



## اندازه‌گیری پتانسیل تجاری طرح‌های تحقیقاتی با استفاده از منطق فازی

رضا بندریان\*

مری پڑوشیار، عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

### چکیده

اعتدالی صنعتی و اقتصادی هر جامعه‌ای مرهون تحقیقات علمی و سازمان یافته آن جامعه است. تشخیص نیاز بازار مصرف، اجرای تحقیقات و مطالعات برای توسعه فناوری و در نهایت تجاری سازی آن از مراحل اجتناب ناپذیر ایجاد یک فناوری جدید است. سازمانهای تحقیقاتی از طریق تجاری سازی فناوریها، هزینه‌های توسعه فناوریهای خود را جبران کرده و امکان سرمایه‌گذاری در فناوریهای بهتر و پیشرفته‌تر را برای خود به وجود می‌آورند. یکی از راهکارهایی که برای برطرف کردن مشکل تجاری سازی طرح‌های تحقیقاتی ارائه شده ارزیابی مقدماتی پتانسیل تجاری شدن آنها قبل از اجرای طرح است، اما آنچه که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چگونگی برآورد پتانسیل تجاری دستاوردهای تحقیقاتی می‌باشد. پتانسیل تجاری عبارت است از احتمال تجاری شدن یک فناوری جدید. هر فناوری جدید برای تجاری شدن و رسیدن به بازار نیازمند حرکت و پیشرفت در یک مسیر پر پیچ و خم، متغیر و غیرقابل پیش‌بینی است. بنابراین تعیین پتانسیل تجاری یک فناوری جدید پیش شرط لازم برای تعریف موفق راهبرد تجاری شدن آن می‌باشد. تمرکز این مقاله بر توسعه یک سیستم فازی برای اندازه‌گیری پتانسیل تجاری فناوریهای برگزیده برای توسعه در مراحل اولیه و قبل از صرف زمان و منابع، بر مبنای مدل ارزیابی راهبرد فناوری (STEP) می‌باشد. بر مبنای مدل STEP، هر فناوری جدید برای تجاری شدن نیازمند برخی ویژگیهای خاص است. این ویژگیها به ابعاد مختلف تقسیم شده و هر یک از ابعاد نیز دارای تعدادی شاخص می‌باشند. در این مقاله ضمن پرداختن به طراحی یک سیستم فازی به منظور اندازه‌گیری پتانسیل تجاری طرح‌های تحقیقاتی بر مبنای مدل STEP، مقدار کمی پتانسیل تجاری یکی از مهمترین طرح‌های تحقیقاتی در پژوهشگاه صنعت نفت اندازه‌گیری می‌شود.

کلید واژگان: تجاری سازی؛ پتانسیل تجاری؛ تحقیق و توسعه؛ مدل ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری؛ منطق فازی

### ۱- مقدمه

معانی جدید برای عملکرد بهتر و موفقیت در تجارت بوده و در عمل نیز رویکردی راهبردی در کسب و کار و در نظر گرفتن شرایط جدید محیط تجاری می‌باشد [۱،۲]. سازمانهای تحقیقاتی (دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی) به عنوان سازمانهای شدت دانش گرا<sup>۲</sup> که متولی امر پژوهش‌اند، از این قاعده مستثنا نبوده و در این محیط به شدت متغیر با چالشهای متعدد روبرویند. مأموریت سازمانهای تحقیقاتی در جهت تحقیقات بنیادی، کاربردی، توسعه‌ای و حتی پشتیبانی فنی و اجرای پروژه‌هاست

همزمان با شروع قرن ۲۱ دستیابی به موفقیت و بقای سازمانها مشکل و مشکل تر می‌شود. این واقعیت ناشی از ظهور عصر تجاری جدید است که تغییر یکی از خصوصیات اصلی آن می‌باشد. در جهان امروز بیشتر تأکید بر قابلیت سازگاری با تغییر در محیط تجاری، روش پیش‌کنشی برای درک نیازهای مشتری و بازار، شیوه‌های نوین همکاری و... است که در مفهوم به معنای یک گام به جلو و ایجاد

اما مسأله اصلی، یعنی ترکیب جنبه‌های گوناگون و کمی سازی آنها به منظور محاسبه پتانسیل تجاری هنوز باقی مانده است [۶۸].

