های چهار بُعد اصلی شکل گرفت. مطابق شکل ۱، بُعد قوانین و تأییدیه‌ها بازخوردی از دیگر ابعاد دریافت نمی‌کند. از این رو ورودی‌های این بُعد در ماتریس کنترل<sup>۳</sup> ارائه شده در قسمت آخر جدول ۴ صفر است. از مقیاس ۹ قسمتی ساعتی (۱۹۹۴)



شکل ۱. ساختار شبکه‌یی ابعاد موفقیت تجاری‌سازی فناوری.

برای این مؤلفه‌ها، از میان ۱۶ خبره منتخب، با ۸ نفر از آنها که اعلام آمادگی کردند، مصاحبه صورت گرفت. بدین منظور پرسش‌نامه‌ی باز بین آنها توزیع شد و با بررسی دقیق نظرات و پیشنهادات این خبرگان از جلسات مصاحبه و پرسش‌نامه‌ها و جمع‌بندی آنها، در نتیجه ۳ مؤلفه‌ی جدید به مجموعه مؤلفه‌های قبلی اضافه شد. مؤلفه‌های جدید پیشنهادی اول و دوم، مربوط به بُعد مشخصات فنی بودند که عبارت‌اند از: «وجود فناوری‌های وابسته و تکمیل‌کننده‌ی مورد نیاز برای تجاری‌سازی فناوری در شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری» و «مشارکت و همکاری شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری با توسعه‌دهنده‌ی فناوری» و مؤلفه‌ی جدید پیشنهادی سوم با عنوان «داشتن طرح کسب‌وکار مناسب برای فناوری» به مشخصات بازار تعلق داشت. همچنین در این مرحله از روش دلفی فازی، دسته‌بندی مؤلفه‌ها با نظر این خبرگان تأیید شد. علاوه بر این‌ها، برخی از خبرگان نظرات اصلاحی در نحوه‌ی بیان تعدادی از مؤلفه‌ها داشتند که با جمع‌بندی نظرات آنها، اصلاحات لازم در بیان مؤلفه‌ها انجام شد.

#### ۴.۱.۵. نظرسنجی مرحله‌ی دوم

در این مرحله براساس عوامل مستخرج از مرور ادبیات (جدول ۱) به همراه مؤلفه‌های جدید پیشنهادی خبرگان از مرحله‌ی نخست که در قسمت بُعد مربوط به آن مؤلفه‌ها آورده شدند، پرسش‌نامه‌ی تنظیم و در اختیار تمام ۱۶ نفر عضو گروه خبره قرار گرفت و از آنها درخواست شد نظرشان را درباره هر مؤلفه در قالب متغیرهای کلامی مندرج در پرسش‌نامه، بیان کنند. با توجه به نتایج حاصل از این پرسش‌نامه و با استفاده از رابطه‌های ۴ و ۵، میانگین فازی هر یک از مؤلفه‌ها به دست آمد.<sup>[۳۵]</sup>

$$A^i = (a_{i1}^i, a_{i2}^i, a_{i3}^i) \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

که در آن  $A^i$  بیان‌گر نظر خبره‌ی  $i$ ام و  $n$  تعداد خبرگان است.

$$A_m = (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{i1}^i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{i2}^i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{i3}^i \right) \quad (5)$$

که در آن  $A_m$  میانگین نظر خبرگان است.

همچنین عملیات فازی‌زدایی از طریق رابطه‌ی ۳ محاسبه شد. براساس مقادیر میانگین فازی‌زدایی شده، مؤلفه‌هایی که امتیاز به دست آمده برای آنها در دامنه‌ی خیلی کم قرار بگیرد، حذف می‌شود.<sup>[۳۵]</sup> در این مطالعه براساس پیشنهاد خبرگان، امتیازهای بین صفر تا ۰/۲ در دامنه‌ی خیلی کم تعریف شد. بر این اساس ۴ مؤلفه‌ی: «قابلیت دریافت پتنت شفاف برای فناوری»، «وجود فناوری‌های وابسته و تکمیل‌کننده‌ی لازم برای تجاری‌سازی فناوری در شرکت تجاری‌کننده فناوری»، «قیمت‌گذاری مناسب برای فناوری یا محصول فناوری» و «انجام یک تحلیل رقابتی برای شناسایی فناوری‌های رقیب» در این مرحله از روش دلفی فازی حذف شدند.

#### ۵.۱.۵. نظرسنجی مرحله‌ی سوم

در این مرحله نظرهای قبلی هر خبره و میزان اختلاف آنها با دیدگاه سایر خبرگان، همراه با پرسش‌نامه‌یی جدید، بار دیگر برای تمام اعضای گروه خبره ارسال شد. نتایج شمارش پاسخ‌های ارائه شده در مرحله‌ی سوم، همانند مرحله‌ی اول به کمک رابطه‌های ۳ و ۵ تحلیل شد.

براساس نظر چنگ و همکارانش، چنانچه اختلاف بین دو مرحله‌ی نظرسنجی کم‌تر از حد آستانه‌ی خیلی کم (مثلاً ۰/۱) باشد، فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود.<sup>[۳۵]</sup> بنابراین در این مرحله، میزان اختلاف دیدگاه خبرگان در مرحله‌ی دوم و سوم نیز مشخص شد. براساس نتایج به‌دست آمده از این مرحله، میزان اختلاف نظر خبرگان در مرحله‌ی دوم و سوم برای تمام مؤلفه‌های موفقیت، کم‌تر از حد آستانه‌ی خیلی کم (۰/۱) شد. بنابراین نظرسنجی در این مرحله متوقف شد. همچنین امتیاز به‌دست آمده برای



جدول ۳. نتیجه‌ی نهایی فرایند دلفی فازی.

ابعاد	برچسب مؤلفه‌ها	مؤلفه‌ها	تعریف
	C <sub>۱</sub>	امکان‌پذیری فنی فناوری	امکان پیاده‌سازی فناوری به لحاظ فنی
	C <sub>۲</sub>	مزیت‌های فنی برجسته فناوری	دارا بودن برتری‌های فنی برای فناوری
	C <sub>۳</sub>	قابلیت‌های تحقیق و توسعه (R&D)	قابلیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) شرکت تجاری‌کننده فناوری برای تجاری‌سازی فناوری
	C <sub>۴</sub>	پیچیدگی کم به‌کارگیری فناوری جدید	سهولت به‌کارگیری فناوری جدید توسط مشتریان بالقوه
	C <sub>۵</sub>	امکان راه‌اندازی فناوری در مقیاس کوچک	آزمایش‌پذیری و امکان‌پذیری راه‌اندازی فناوری در مقیاس کوچک (قبل از سرمایه‌گذاری در نوسازی فرایند موجود)
	C <sub>۶</sub>	کاملاً ابتکاری و نوآور بودن فناوری یا محصول فناوری	تازگی داشتن فناوری یا محصول فناوری
	C <sub>۷</sub>	در دسترس بودن منابع فنی لازم	دسترسی به منابع فنی لازم شامل: تجهیزات، امکانات و مواد اولیه، برای تجاری‌سازی فناوری در شرکت تجاری‌کننده فناوری
مشخصات فنی	C <sub>۸</sub>	برخوردار از نیروی انسانی متخصص و با تجربه	برخوردار بودن شرکت تجاری‌کننده فناوری از نیروی انسانی حرفه‌یی با سابقه تجربی، آموزشی و پژوهشی برای تجاری‌سازی فناوری
	C <sub>۹</sub>	توانایی تیم تجاری‌سازی	توانایی تیم پروژه تجاری‌سازی برای اجرایی کردن طرح
	C <sub>۱۰</sub>	تجربه فنی قبلی تجاری‌سازی	تجربه فنی تجاری‌سازی برای شرکت تجاری‌کننده فناوری
	C <sub>۱۱</sub>	قابلیت پذیرش و سازگاری فناوری جدید	قابلیت پذیرش و سازگاری فناوری جدید با روش‌ها و فرایندهای مورد استفاده فعلی شرکت تجاری‌کننده فناوری
	C <sub>۱۲</sub>	مشارکت و همکاری شرکت تجاری‌کننده با توسعه‌دهنده فناوری	مشارکت و همکاری شرکت تجاری‌کننده با توسعه‌دهنده فناوری در راستای تسهیل و تسریع در تجاری‌سازی فناوری
	C <sub>۱۳</sub>	امکان‌پذیری اقتصادی توسعه و تجاری‌سازی فناوری	انجام یک بررسی در مراحل اولیه توسعه فناوری بر روی هزینه‌ها و منافع فناوری که تا انتهای مرحله‌ی توسعه و آزمون آن به وقوع خواهد پیوست
مشخصات مالی و اقتصادی	C <sub>۱۴</sub>	مورد انتظار بودن سودآوری فناوری	حاصل شدن سود آتی مورد انتظار از تجاری شدن فناوری مورد نظر
	C <sub>۱۵</sub>	مورد انتظار بودن هزینه‌های به‌کارگیری فناوری	معقول بودن و قابل پذیرش بودن تمام هزینه‌های به‌کارگیری فناوری مانند: هزینه‌های تغییر فرایند، هزینه‌های عملیات و پشتیبانی، هزینه‌های زیست‌محیطی
	C <sub>۱۶</sub>	حمایت‌های مالی برای تجاری‌سازی فناوری	امکان جذب حمایت‌های مالی دولتی و خصوصی برای تجاری‌سازی فناوری
	C <sub>۱۷</sub>	شناسایی نیازهای فوری و جاری بازار	شناسایی نیاز بازار متناسب با کاربردهای بالقوه فناوری موردنظر در مراحل اولیه از توسعه فناوری
مشخصات بازار	C <sub>۱۸</sub>	سازگاری فناوری با نیاز بازار یا تقاضا	شناخت ماهیت نیاز بازار به جهت بررسی سازگاری فناوری موردنظر با آن، در مراحل اولیه از توسعه فناوری
	C <sub>۱۹</sub>	پتانسیل فناوری برای رشد و نفوذ در بازار	دارا بودن پتانسیل‌های لازم برای رشد و نفوذ در بازار برای فناوری