مقاله حاضر روشی را ارائه می‌دهد که به تصمیم‌گیران در انتخاب فناوری مناسب برای توسعه در مراحل اولیه توسعه فناوری کمک می‌کند.

به خاطر ابهام ذاتی موجود در پتانسیل تجاری، در این تحقیق از منطق فازی برای اندازه‌گیری و کمی سازی پتانسیل تجاری فناوری استفاده شده است.

## ۲- مرور ادبیات

### ۲-۱ تجاری سازی و پتانسیل تجاری

ابتدا به منظور مشترک نمودن تعاریف، واژه‌های تجاری سازی و فناوری را تعریف می‌کنیم:

تجاری سازی فناوری، فرایند تعریف شده‌ای شامل انتقال دانش و فناوری از یک فرد یا گروه به فرد یا گروهی دیگر به منظور بکارگیری آن در سیستم، فرایند، محصول و یا یک روش انجام کار است [۹].

تعریف فوق، تعریف عمومی فرایند تجاری سازی است اما در تعریف دیگری که مناسب سازمانهای تحقیقاتی است آن را فرایند انتقال دانش و فناوری از مراکز تحقیقاتی به صنایع موجود یا کسب و کارهای جدید می‌نامند [۱].

منظور از فناوری عبارت از دانش فنی، فن، ثبت اختراع یا سایر داراییهای فکری، مواد، ماشین‌آلات، سیستم و ... است [۱۰].

فرایند تجاری سازی فناوری فرایندی ساده و خطی نیست بلکه فرایندی پیچیده است که بازیگران متعدد با توانمندیهای گوناگون در آن ایفای نقش می‌کنند. این فرایند نیازمند مهارتهایی از قبیل توسعه محصول، ارزیابی بازار، راهبردهای بازار، مدیریت منابع مالی، مهندسی و مدیریت تولید، حسابداری و ... می‌باشد [۲، ۱۱، ۷].

موانع متعددی برای تجاری سازی فناوری وجود دارد. این موانع در هر یک از مراحل ایده تا بازار ممکن است بوقوع بپیوندند. برخی از آنها عبارت‌اند از: کمبود اطلاعات، توانمندیهای ناکافی نیروی انسانی، موانع اقتصادی و سیاسی، موانع ساختاری و سازمانی، عدم درک نیازهای بازار و مشتریان، عدم وجود استانداردهای زیست‌محیطی و ... [۸]. پس ایجاد روشهایی برای ارتقا و افزایش احتمال موفقیت این فرایند بسیار دشوار است [۱۰].

یکی از شیوه‌ها برای غلبه کردن بر این مسائل، ارزیابی فناوری جدید و تخمین پتانسیل تجاری آن می‌باشد. این چنین ارزیابی باید تا حد امکان در مراحل اولیه توسعه فناوری صورت پذیرد. این ارزیابی

بنابراین تا هنگامی که نتایج آنها در عرصه عمل استقرار نیابد و عواید آنها نصیب جامعه نشود، نمی‌توانند منشأ رفاه عمومی و ثروت انسانها باشند. در واقع سازمانهای تحقیقاتی از طریق تجاری سازی فناوریها، هزینه‌های توسعه فناوریهای خود را جبران می‌کنند و امکان سرمایه‌گذاری در فناوریهای بهتر و پیشرفته‌تر را برای خود به وجود می‌آورند. به عبارت دیگر فناوری باید از مؤسسه‌های عرضه کننده آن به سمت صنایع و شرکتهای متقاضی جریان یابد تا:

۱- از انباشت بدون استفاده فناوری در دانشگاهها، مؤسسات تحقیقاتی، صنایع و شرکتهای قادر به تولید فناوری اجتناب شود. مرداب فناوری که در نتیجه انباشت بدون استفاده فناوری ایجاد می‌شود، کلیدی‌ترین عامل در کاهش بهره‌وری دانشگاهها و مؤسسات تحقیقاتی است.