ادامه جدول ۳.

تعریف	مؤلفه‌ها	برچسب مؤلفه‌ها	ابعاد
بهره‌گیری از روش‌های مؤثر بازاریابی برای جذب مشتریان واقعی جهت فروش فناوری یا محصول فناوری	استفاده از روش‌های مؤثر بازاریابی	C <sub>20</sub>	مشخصات بازار
توانایی کسب مزیت‌های رقابتی پایدار از طریق فناوری توسط شرکت تجاری‌کننده فناوری	داشتن مزیت‌های رقابتی پایدار	C <sub>21</sub>	
کوتاه بودن زمان توسعه فناوری تا رسیدن به بازار	سرعت بالای تجاری شدن فناوری برای عرضه به بازار	C <sub>22</sub>	
شناسایی دقیق مشتریان واقعی برای فناوری یا محصول فناوری	انتخاب بازار هدف و استفاده کنندگان نهایی	C <sub>23</sub>	
دسترسی پذیری بازار هدف برای محصول فناوری	در دسترس بودن بازار هدف	C <sub>24</sub>	
در حال رشد بودن بازار مرتبط با فناوری	در حال رشد بودن بازار هدف	C <sub>25</sub>	
دارا بودن مزیت‌های متمایز نسبت به فناوری‌های رقیب برای فناوری موردنظر، به لحاظ عملکرد فنی، قیمت، عدم پیچیدگی و ...	داشتن مزیت‌هایی متمایز از فناوری‌های رقیب	C <sub>26</sub>	
جذابیت فناوری یا محصول فناوری از نظر مشتریان نهایی جهت خریداری آن	داشتن جذابیت از نظر مشتریان نهایی برای فناوری	C <sub>27</sub>	
تدوین طرح تجاری مناسب برای کسب و کاری که حول تجاری‌سازی این فناوری شکل می‌گیرد	داشتن طرح کسب و کار مناسب برای فناوری	C <sub>28</sub>	
تمایل اجباری بازار برای فناوری یا محصول فناوری براساس قوانین، مقررات و تأییدیه‌های دولتی	وجود قوانین اجباری و حمایتی برای تجاری‌سازی فناوری	C <sub>29</sub>	
امکان برآوردن استانداردهایی مدون که فناوری باید آنها را برآورده سازد تا اجازه یابد در این بازار وارد شود	برآوردن استانداردهایی مشخص و مدون برای فناوری	C <sub>30</sub>	قوانین و تأییدیه‌ها
تناسب فناوری یا محصول فناوری با اقتضانات و ویژگی‌های فرهنگی بازار هدف خود	وجود تناسب فرهنگی برای فناوری یا محصول فناوری	C <sub>31</sub>	
امکان حفاظت از سرمایه فکری در شرکت تجاری‌کننده فناوری	حفاظت از سرمایه فکری	C <sub>32</sub>	

۳.۲.۵. تعیین مقایسه‌های زوجی برای مؤلفه‌های موفقیت و ساختن سوپر ماتریس

در این گام وزن مؤلفه‌های درون هر یک از چهار بعد، همانند روش AHP تعیین شد. علاوه بر این، مقایسه‌های زوجی برای نشان دادن وابستگی‌های درونی بین مؤلفه‌های هر بعد شکل گرفت. از وزن‌های اولویت مؤلفه‌های هر بعد در تشکیل سوپرماتریس ناموزون استفاده می‌شود. مثلاً مقایسه‌ی زوجی اهمیت نسبی مؤلفه‌های درون بعد مشخصات بازار، نسبت به مؤلفه‌ی امکان‌پذیری فنی فناوری، توسط ۱۶ عضو گروه خبرگان شکل گرفت که نتیجه‌اش در جدول ۵ ارائه شده است. سوپرماتریس ناموزون این مطالعه، در وزن‌های اولویت چهار بعد اصلی از ماتریس کنترل (جدول ۴) ضرب شد. بدین ترتیب سوپرماتریس موزون که جمع اجزای هر ستون آن ۱ است به دست

برای بیان مقایسه‌های زوجی<sup>[۲۷]</sup> انجام شده توسط ۱۶ عضو گروه خبره استفاده شد. از شاخص سازگاری (CI)<sup>۲۱</sup> و نرخ سازگاری (CR)<sup>۲۲</sup>، برای بررسی سازگاری مقایسه‌های زوجی پاسخ‌دهندگان استفاده می‌شود. اگر مقدار CI و CR بیش از ۰/۱ شود، با توجه به آستانه‌ی سازگاری تعریف شده توسط ساعتی، باید از پاسخ‌دهندگان تکرار قضاوت‌هایشان را خواست تا زمانی که مقدار هر دوی CI و CR، کم‌تر از ۰/۱ شود.<sup>[۲۷]</sup> در این مطالعه از نرم‌افزار Super Decision برای محاسبه‌ی مقادیر CI و CR استفاده شد و مقدار آنها برای همه‌ی ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی کم‌تر از ۰/۱ شد که آستانه‌ی سازگاری تعریف شده توسط ساعتی را تأیید می‌کند. همچنین در این مطالعه از روش میانگین هندسی<sup>۳۳</sup> برای تجمیع قضاوت‌های مختلف پاسخ‌دهندگان و تعیین عناصر ماتریس مقایسه‌های زوجی استفاده شده است.

جدول ۴. ساختار ماتریس کنترل برای مقایسه‌های زوجی ابعاد با توجه به روابط وابستگی آنها.