۲- بنیه فناوری صنایع و شرکتهای توان رقابت‌پذیری آنها در بازارهای جهانی افزایش یابد. تزریق فناوری بهتر و تازه‌تر به شرکتهای محلی یکی از کلیدی‌ترین اهرمها برای تکان دادن این شرکتهای تبدیل آنها از شرکتهای ضعیف با عملکرد پایین به شرکتهای کلاس جهانی است. این امر بویژه برای شرکتهای کوچک و متوسطی حایز اهمیت است که قادر به راه‌اندازی واحدهای تحقیق و توسعه نیستند.

این عوامل و برخی عوامل دیگر به مورد توجه قرار گرفتن شدید به موضوع تجاری سازی یافته‌های تحقیقاتی از سوی محققان منجر شده است. به‌گونه‌ای که امروزه تجاری سازی به یکی از ارکان مهم در فرایند نوآوری فناوری تبدیل گردیده است.

علی‌رغم پذیرش موضوع تجاری سازی از سوی محققان، شواهد متعدد از سراسر دنیا حاکی از آن است که هر چند تعداد کثیری از تحقیقات از نظر فنی موفق بوده‌اند اما تنها درصد اندکی از آنها در زمینه تجاری سازی به موفقیت دست یافته‌اند. این امر نشان دهنده پیچیدگی فرایند تجاری سازی است [۳، ۱].

یکی از راهکارهایی که برای برطرف کردن مشکل تجاری سازی طرحهای تحقیقاتی ارائه گردیده است، ارزیابی مقدماتی پتانسیل تجاری شدن آنها قبل از اجراست. اما نکته حائز اهمیت این است که چگونه می‌توان پتانسیل تجاری دستاوردهای تحقیقاتی را ارزیابی و برآورد نمود [۵، ۴]. به طور معمول برای تعیین پتانسیل تجاری یک فناوری، نقاط قوت و ضعف و همین‌طور فرصتها و تهدیدات مربوط به استفاده تجاری آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به تازگی مدلهایی برای تعیین پتانسیل تجاری فناوری توسعه یافته است که این مدلها عوامل مختلف مؤثر بر تجاری سازی موفق فناوری را تشریح می‌کنند.

توسعه‌ای که فناوری در آن قرار دارد، یک رویکرد می‌تواند نسبت به سایر رویکردها ارجح باشد. اما روش شناسی ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری (STEP) که براساس رویکرد روش شناسیهای ارزیابی جامع می‌باشد، قابلیت ارزیابی پتانسیل تجاری را در هر مرحله از توسعه داراست. بنابراین در مطالعه حاضر از این مدل استفاده می‌کنیم. در ادامه به تشریح مختصر دو روش اول و تشریح مدل (STEP) می‌پردازیم [۱۵، ۱۰، ۸، ۷، ۴].

## ۲-۳ تجزیه و تحلیل فرصت بازار

به طور سنتی، تجزیه و تحلیل فرصت بازار برای یک یافته تحقیقاتی شامل بخشهایی از قبیل ارزیابی اقتصادی (تحلیل هزینه - فایده)، ارزیابی بازار (کشش بازار و پتانسیل رشد بازار) و گاهی اوقات یک ارزیابی از ادراک عمومی (علاقه نسبت به آن فناوری و احتمال خطر متصور نسبت به آن) است. در بررسیهای عمیق‌تر امکان ارزیابی خود فناوری نیز وجود دارد.

به طور معمول تجزیه و تحلیل فرصت بازار شامل تشریح یک فناوری و ارزیابی فضای بازار آن است. در واقع این روش ابتدا یک شناخت کامل نسبت به فناوری حاصل می‌کند و سپس آن را با مباحث اقتصادی، بازار و ادراکی مرتبط، مربوط می‌سازد. از اهداف اصلی تجزیه و تحلیل فرصت بازار، اظهارنظر در خصوص آن است که آیا نتایج یک پروژه تحقیقاتی خاص می‌تواند تجاری شود یا خیر؟ اگر می‌شود به وسیله چه کسی یا چه صنایعی این کار انجام می‌شود. از تجزیه و تحلیل فرصت بازار می‌توان به عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری در خصوص مباحثی از قبیل ادامه توسعه، پیگیری حفاظت مالکیت معنوی، توسعه مشترک با یک شریک تجاری، انتقال و تجاری سازی یا رها سازی طرحهای تحقیقاتی، استفاده کرد [۷].

## ۲-۴ طرح کسب و کار

یک طرح کسب و کار برای یک فناوری جدید، یک تجزیه و تحلیل بسیار متمرکز است که به طور معمول به وسیله یک نهاد تجاری خاص صورت می‌گیرد. همانند روش تجزیه و تحلیل فرصت بازار، تمرکز اصلی این روش بر روی فناوری جدید است با این تفاوت که شیوه مذکور، فناوری جدید را در چارچوب محیط و یک نهاد تجاری خاص و منحصر به فرد ارزیابی می‌کند.

بسیاری از عوامل اقتصادی و بازار موجود در روش تجزیه و تحلیل فرصت بازار، در روش طرح کسب و کار مورد استفاده قرار می‌گیرند. با وجود این مسائلی از قبیل راهاندازی یک کسب و کار جدید یا

اولیه، پتانسیل تجاری فناوری را نشان می‌دهد و شانس تجاری سازی موفق فناوری را افزایش می‌دهد [۹]. هر چند روشهای مختلفی برای محاسبه پتانسیل تجاری توسعه یافته است اما روشهای جامع و راهبردی دربر گیرنده ابعاد مختلف فناوری بسیار مطلوبتر است. با وجود این مسأله اصلی، ترکیب ابعاد مختلف و کمی سازی آنها برای محاسبه پتانسیل تجاری هنوز حل نشده باقی مانده است [۱۳، ۱۲، ۹، ۷]. شناسایی پتانسیل تجاری یک فناوری در مراحل اولیه توسعه دارای مزایای متعددی است. این ارزیابی اولیه می‌تواند سازمانهایی را که به دنبال تجاری سازی فناوریهای خود می‌باشند، در تصمیم‌گیری برای ادامه توسعه فناوری و صرف منابع و زمان هدایت کند. ارزیابی مقدماتی یاد شده همچنین می‌تواند برای شناسایی صنایع و کسب و کارهایی که به نتایج پروژه تحقیقاتی علاقمند و یا نتایج پروژه تحقیقاتی برای آنها بسیار مناسب است، استفاده شود، بنابراین براساس آن می‌توان به جذب شرکای تجاری به منظور تأمین منابع مختلف مورد نیاز برای اجرای پروژه اقدام کرد. در نهایت ارزیابی مقدماتی از پتانسیل تجاری پروژه‌های تحقیقاتی به استفاده مؤثر از منابع مختلف و افزایش تعداد یافته‌های تحقیقاتی تجاری شده منجر می‌گردد [۱۴، ۸، ۴].

## ۲-۲ ارزیابی پتانسیل تجاری پروژه‌های تحقیقاتی

سؤال مطرح این است: چگونه می‌توان پتانسیل تجاری یک طرح تحقیقاتی را ارزیابی کرد؟ در ارزیابی پتانسیل تجاری به طور کلی از سه رویکرد عمده استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:

۱- تجزیه و تحلیل فرصت بازار

۲- طرح کسب و کار

۳- روش شناسیهای ارزیابی جامع

هریک از این روشها دارای ارکان و خصوصیات می‌باشند که براساس آن ویژگیها و با توجه به شرایط، یک روش می‌تواند نسبت به سایر روشها ارجح باشد. به عنوان مثال برای یک فناوری که مراحل نهایی توسعه را می‌گذرانند و در حال نزدیک شدن به استفاده تجاری است شیوه طرح کسب و کار نسبت به روش تجزیه و تحلیل فرصت بازار و روش ارزیابی جامع، مناسبتر است. در هر صورت برای تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری بر روی یک طرح تحقیقاتی یا مشارکت در توسعه بیشتر یک فناوری، ابعاد مختلف آن باید بررسی گردد؛ در صورتی که منافع حاصل از آن دارای مطلوبیت کافی باشد باید نسبت به اجرای آن اقدام کرد.