نسبت به مشخصات فنی	مشخصات فنی	مشخصات مالی	مشخصات بازار	بردار وزن‌ها	
مشخصات فنی	۱,۰۰۰	۱,۴۳۷	۰,۵۳۸	۰,۲۹۱	
مشخصات مالی	۰,۶۹۶	۱,۰۰۰	۰,۵۱۹	۰,۲۲۶	
مشخصات بازار	۱,۸۶۰	۱,۹۲۷	۱,۰۰۰	۰,۴۸۳	
نسبت به مشخصات مالی و اقتصادی	مشخصات فنی	مشخصات مالی	مشخصات بازار	بردار وزن‌ها	
مشخصات فنی	۱,۰۰۰	۱,۴۲۳	۰,۵۳۶	۰,۲۸۹	
مشخصات مالی	۰,۷۰۳	۱,۰۰۰	۰,۵۱۹	۰,۲۲۷	
مشخصات بازار	۱,۸۶۶	۱,۹۲۵	۱,۰۰۰	۰,۴۸۴	
نسبت به مشخصات بازار	مشخصات فنی	مشخصات مالی	مشخصات بازار	بردار وزن‌ها	
مشخصات فنی	۱,۰۰۰	۱,۴۳۵	۰,۵۳۴	۰,۲۸۹	
مشخصات مالی	۰,۷۰۰	۱,۰۰۰	۰,۵۱۷	۰,۲۲۶	
مشخصات بازار	۱,۸۷۱	۱,۹۳۶	۱,۰۰۰	۰,۴۸۵	
نسبت به قوانین و تأییدیه‌ها	مشخصات فنی	مشخصات مالی	مشخصات بازار	قوانین و تأییدیه‌ها	بردار وزن‌ها
مشخصات فنی	۱,۰۰۰	۱,۴۲۵	۰,۵۳۷	۱,۸۷۴	۰,۲۵۶
مشخصات مالی	۰,۷۰۲	۱,۰۰۰	۰,۵۱۹	۱,۴۵۱	۰,۱۹۹
مشخصات بازار	۱,۸۶۱	۱,۹۲۶	۱,۰۰۰	۲,۳۵۸	۰,۳۹۸
قوانین و تأییدیه‌ها	۰,۵۳۴	۰,۶۸۹	۰,۴۲۴	۱,۰۰۰	۰,۱۴۷
ماتریس کنترل	مشخصات فنی	مشخصات مالی	مشخصات بازار	قوانین و تأییدیه‌ها	بردار وزن‌ها
مشخصات فنی	۰,۲۹۱	۰,۲۸۹	۰,۲۸۹	۰,۲۵۶	۰,۲۵۶
مشخصات مالی	۰,۲۲۶	۰,۲۲۷	۰,۲۲۶	۰,۱۹۹	۰,۱۹۹
مشخصات بازار	۰,۴۸۳	۰,۴۸۴	۰,۴۸۵	۰,۳۹۸	۰,۳۹۸
قوانین و تأییدیه‌ها	۰,۰۰۰	۰,۰۰۰	۰,۰۰۰	۰,۱۴۷	۰,۱۴۷

جدول ۵. ماتریس مقایسه‌ی زوجی مؤلفه‌های درون بُعد مشخصات بازار، نسبت به مؤلفه‌ی امکان‌پذیری فنی فناوری (C<sub>۱</sub>).

وزن‌ها	C <sub>۲۸</sub>	C <sub>۲۷</sub>	C <sub>۲۶</sub>	C <sub>۲۵</sub>	C <sub>۲۴</sub>	C <sub>۲۳</sub>	C <sub>۲۲</sub>	C <sub>۲۱</sub>	C <sub>۲۰</sub>	C <sub>۱۹</sub>	C <sub>۱۸</sub>	C <sub>۱۷</sub>
۰,۰۵۴۷	۰,۵۸۲	۱,۶۸۷	۰,۵۲۷	۰,۵۲۳	۰,۵۰۵	۰,۸۷۱	۰,۷۲۵	۰,۶۶۱	۱,۳۳۳	۰,۴۶۰	۰,۳۹۹	۱,۰۰۰
۰,۱۳۵۶	۱,۶۱۰	۲,۹۳۵	۱,۴۹۷	۱,۳۵۳	۱,۳۴۶	۲,۳۰۵	۱,۹۲۷	۱,۶۶۴	۲,۷۸۱	۱,۱۷۳	۱,۰۰۰	۲,۵۰۷
۰,۱۲۰۶	۱,۵۰۲	۲,۷۳۷	۱,۳۷۳	۱,۲۵۰	۱,۲۰۲	۱,۹۴۶	۱,۷۰۶	۱,۵۹۵	۲,۲۸۰	۱,۰۰۰	۰,۸۵۳	۲,۱۷۶
۰,۰۴۷۴	۰,۵۰۹	۱,۶۵۳	۰,۴۹۲	۰,۴۷۸	۰,۴۶۲	۰,۶۲۰	۰,۵۸۸	۰,۵۸۴	۱,۰۰۰	۰,۴۳۹	۰,۳۶۰	۰,۷۵۰
۰,۰۷۸۱	۰,۸۴۷	۱,۸۴۲	۰,۷۲۶	۰,۶۸۵	۰,۶۶۸	۱,۴۵۹	۱,۳۷۲	۱,۰۰۰	۱,۷۱۲	۰,۶۲۷	۰,۶۰۱	۱,۵۱۴
۰,۰۶۸۸	۰,۷۰۳	۱,۸۳۳	۰,۶۶۶	۰,۶۵۹	۰,۶۲۹	۱,۱۷۹	۱,۰۰۰	۰,۷۲۹	۱,۷۰۱	۰,۵۸۶	۰,۵۱۹	۱,۳۷۹
۰,۰۶۱۶	۰,۶۷۱	۱,۷۹۴	۰,۶۱۳	۰,۵۸۸	۰,۵۵۰	۱,۰۰۰	۰,۸۴۸	۰,۶۸۵	۱,۶۱۴	۰,۵۱۴	۰,۴۳۴	۱,۱۴۸
۰,۱۱۰۳	۱,۳۷۹	۲,۶۰۹	۱,۳۵۰	۱,۱۷۲	۱,۰۰۰	۱,۸۱۸	۱,۵۸۹	۱,۴۹۶	۲,۱۶۵	۰,۸۳۲	۰,۷۴۳	۱,۹۸۰
۰,۱۰۲۸	۱,۳۵۳	۲,۲۸۵	۱,۱۹۱	۱,۰۰۰	۰,۸۵۳	۱,۷۰۱	۱,۵۱۷	۱,۴۶۰	۲,۰۹۳	۰,۸۰۰	۰,۷۳۹	۱,۹۱۱
۰,۰۹۴۳	۱,۱۶۲	۲,۱۴۸	۱,۰۰۰	۰,۸۴۰	۰,۷۴۱	۱,۶۳۲	۱,۵۰۱	۱,۳۷۷	۲,۰۳۲	۰,۷۲۸	۰,۶۶۸	۱,۸۹۷
۰,۰۳۹۸	۰,۴۹۸	۱,۰۰۰	۰,۴۶۶	۰,۴۳۸	۰,۳۸۳	۰,۵۵۷	۰,۵۴۶	۰,۵۴۳	۰,۶۰۵	۰,۳۶۵	۰,۳۴۱	۰,۵۹۳
۰,۰۸۵۹	۱,۰۰۰	۲,۰۰۹	۰,۸۶۱	۰,۷۳۹	۰,۷۲۵	۱,۴۹۰	۱,۴۲۳	۱,۱۸۱	۱,۹۶۶	۰,۶۶۶	۰,۶۲۱	۱,۷۱۹

مالی و مشخصات بازار را نشان می‌دهد که نتایج آن در جدول ۶ آورده شده است.

#### ۴.۲.۵. تعیین وزن‌های مؤلفه‌های بُعد مستقل

هدف گام چهارم به دست آوردن وزن‌های مؤلفه‌های بُعد مستقل قوانین و تأییدیه‌ها به‌وسیله‌ی مقایسه‌ی زوجی و براساس روش AHP بود. نتایج این مرحله در جدول ۷

آمد و پس از آن سوپرماتریس حد محاسبه شد.<sup>[۳۹،۳۸]</sup> در مطالعه حاضر برای محاسبه سوپرماتریس حد، از نرم‌افزار Super Decision استفاده شد. لازم به ذکر است که عناصر سوپرماتریس حد باید نرمالیزه شوند، یعنی جمع ستونی آن ۱ شود تا حالت تصادفی - احتمالی به دست آید.<sup>[۳۸]</sup> سوپرماتریس حد نرمالیزه شده این مطالعه، وزن‌های اهمیت نهایی برای هر مؤلفه‌ی درون ابعاد: مشخصات فنی، مشخصات



ادامه جدول ۶.

	$C_{17}$	$C_{18}$	$C_{19}$	$C_{20}$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$	$C_{26}$	$C_{27}$	$C_{28}$	$C_{29}$	$C_{30}$	$C_{31}$	$C_{32}$
$C_{18}$	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳	۰٫۰۶۵۳
$C_{19}$	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۳
$C_{20}$	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱	۰٫۰۲۴۱
$C_{21}$	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰	۰٫۰۳۷۰
$C_{22}$	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸	۰٫۰۳۷۸
$C_{23}$	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶	۰٫۰۳۱۶
$C_{24}$	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸	۰٫۰۴۸۸
$C_{25}$	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶	۰٫۰۴۴۶
$C_{26}$	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳	۰٫۰۴۸۳
$C_{27}$	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷	۰٫۰۲۲۷
$C_{28}$	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹	۰٫۰۴۲۹
$C_{29}$	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰
$C_{30}$	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰
$C_{31}$	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰
$C_{32}$	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰

است.<sup>[۳۶]</sup> در این مطالعه نیز میزان اختلاف نظر خبرگان در مرحله‌های دوم و سوم برای تمام مؤلفه‌های موفقیت، کم‌تر از حد آستانه‌ی خیلی کم (۰/۱) شد. لذا نظرسنجی در مرحله‌ی سوم متوقف شد. به عبارتی پس از سه مرحله، پاسخ‌های خبرگان به سازگاری و ثبات کافی رسید. بنابراین می‌توان گفت نتایج به دست آمده از پایایی برخوردار است.

روایی یک مطالعه‌ی دلفی در گرو ترکیبی از خبرگان است که گروه خبره را تشکیل می‌دهند. دو نکته‌ی عمده در این مورد مطرح است: اندازه‌گروه خبرگان، شایستگی‌های خبرگان. البته شواهد تجربی کمی در خصوص تأثیر تعداد شرکت‌کنندگان بر روایی نتایج دلفی وجود دارد. در این راستا روایی و اعتبار روش دلفی بیشتر به خبرگی گروه شرکت‌کننده در مطالعه برمی‌گردد تا تعداد شرکت‌کنندگان. بنابراین اگر اعضای شرکت‌کننده در مطالعه نماینده‌ی گروه یا حوزه‌ی دانش مورد نظر باشند، اعتبار روش دلفی تأیید می‌شود.<sup>[۳۶]</sup> لازم به ذکر است بررسی روایی و پایایی روش دلفی فازی همانند روش دلفی است.<sup>[۳۵]</sup>

در این مطالعه اعضای گروه خبرگان همگی دارای دانش و تجربه لازم در موضوع مربوطه بودند. این خبرگان از حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و مشارکت فعال در پروژه‌هایی در حوزه‌ی مدیریت فناوری، برخوردار بودند. لذا روایی نتایج روش دلفی فازی در مطالعه‌ی حاضر تأیید می‌شود.

### ۲.۳.۵. پایایی و روایی نتایج فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP)

در مورد پایایی نتایج روش ANP، شاخص سازگاری (CI) و نرخ سازگاری (CR) برای بررسی سازگاری مقایسه‌های زوجی پاسخ‌دهندگان به کار می‌رود. اگر مقدار CI و CR بیش از ۰/۱ شود، با توجه به آستانه‌ی سازگاری تعریف شده توسط ساعتی باید از پاسخ‌دهندگان خواست تا قضاوت‌هایشان را تکرار کنند تا زمانی که مقدار CI و CR، هر دو، کم‌تر از ۰/۱ شود.<sup>[۳۷]</sup> در این مطالعه مقادیر CI و CR، برای همه‌ی ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی کم‌تر از ۰/۱ شد که مؤید پایایی این نتایج است.

روایی (اعتبار) نتایج روش ANP، همانند روش دلفی به شایستگی و خبرگی گروه شرکت‌کننده در مطالعه، برمی‌گردد.<sup>[۳۹]</sup> در این بخش از مطالعه همان گروه خبره مرحله‌ی قبل مشارکت داشتند که از دانش و تجربه‌ی لازم در موضوع مورد نظر

جدول ۷. ماتریس مقایسه‌ی زوجی مؤلفه‌های بعد مستقل قوانین و تأییدیه‌ها.

وزن‌ها	$C_{22}$	$C_{31}$	$C_{30}$	$C_{29}$
$C_{29}$	۰٫۳۶۸	۱٫۸۰۲	۲٫۲۳۵	۱٫۴۴۲
$C_{30}$	۰٫۲۷۲	۱٫۳۷۱	۱٫۸۱۶	۱٫۰۰۰
$C_{31}$	۰٫۱۵۱	۰٫۶۶۱	۱٫۰۰۰	۰٫۴۴۷
$C_{22}$	۰٫۲۰۹	۱٫۰۰۰	۱٫۵۱۴	۰٫۷۲۹

آمده است. در مجموع وزن‌های اهمیت نهایی و همچنین اولویت‌بندی ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری، در جدول ۸ ارائه شده است.

### ۳.۵. بررسی روایی و پایایی نتایج تحقیق

نتایج تحقیق حاضر شامل دو بخش اصلی است. بخش اول، نتایج مربوط به ارزیابی تناسب عوامل موفقیت مستخرج از ادبیات موضوع و پالایش این عوامل است که این نتایج، خروجی روش دلفی فازی است. بخش دوم نتایج تحقیق، وزن‌های اهمیت به دست آمده برای عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری را شامل می‌شود که این نتایج، حاصل به‌کارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP) است. بنابراین برای بررسی روایی و پایایی نتایج تحقیق، باید روایی و پایایی نتایج به‌کارگیری روش‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر بررسی شود:

### ۱.۳.۵. پایایی و روایی نتایج روش دلفی فازی

پایایی (قابلیت اطمینان) دو جنبه دارد. یک جنبه‌ی آن تکرارپذیری است؛ به عبارتی اگر به فاصله‌ی کوتاهی پس از مطالعه، اطلاعات یا سؤالات مشابه به همان خبرگان مرحله‌ی اول داده شود، نتایج مشابهی دریافت شود که برای روش دلفی دست‌یابی به نتایج یکسان حتمی نیست و روش دلفی از این جهت مورد انتقاد قرار گرفته است. جنبه‌ی مهم دیگر پایایی، سازگاری و متناقض نبودن پاسخ‌های شرکت‌کنندگان است. از این جنبه، فرایند دلفی تا زمانی ادامه می‌یابد که اختلاف میانگین اعداد فازی در دو مرحله‌ی متوالی برای تمام سؤالات یا مؤلفه‌های پرسش‌نامه، کم‌تر از حد آستانه‌ی «خیلی کم» شود. در این حالت پاسخ‌های شرکت‌کنندگان پس از چند مرحله، به‌اندازه‌ی کافی با ثبات شده است و این نشان‌دهنده‌ی پایایی نتایج دلفی

جدول ۸. وزن‌های اهمیت نهایی به همراه اولویت‌بندی ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری.