چنانچه اشاره شد رویکردهای مختلفی برای ارزیابی پتانسیل تجاری یک فناوری جدید وجود دارد. در این راستا براساس مرحله

### ۳-۱ ارزیابی تکنیکی

هدف از ارزیابی تکنیکی، تعیین چگونگی کارکرد فناوری و بررسی توانایی یا عدم توانایی فناوری در دسترسی به اهداف مورد نظر می‌باشد. در ارزیابی فنی، سؤالات ذیل باید پاسخ داده شوند: آیا این فناوری قادر به دستیابی به نتایج مطلوب می‌باشد؟ این فناوری چگونه کار می‌کند؟ پیچیدگی آن چگونه است؟ اصول و مفاهیم مربوط به این حیطه چیست؟ آیا عوامل محدود کننده‌ای وجود دارد که بر اثربخشی فناوری تأثیر داشته باشد؟ [۹۸،۴]

### ۳-۲ ارزیابی فرایند

ارزیابی فرایند به بررسی قابلیت پذیرش و سازگاری یک فناوری جدید با روش‌های مورد استفاده فعلی یا فرایندی که فناوری مورد نظر قرار است جایگزین آن گردد، می‌پردازد. همچنین ارزیابی فرایند باید مشخص کند که آیا این فناوری را می‌توان در مقیاس کوچک (قبل از سرمایه‌گذاری در نوسازی فرایند موجود) به کار گرفت یا خیر؟ موضوع دیگری که در ارزیابی فرایند به آن پرداخته می‌شود، آن است که آیا مشتریان بالقوه توانمندی فنی لازم برای بکارگیری این فناوری جدید را در کسب و کار خود دارند یا خیر؟ [۹۸،۴]

### ۳-۳ ارزیابی اقتصادی

جنبه‌های اقتصادی یک فناوری بوسیله انجام دادن یک بررسی بر روی هزینه‌ها و منافع فناوری که تا انتهای مرحله توسعه و آزمون آن به وقوع خواهد پیوست، صورت می‌گیرد. در این بررسی همچنین باید هزینه‌های به کارگیری فناوری (برای مثال تغییرات فرایند) و هزینه‌های عملیات و پشتیبانی نیز در نظر گرفته شود. باید توجه داشت که در مراحل اولیه توسعه فناوری، تخمین ارزش پولی هزینه‌ها و منافع بسیار چالشی خواهد بود اما با وجود این تخمین نوع هزینه‌ها و میزان آنها و به همین ترتیب برای منافع می‌تواند نگرشی کلی نسبت به موقعیت اقتصادی پروژه فراهم آورد.

مشکلی که به طور معمول در ارزیابی اقتصادی وجود دارد: در نظر گرفتن منافع پولی، بی توجهی به تأثیرات فناوری مورد نظر در بخش‌های دولتی و خصوصی و هزینه‌ها و منافع زیست محیطی آن است. به هر حال، ارزیابی اقتصادی کامل باید تمام هزینه‌های موجود در به کارگیری فناوری مورد نظر را بررسی نماید [۹۷،۴].

### ۳-۴ ارزیابی بازار

ارزیابی بازار، فرایند شناسایی و ارزشیابی تقاضای بازار برای فناوری مورد نظر می‌باشد. این فرایند شامل شناسایی گوشه بازارها برای

استفاده از کسب و کارهای موجود، مکان جغرافیایی، فراهم بودن منابع مالی، رابطه با سایر محصولات (در صورت وجود) و... نقش مهمی را در طرح کسب و کار ایفا می‌کنند.

در هر حال، طرح کسب و کاری که به وسیله دریافت کننده‌های بالقوه فناوری توسعه یابد می‌تواند راهنمای تصمیم‌گیری در خصوص پذیرش یک فناوری خاص برای یک کسب و کار خاص باشد [۹۸،۴].