رتبه‌ی مؤلفه در بُعد	وزن‌های مؤلفه‌ها	مؤلفه‌ها	رتبه‌ی ابعاد	وزن‌های ابعاد	ابعاد
۱	۰٫۰۳۳۲	امکان‌پذیری فنی فناوری			
۲	۰٫۰۳۳۰	مزیت‌های فنی برجسته فناوری			
۱۲	۰٫۰۱۷۵	قابلیت‌های تحقیق و توسعه (R&D)			
۵	۰٫۰۲۳۸	پیچیدگی کم به‌کارگیری فناوری جدید			
۷	۰٫۰۲۲۸	امکان راه‌اندازی فناوری در مقیاس کوچک			
۱۱	۰٫۰۱۹۷	کاملاً ابتکاری و نوآور بودن فناوری یا محصول فناوری	۲	۰٫۲۵۶	مشخصات فنی
۳	۰٫۰۲۸۴	در دسترس بودن منابع فنی لازم			
۶	۰٫۰۲۳۵	برخورداری از نیروی انسانی متخصص و با تجربه			
۹	۰٫۰۲۰۷	توانایی تیم تجاری‌سازی			
۸	۰٫۰۲۱۱	تجربه فنی قبلی تجاری‌سازی			
۴	۰٫۰۲۵۵	قابلیت پذیرش و سازگاری فناوری جدید			
۱۰	۰٫۰۲۰۵	مشارکت و همکاری شرکت تجاری‌کننده با توسعه دهنده فناوری			
۱	۰٫۰۶۷۲	امکان‌پذیری اقتصادی توسعه و تجاری‌سازی فناوری			مشخصات مالی و اقتصادی
۲	۰٫۰۶۲۵	مورد انتظار بودن سودآوری فناوری	۳	۰٫۱۹۹	
۴	۰٫۰۴۶۵	مورد انتظار بودن هزینه‌های به‌کارگیری فناوری			
۳	۰٫۰۵۰۰	حمایت‌های مالی برای تجاری‌سازی فناوری			
۱۰	۰٫۰۲۷۷	شناسایی نیازهای فوری و جاری بازار			
۱	۰٫۰۶۵۳	سازگاری فناوری با نیاز بازار یا تقاضا			
۲	۰٫۰۵۳۳	پتانسیل فناوری برای رشد و نفوذ در بازار			
۱۱	۰٫۰۲۴۱	استفاده از روش‌های مؤثر بازاریابی			
۸	۰٫۰۳۷۰	داشتن مزیت‌های رقابتی پایدار			
۷	۰٫۰۳۷۸	سرعت بالای تجاری شدن فناوری برای عرضه به بازار	۱	۰٫۳۹۸	مشخصات بازار
۹	۰٫۰۳۱۶	انتخاب بازار هدف و استفاده‌کنندگان نهایی			
۳	۰٫۰۴۸۸	در دسترس بودن بازار هدف			
۵	۰٫۰۴۴۶	در حال رشد بودن بازار هدف			
۴	۰٫۰۴۸۳	داشتن مزیت‌هایی متمایز از فناوری‌های رقبا			
۶	۰٫۰۴۲۹	داشتن جذابیت از نظر مشتریان نهایی برای فناوری			
۱۲	۰٫۰۲۲۷	داشتن طرح کسب و کار مناسب برای فناوری			
۱	۰٫۰۳۶۸	وجود قوانین اجباری و حمایتی برای تجاری‌سازی فناوری			
۲	۰٫۰۲۷۲	برآوردن استانداردهایی مشخص و مدون برای فناوری	۴	۰٫۱۴۷	قوانین و تأییدیه‌ها
۴	۰٫۰۱۵۱	وجود تناسب فرهنگی برای فناوری یا محصول فناوری			
۳	۰٫۰۲۰۹	حفاظت از سرمایه فکری			

برخوردار بودند. همچنین پرسش‌نامه‌های این بخش که به صورت مقایسه‌های زوجی طراحی شدند، قبل از به‌کارگیری در فرایند ANP تماماً توسط همین خبرگان تصحیح و تأیید شدند. لذا روایی نتایج روش ANP در مطالعه حاضر تأیید می‌شود. لازم به ذکر است که در یک پژوهش نمی‌توان به روایی و پایایی قاطع دست پیدا کرد، ولی اگر روش‌ها و ابزارهای تحقیق تا حد امکان روایی و پایایی داشته باشند، نتایج پژوهش بسیار دقیق‌تر خواهد بود.<sup>[۳۶]</sup> در این مطالعه اعتبارسنجی نتایج تحقیق بر مبنای مقایسه‌ی نتایج با ادبیات موضوع صورت گرفته و بر این اساس، شواهد لازم

در خصوص اعتبار نتایج به دست آمده، در بخش «بحث» این مطالعه ارائه شده است. اما اعتبارسنجی واقعی نتایج تحقیق، نیازمند اجرا در عمل است. بدین صورت که نتایج به دست آمده در قالب یک مدل برای ارزیابی موفقیت تجاری‌سازی فناوری‌ها، به کار گرفته شود تا پس از مقایسه‌ی نتایج مدل با واقعیت‌های رخ داده، بتوان در خصوص میزان دقت و صحت عملکرد مدل و بالطبع عناصر مدل و وزن‌های اهمیت آن اظهار نظر کرد که در تحقیق دیگری این فرایند در حال انجام است.

امکان‌پذیری اقتصادی تجاری‌سازی فناوری (۰/۰۶۷۲)، مهم‌ترین مؤلفه‌ی بُعد مشخصات مالی و اقتصادی شناخته شد. اهمیت امکان‌پذیری اقتصادی تجاری‌سازی در این مطالعه، با کارهای مهنک و سامتانی (۲۰۱۴) و میرغفوری و همکاران (۱۳۹۰) سازگار است.<sup>[۱۶]</sup> امکان‌پذیری اقتصادی یک فناوری با انجام دادن یک بررسی بر روی هزینه‌ها و منافع فناوری که تا انتهای مرحله‌ی توسعه و آزمون آن به وقوع خواهد پیوست صورت می‌گیرد. اگرچه تخمین ارزش پولی هزینه‌ها و منافع در مراحل اولیه‌ی توسعه‌ی فناوری، بسیار چالشی خواهد بود،<sup>[۱۷]</sup> تخمین نوع و میزان هزینه‌ها و منافع بسیار مهم است و نگرش کلی نسبت به موفقیت اقتصادی پروژه تجاری‌سازی را برای ذی‌نفعان فراهم می‌آورد و در تصمیم‌گیری در مورد ادامه توسعه و تجاری‌سازی فناوری، آنها را یاری می‌کند. عدم امکان‌پذیری پروژه به لحاظ اقتصادی می‌تواند موجب عدم ادامه و توسعه پروژه تجاری‌سازی شود و وضعیت پروژه را در سایر عوامل مؤثر به طور کامل تحت شعاع قرار دهد. مورد انتظار بودن سودآوری فناوری (۰/۰۶۲۵) رتبه دوم اهمیت را در بُعد مشخصات مالی و اقتصادی، دارد. مورد انتظار بودن سودآوری فناوری و نتیجه آن برگشت سرمایه مورد انتظار، در ترغیب سرمایه‌گذاران و نوآوران جهت توسعه و تجاری‌سازی فناوری اهمیت بالایی دارد. همچنین در همین بُعد، هزینه‌های مورد انتظار توسعه فناوری (۰/۰۴۶۵) رتبه ۴ را به دست آورده است. این یافته‌ها با نتایج مطالعه چو و لی (۲۰۱۳) سازگار است که در آن برای بُعد امکان‌پذیری کسب و کار، مؤلفه‌ی سودآوری در رتبه اول و هزینه‌های تجاری‌سازی در رتبه ۴ این بُعد، قرار گرفت.<sup>[۲۵]</sup>

وجود قوانین اجباری و حمایتی مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری (۰/۳۶۸) و مشخص و مدون بودن استانداردهایی که فناوری و پذیرش آن را در بازار تحت تأثیر قرار می‌دهد (۰/۲۷۲)، به ترتیب رتبه‌ی اول و دوم اهمیت را در بین مؤلفه‌های بُعد قوانین و تأییدیه‌ها کسب کردند. در این بُعد، تجاری‌سازی فناوری براساس قوانین و سیاست‌ها ارزیابی می‌شود که مهم‌ترین آنها مسائل مربوط به محیط زیست و منافع ملی است. از آنجا که امروزه اهمیت فوق‌العاده‌ی به مسئله محیط زیست داده می‌شود، بسیاری از فناوری‌های جدید در پاسخ به قوانین یا مقررات موجود یا آتی درخصوص محیط زیست توسعه می‌یابند. این بُعد می‌تواند به درک روند حرکت بازار منجر شود و براساس آن می‌توان به توسعه فناوری‌هایی پرداخت که مورد پذیرش بازار قرار می‌گیرند، به‌گونه‌ی که تمایل اجباری بازار برای آن فناوری‌های براساس قوانین، مقررات و تأییدیه‌های دولتی وجود دارد.<sup>[۱۵]</sup> البته درک و شناخت این قوانین و سیاست‌ها در سطح اول اهمیت است و در سطح بعدی اهمیت، استانداردهای مربوط به اعمال و اجرای این مقررات و سیاست‌ها قرار می‌گیرد. مطالعه‌های سوهن و مون (۲۰۰۱)، استیرو (۲۰۰۴) و مهنک و سامتانی (۲۰۱۴) حامی یافته‌های این مطالعه است.<sup>[۲۱، ۲۲]</sup>

از سوی دیگر در این پژوهش، تعدادی از مؤلفه‌ها با وزن اهمیت کم‌تر هستند که با یافته‌های مطالعه‌های قبلی تا حدودی ناسازگارند. قابلیت‌های R&D شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری (۰/۰۱۷۵)، مورد انتظار بودن هزینه‌های توسعه‌ی فناوری (۰/۰۴۶۵)، کم‌ترین اهمیت را به ترتیب در ابعاد مشخصات فنی، مشخصات مالی و اقتصادی دارند.

در مقام مقایسه، کیمورا (۲۰۱۰) و چو و لی (۲۰۱۳) بر قابلیت‌های تحقیق و توسعه به عنوان یک عامل کلیدی موفقیت در تجاری‌سازی فناوری، تأکید کرده‌اند.<sup>[۱۹]</sup> استیرو (۲۰۰۴)، نشان داد که هزینه، یک عامل کلیدی مؤثر در پروژه‌های تحقیق و توسعه شرکت فنی تخصصی است.<sup>[۲۱]</sup> در تحلیل برخی از این نتایج، می‌توان گفت که در ایران بیشتر مؤسسات اقتصادی و شرکت‌های صنعتی به دلیل ضعف نسبی اقتصادی که در درجه‌ی اول حاصل

براساس جدول ۸، مشخصات بازار (۰/۳۹۸) به عنوان مهم‌ترین بُعد اثرگذار بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری، شناسایی شد و پس از آن ابعاد: مشخصات فنی (۰/۲۵۶)، مشخصات مالی و اقتصادی (۰/۱۹۹) و قوانین و تأییدیه‌ها (۰/۱۴۷) به ترتیب رتبه دوم، سوم و چهارم اهمیت را به دست آوردند. تقریباً تمام پژوهش‌های مرتبط قبلی، بازار و مؤلفه‌های مربوط به آن را به عنوان عاملی کلیدی در موفقیت تجاری‌سازی فناوری معرفی کرده‌اند. بازار به عنوان مهم‌ترین عامل در به نتیجه رسیدن فرایند تجاری‌سازی فناوری است که می‌تواند به تنهایی باعث موفقیت و شکست کل زنجیره تجاری‌سازی فناوری شود.<sup>[۱۵]</sup> در بُعد مشخصات بازار، سازگاری فناوری با نیاز بازار یا تقاضا (۰/۰۶۵۳)، مهم‌ترین مؤلفه در موفقیت تجاری‌سازی، است. در چندین مطالعه، سازگاری فناوری با نیاز بازار به عنوان عاملی کلیدی در موفقیت تجاری‌سازی فناوری شناخته شده است.<sup>[۱۸، ۲۵]</sup> تا زمانی که محصول فناوری یا فناوری وارد بازار نشود، عملاً تجاری‌سازی رخ نداده است و برای این که تجاری‌سازی فناوری در مراحل تعیین‌کننده‌ی ورود به بازار و نفوذ در بازار موفق عمل کند، لازم است در مراحل اولیه از توسعه فناوری، ارزیابی بازار که فرایند شناسایی و ارزشیابی تقاضای بازار برای فناوری مورد نظر است، انجام شود. یکی از مؤلفه‌های اصلی ارزیابی بازار، سازگاری فناوری با نیاز بازار است.<sup>[۱۳]</sup> رتبه دوم در بُعد بازار، مربوط به پتانسیل فناوری برای رشد و نفوذ در بازار (۰/۰۵۳۳)، است. این یافته با نتایج مطالعه چو و لی (۲۰۱۳) سازگار است زیرا در آن بُعد قابلیت عرضه در بازار و مؤلفه‌ی پتانسیل بازار برای محصول فناوری مربوط به این بُعد، بالاترین اولویت را به لحاظ اثرگذاری بر موفقیت تجاری‌سازی محصولات فناوری جدید کسب کردند.<sup>[۲۵]</sup> یکی دیگر از مؤلفه‌های اصلی ارزیابی بازار، پتانسیل فناوری برای رشد و نفوذ در بازار است. در ارزیابی بازار، تخمین‌هایی از پتانسیل رشد بازار به منظور فراهم کردن مجوزی برای انتخاب بازارهای هدف انجام می‌گیرد که مشخص شود آیا این فناوری فقط توسط تعداد محدودی کاربر خاص خریداری خواهد شد یا تقاضای آن فراتر از مرزهای یک گوشه‌ی بازار خواهد بود که این نتیجه برای برنامه‌ریزان و توسعه‌دهندگان فناوری حائز اهمیت است.<sup>[۱۳]</sup>

امکان‌پذیری فنی فناوری (۰/۰۳۳۲) به عنوان مهم‌ترین مؤلفه در بُعد مشخصات فناوری شناخته شده است. اهمیت امکان‌پذیری فنی فناوری در مطالعه‌های موهان و راتو (۲۰۰۳)، راحال و رابلو (۲۰۰۶)، حمایت شده است.<sup>[۲۳]</sup> اهمیت بالای این مؤلفه از آن روست که اگر فناوری مورد نظر به لحاظ فنی امکان پیاده‌سازی و توسعه را نداشته باشد، سایر مؤلفه‌های این بُعد با وجود اهمیت مستقل هر کدام مفهوم و کارکردی پیدا نمی‌کنند. مؤلفه‌ی مزیت‌های فنی برجسته فناوری (۰/۰۳۳۰)، رتبه دوم را در همان بُعد مشخصات فنی دارد. یکی از مسائل اصلی که در مشخصات فنی بررسی می‌شود توانایی یا عدم توانایی فناوری در دسترسی به اهداف مورد نظر است و مؤلفه‌ی مزیت‌های فنی برجسته، نقش برجسته‌ی در توانمندی فناوری برای دستیابی به نتایج مطلوب دارد، زیرا می‌تواند باعث تمایز فناوری یا محصول فناوری از فناوری‌های رقبا در بازار شود. این یافته با نتایج مطالعه‌ی راحال و رابلو (۲۰۰۶) سازگار است که در آن مزیت‌های قابل شناسایی برجسته فناوری، دومین اولویت را در بین ۱۲ مؤلفه‌ی مهم مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری‌های دانشگاهی کسب کرد.<sup>[۲۳]</sup> همچنین چانگ و همکاران (۲۰۱۵) مزیت فناوری را به عنوان یکی از عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری در شرکت‌های بزرگ صنعتی کره جنوبی شناسایی کرد.<sup>[۲۸]</sup>

شاخص‌ها و ابعاد اصلی موفقیت تجاری‌سازی فناوری در پژوهش‌ها و مدل‌های مرتبط قبلی را پوشش داده و نیز مؤلفه‌های مربوط به فناوری و مؤلفه‌های مربوط به شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری را در قالب ابعاد اصلی موفقیت تجاری‌سازی یک پارچه کرده است.

نتایج مطالعه‌ی حاضر را می‌توان در توسعه و ایجاد یک مدل برای ارزیابی موفقیت تجاری‌سازی فناوری به کار برد. این مدل ارزیابی، برای مدیران، سرمایه‌گذاران و برنامه‌ریزان حوزه‌ی فناوری، می‌تواند به جهت شناسایی فناوری‌هایی با قابلیت بالای تجاری شدن و استفاده از فرصت‌های توسعه و تجاری‌سازی آنها حائز اهمیت باشد. همچنین با توجه به محدودیت زمان و منابع برای مدیران، شناخت عوامل مؤثر بر تجاری شدن موفق فناوری و اولویت‌های این عوامل، تخصیص بهتر منابع به بخش‌ها و مؤلفه‌های مختلف در فرایند تجاری‌سازی فناوری را می‌تواند در پی داشته باشد.

یکی از سؤالاتی که ممکن است در مورد کاربرد نتایج به دست آمده، وجود داشته باشد، میزان اعتبار نتایج در مراحل مختلف چرخه عمر فناوری<sup>۳۴</sup> شامل «طفولیت»، «رشد»، «بلوغ» و «زوال» است.<sup>۳۵</sup> بر مبنای پیش‌فرض تحقیق حاضر، نتایج به دست آمده مربوط به مرحله‌ی قبل از شروع چرخه‌ی عمر فناوری و ابتدای چرخه‌ی عمر (ابتدای مرحله‌ی طفولیت) است. زمانی که هنوز پروژه‌ی تجاری‌سازی اجرایی نشده است و فناوری توسعه نیافته است. اگر بخواهیم نتایج به دست آمده را برای مراحل مختلف چرخه‌ی عمر توسعه دهیم، ممکن است نتایج شامل عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری و اولویت‌های آنها، در مراحل مختلف چرخه‌ی عمر فناوری تغییر نکند که بررسی این مسئله می‌تواند موضوع پژوهشی جدید قرار گیرد. در این راستا نمونه‌هایی از تغییر نتایج تحقیق مربوط به اهمیت نسبی عوامل موفقیت، در مراحل مختلف چرخه‌ی عمر فناوری، عبارت‌اند از: در مرحله‌ی بلوغ فناوری، تحقیق و توسعه نقش کم‌تری در بهبود کیفیت محصول دارد، زیرا ایده‌ی فنی تولید محصول تغییر زیادی نمی‌کند و تغییرات بیشتر در زمینه‌ی ظاهر محصول یا امکانات جانبی است در حالی که مؤلفه‌ی قابلیت‌های تحقیق و توسعه، در مرحله‌ی رشد فناوری، به جهت ساخت محصول فناوری با کیفیت بهتر، اهمیت بالایی دارد. همچنین در دوره رشد، محصول فناوری جای خود را در بازار باز می‌کند و بین شرکت‌های مختلف، رقابت برای ساخت بهتر و بیشتر محصول شکل می‌گیرد.<sup>۳۶</sup> بنابراین در مرحله‌ی رشد فناوری بعد مشخصات بازار و مؤلفه‌های موفقیت مربوط به آن از اهمیت ویژه‌ی برخوردارند.

در تحقیق حاضر با توجه به این که در نظر سنجی‌های انجام شده، نظر اعضای گروه خبره صرف نظر از نوع فناوری و صنعت به طور کلی اخذ شده است، از نظر مفهومی لیست عوامل و اولویت‌های آنها به نوع خاصی از فناوری یا زمینه‌ی کاری خاصی بستگی ندارد. بنابراین انتظار می‌رود نتایج تحقیق حاضر، قابل تعمیم به تمامی صنایع و فناوری‌های باشد. اما از آنجا که اعضای گروه خبره در صنعت نفت (نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی) و حوزه‌ی فناوری اطلاعات (سیستم‌های هوشمند و نرم‌افزارها) فعالیت داشته‌اند، در عمل، این محدودیت ممکن است وجود داشته باشد که نتایج به دست آمده، تحت تأثیر زمینه‌ی کاری پاسخ‌دهندگان بوده و نماینده‌ی کل صنایع نباشد. اما این تأثیرگذاری عملاً آنقدر زیاد نیست که نتایج تحقیق را وابسته به نوع خاصی از فناوری یا زمینه‌ی کاری خاصی کند.

در پایان پیشنهاد می‌شود در پژوهش کاربردی دیگر، نتایج این تحقیق در طراحی مدلی برای پیش‌بینی موفقیت تجاری‌سازی فناوری، استفاده شود. در این صورت مؤلفه‌ها و ابعاد شناسایی شده و اولویت‌های به دست آمده برای آنها، به عنوان ورودی‌ها و پایه‌ی مدل پیش‌بینی خواهد بود.

وابستگی شدید به صادرات نفت است، ساختاری یکپارچه برای توسعه علم و فناوری ندارند.<sup>۳۷</sup> بنابراین انگیزه‌ی ذاتی برای سرمایه‌گذاری بر تحقیق و توسعه در اکثر بنگاه‌های اقتصادی وجود ندارد. همچنین مشکل دیگر در این زمینه، به ناهماهنگی میان نهادهای تحقیق و توسعه، دانشگاه‌ها و فضای کسب‌وکار بازمی‌گردد. از آنجا که دولت و نهادهای عمومی تأمین‌کننده‌ی اصلی منابع مالی حوزه‌ی تحقیقات و دانش هستند و سهم کسب و کارهای خصوصی در تأمین مالی R&D اندک است به علاوه اکثر شرکت‌های R&D در ایران دارای مدیریت تجاری نیستند.<sup>۳۸</sup> لذا اولویت‌های فضای واقعی کسب‌وکار به این مؤسسات منتقل نشده و اولویت‌های تحقیق و توسعه الزاماً با اولویت‌های کسب‌وکار یکی نیست.

همانطور که در قسمت بحث مشاهده شد، غالب نتایج مطالعه حاضر با نتایج پژوهش‌های مرتبط قبلی، همخوانی داشته و توسط این پژوهش‌ها تأیید شد. برای موارد محدودی که تفاوت با نتایج پژوهش‌های مرور شده وجود داشت، دلایلی کاربردی بر مبنای شرایط واقعی تجاری‌سازی فناوری در شرکت‌های ایران ذکر شد.

## ۷. نتیجه‌گیری

علی‌رغم پذیرش موضوع تجاری‌سازی و اهمیت آن از سوی سیاست‌گذاران، محققان و نوآوران در مرحله‌ی تجاری‌سازی فناوری‌ها و دستاوردهای تحقیقاتی، تلاش‌های نوآوران و محققان غالباً با شکست مواجه می‌شود. این امر نشان‌دهنده پیچیدگی زیاد فرایند تجاری‌سازی است.<sup>۳۹</sup> در تجاری‌سازی موفق یک فناوری، عوامل متعددی تأثیرگذار هستند، از ملاحظات فنی، مسائل بازار و مسائل مالی گرفته تا مسائل قانونی و زیست‌محیطی.<sup>۴۰</sup> یکی از راهکارهای اصلی برای غلبه بر مسائل تجاری‌سازی فناوری‌ها، ارزیابی موفقیت تجاری شدن آنها قبل از اجراست.

در این راستا کوشیدیم ابعاد و مؤلفه‌هایی از فناوری و شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری را که در موفقیت تجاری‌سازی نقش مهمی دارند، شناسایی کنیم و در نتیجه، ۳۲ مؤلفه مشخص شده که در چهار بُعد: مشخصات فنی، مشخصات مالی، مشخصات بازار، قوانین و تأییدیه‌ها، دسته‌بندی شدند (جدول ۳). سپس با شناسایی وزن‌های این عوامل، اهمیت نسبی هر یک از آنها در موفقیت تجاری‌سازی فناوری تعیین شد. یافته‌های این پژوهش (جدول ۸)، نشان داد که مشخصات بازار به عنوان مهم‌ترین بعد اثرگذار بر موفقیت تجاری‌سازی فناوری است و پس از آن ابعاد: مشخصات فنی، مشخصات مالی و اقتصادی و قوانین و تأییدیه‌ها، به ترتیب رتبه‌ی دوم، سوم و چهارم اهمیت را به دست آوردند. در مورد مؤلفه‌ها نیز امکان‌پذیری فنی فناوری، امکان‌پذیری اقتصادی تجاری‌سازی فناوری، سازگاری فناوری با نیاز بازار، وجود قوانین اجباری و حمایتی که تجاری‌سازی و پذیرش فناوری را در بازار تحت تأثیر قرار می‌دهند، بالاترین اولویت را به ترتیب در ابعاد مشخصات فنی، مشخصات مالی و اقتصادی، مشخصات بازار و قوانین و تأییدیه‌ها کسب کردند.

در این مطالعه، در شناسایی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی، هم مؤلفه‌های مربوط به فناوری و قابلیت‌ها و ویژگی‌های آن و هم مؤلفه‌های مربوط به شرکت تجاری‌کننده‌ی فناوری، در کنار هم آورده شده است. زیرا موفقیت تجاری‌سازی فناوری به هر دو عامل کلیدی وابسته است.<sup>۴۱</sup>

نتایج این مطالعه کاربردهایی هم برای پژوهش‌گران و هم مدیران فراهم می‌کند. این مطالعه تلاش کرده است با شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موفقیت تجاری‌سازی با گستردگی و فراگیری بیشتر نسبت به تحقیقات مرتبط قبلی، کار در زمینه‌ی تحقیقات ارزیابی موفقیت تجاری‌سازی را برای پژوهش‌گران توسعه دهد؛ زیرا این مطالعه



پانویسها

1. commercialization process
2. technology
3. fuzzy Delphi method
4. analytic network process
5. Tarek Khalil
6. innovation process
7. ideation
8. technology development
9. university of Cincinnati
10. strategic technology evaluation program
11. commercial potential
12. Patent
13. public research and development (R&D)
14. commercialization readiness assessment
15. department of homeland security (DHS)
16. licensing
17. small business innovation research
18. chi-square
19. structural equation modeling (SEM)
20. analytic hierarchy process
21. analytic network process
22. classification and regression tree
23. data mining
24. Thomas Saaty
25. initial super matrix
26. unweighted super matrix
27. cluster matrix
28. weighted super matrix
29. limit super matrix
30. control matrix
31. consistency index
32. consistency ratio
33. geometric mean
34. technology life cycle

منابع (References)

1. Abbasi, B. Gholipour, A. Delavar, A. and Jafari, P. "Qualitative research about the influence of commercialization approach on the traditional values of university", *Journal of Science and Technology Policy*, **2**(2), pp. 63-76 (In Persian) (2009).
2. Yadollahi Farsi, J. and Talebi, K. "Application of knowledge management for research commercialization", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, **49**, pp. 451-455 (2009).
3. Kathleen, A.R., *Bringing New Technology to Market*, Prentice Hall, New Jersey (2003).
4. Elmi, M. "Commercialization methods of research findings", Publishing Trade Promotion Organization of Iran, Tehran, Iran, pp. 6-10 (In Persian) (2009).
5. Mirghafoori, S.H., Sadeghi Arani, Z. and Jafarnejad, A. "Forecasting success of commercialization of innovative ideas using artificial neural networks; the case of inventors and innovations in Yazd province", *Journal of Science and Technology Policy*, **4**(1), pp. 63-76 (In Persian) (2011).
6. Bandarian, R. "Evaluation of commercial potential of a new technology at the early stage of development with

- fuzzy logic", *Journal of Technology Management & Innovation*, **2**(4), pp. 73-85 (2007).
7. Martyniuk, A.O., Jain, R.K. and Stone, H.J. "Critical success factors and barriers to technology transfer: case studies and implications", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, **2**(3) pp. 306-327 (2003).
8. Brown, M.A. "Performance metrics for a technology commercialization program", *International Journal of Technology Management*, **13**(3), pp. 229-244 (1997).
9. Tarek, M.K., *Management of Technology*, Mc Graw Hill (2000).
10. Moses, L.B., *Recurring Dilemmas: The Law's Race to Keep up with Technological Change*, The Berkeley Electronic Press, 83 p. (2007).
11. Kumar, V. and Jain, R.K. "Commercialization of new technologies in India: An empirical study of perception of technology institutions", *Technovation*, **23**(2), pp. 113-120 (2003).
12. Balachandra, R., Goldschmidt, M. and Friar, J. H. "The evolution of technology generations and associated markets: A double helix model", *IEEE Transactions on Engineering Management*, **51**, pp. 3-12 (2004).
13. Martyniuk, A.O. "Market opportunity analyses and technology transfer", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, **1**(4), pp. 385-404 (2002).
14. Chifos, C. and Jain, R.K. "A comprehensive methodology for evaluating the commercial potential of technologies: the strategic technology evaluation method", *International Journal of Industrial Engineering*, **4**(4), pp. 220-235 (1997).
15. Ravi, K., Jain, R.K., Martyniuk, A.O., Harris, M.M., Niemann, R.E. and Woldmann, K. "Evaluating the commercial potential of emerging technologies", *Int. J. Technology Transfer and Commercialisation*, **2**(1), pp. 32-50 (2003).
16. Mohannak, K. and Samtani, L. "A criteria-based approach for evaluating Innovation Commercialization", *DRUID Society Conference 2014*, CBS, Copenhagen, pp. 1-15 (16-18 June 2014).
17. Zahra, A.H. and Nielsen, A.P. "Sources of capabilities, integration and technology commercialization", *Strategic Management Journal*, **23**(5), pp. 377-398 (2002).
18. Slater, S.F. and Mohr, J.J. "Successful development and commercialization of technological innovation: Insights based on strategy type", *Product Innovation Management*, **23**, pp. 26-33 (2006).
19. Kimura, O. "Public R&D and commercialization of energy-efficient technology: A case study of Japanese projects", *Energy Policy*, **38**, pp. 7358-7369 (2010).
20. Department Homeland Security, *DHS SBIR Commercialization Assistance Workshop*, 8th floor, Washington DC, pp. 6-12 (2013).
21. Sohn, S.Y. and Moon, T.H. "Structural equation model for predicting technology commercialization success index (TCSI)", *Technological Forecasting & Social Change*, **70**, pp. 885-899 (2003).

22. Åstebro, T. "Key success factors for technological entrepreneurs R&D Project", *IEEE Transactions on Engineering Management*, **51**(3), pp. 314-321 (2004).
23. Rahal, A.D. and Rabelo, L.C. "Assessment framework for the evaluation and prioritization of university inventions for licensing and commercialization", *Engineering Management Journal*, **18**(4), pp. 28-36 (2006).
24. Link, A.N. and Scott, J.T. "Government as entrepreneur: Evaluating the commercialization success of SBIR projects", *Research Policy*, **39**, pp. 589-601 (2010).
25. Cho, J. and Lee, J. "Development of a new technology product evaluation model for assessing commercialization opportunities using Delphi method and fuzzy AHP approach", *Expert Systems with Applications*, **40**, pp. 5314-5330 (2013).
26. Rostek, K. "Modeling commercial potential of innovative projects", *International Review of Management and Business Research*, **3**(1), pp. 78-95 (2014).
27. Hsu, D.W.L., Shen, Y.C., Yuan, B.J.C and Chou, C.J. "Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan", *Technological Forecasting & Social Change*, **92**, pp. 25-39 (2015).
28. Jung, M., Lee, Y. and Lee, H. "Classifying and prioritizing the success and failure factors of technology commercialization of public R&D in South Korea: Using classification tree analysis", *J. Technology Transfer*, **40**, pp. 877-898 (2015).
29. Galbraith, C.S., DeNoble, A.F., Ehrlich, S.B and Kline, D.M. "Can experts really assess future technology success? A neural network and Bayesian analysis of early stage technology proposals", *The Journal of High Technology Management Research*, **17**, pp. 125-137 (2007).
30. Mohan, S.R. and Rao, A.R. "Early identification of innovation and market acceptable technologies-A model for improving technology transfer capabilities of research institutes", *Journal of Scientific & Industrial Research*, **62**, pp. 865-875 (2003).
31. *NASA Procedural Requirements: NASA Technology Commercialization Process*, NASA Office of the Chief Technologist, Chp. 3, pp. 1-5 (2012).
32. Ismail, N., Mohd Nor, M.J. and Sidek, S. "A framework for a successful research products commercialization: A case of malaysian academic researchers", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **195**, pp. 283-292 (2015).
33. Sohn, S.Y., Moon, T.H. and Kim, S. "Improved technology scoring model for credit guarantee fund", *Expert System with Applications*, **28**, pp. 327-331 (2005).
34. Azar, A. and Faraji, H. "Science of fuzzy management", Center of Studies and Iran Productivity, Ejtema publication, Tehran, Iran pp. 36-54 (In Persian) (2008).
35. Cheng, CH., Ching, H. and Lin, Y. "Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation", *European Journal of Operational Research*, **142**, pp. 174-186 (2002).
36. Linstone, H.A. and Turoff, M., *The Delphi Method Techniques and Applications*, Online Available: [www.inei.org.br/innovateca/estudos-e-pesquisas-eminovacao/delphi-book.pdf](http://www.inei.org.br/innovateca/estudos-e-pesquisas-eminovacao/delphi-book.pdf) (2002).
37. Saaty, T.L. "Fundamentals of the analytic network process", *Proceedings of ISAHp 1999*, Kobe, Japan (1999).
38. Zebardast, E. "Application ANP in urban and regional planning", *Journal of Fine Arts, Architecture and Urbanism*, **41**, pp. 79-90 (In Persian) (2010).
39. Carlucci, D. and Schiuma, G. "Applying the analytic network process to disclose knowledge assets value creation dynamics", *Expert Systems with Applications*, **36**(4), pp. 7687-7694 (2008).
40. Ghazinoori, S.R. "Strategies and trends for commercialization and marketing of high technologies, case study: Nanotechnology in Iran", *2nd Management of Technology Iranian Conference*, pp. 68-76 (2005).