### ۳- تشریح مدل ارزیابی راهبردی پتانسیل

#### تجاری (STEP)

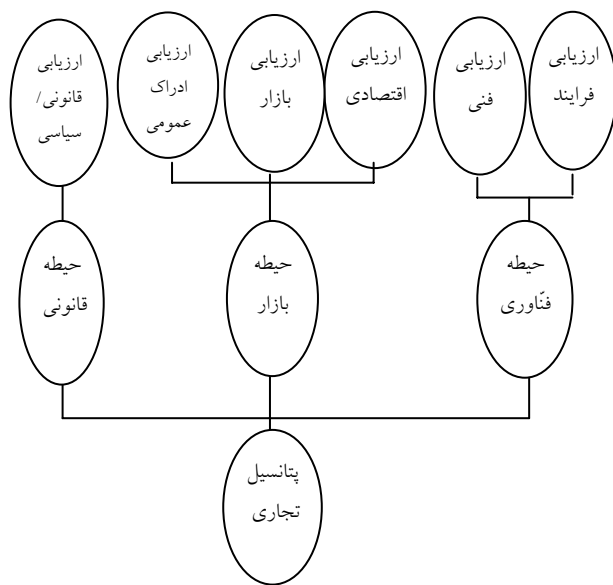
مدل ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری، برنامه‌ای است که برای ارزیابی پتانسیل تجاری فناوریهای نو ظهور در آزمایشگاه‌های دولتی آمریکا تهیه شده است. به طور کلی فرایند به کارگیری این مدل مستلزم استفاده از متخصصان علوم مختلف به منظور ارزیابی پتانسیل تجاری فناوریهای جدید می‌باشد.

در سال ۱۹۹۰ یک کنسرسیوم متشکل از پنج دانشگاه، ۵۲ فناوری جدید را برای شرکت وستینگ هاوس ارزیابی کرد و در سال ۱۹۹۳ شیوه‌ای برای ارزیابی پتانسیل تجاری فناوریهای جدید توسعه یافته به وسیله ناسا ارائه شد. تا سال ۱۹۹۵ این شیوه در بیش از پنج سازمان بزرگ ایالات متحده (ناسا، ارتش، نیروی هوایی و...) به کار گرفته شد و در همه این موارد تیمهایی متشکل از متخصصان علوم مختلف، فرایند ارزیابی را به اجرا گذاشتند.

علی‌رغم بکار گرفتن فرایند ارزیابی راهبردی برای انتخاب و ارزیابی پتانسیل تجاری در هر یک از موارد فوق، اما یک روش شناسی مشترک و مورد پذیرش همگان، وجود نداشت؛ تا اینکه در سال ۱۹۹۶ دانشگاه سین سیناتی روش شناسی خود را با عنوان STEP برای ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری فناوریهای جدید ارائه کرد. از آن پس این روش شناسی مذکور در بیش از صد مورد ارزیابی پتانسیل تجاری در ناسا، ارتش و نیروی هوایی ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت.

روش شناسی STEP دانشگاه سین سیناتی به منظور ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری یک فناوری، آن را از شش بُعد مختلف مورد ارزیابی قرار می‌دهد که این ابعاد عبارت‌اند از:

ارزیابی فنی، ارزیابی فرایندی، ارزیابی اقتصادی، ارزیابی بازار، ارزیابی ادراکات و ارزیابی مقررات و سیاستها که این ابعاد همراه با معیارها و شاخصهای مربوط به هر یک در شکل زیر ارائه گردیده است. در ادامه به تشریح بیشتر اجزای مدل می‌پردازیم [۴].



شکل ۱) مدل مفهومی پتانسیل تجاری سازی

### ۳-۷ کاربردهای روش شناسی STEP

روش شناسی STEP دارای کاربردهای فراوانی می‌باشد. این روش شناسی می‌تواند برای تصمیم‌گیری مقدماتی در فرایند توسعه فناوری به عنوان یک شاخص پتانسیل تجاری مورد استفاده قرار گیرد و یافته‌های آن می‌تواند تصمیمات مربوط به ادامه توسعه فناوری یا رها کردن آن را تحت تأثیر قرار دهد.

اطمینان از اینکه فناوری و محصول تجاری آن در آینده سهم بازار خوبی دارد می‌تواند به مراکز تحقیقاتی در تخصیص منابع و بهینه سازی آن در جهت فناوریهای با پتانسیل تجاری سازی بالا کمک کند.

مدل STEP همچنین می‌تواند برای شناسایی بازارها و کاربردهای بالقوه یک فناوری جدید استفاده شود. این اطلاعات می‌تواند مراکز تحقیقاتی را در خصوص تصمیم‌گیری مراحل بعدی توسعه یک فناوری یاری کند که این امر در نهایت به تخصیص اثر بخش منابع کمیاب مانند زمان و منابع مالی منجر می‌شود. همچنین شناسایی فناوریهایی با پتانسیل تجاری خوب می‌تواند زمینه را برای یافتن شرکای تجاری به منظور همکاری و مشارکت در خطرات مربوط به توسعه فناوری فراهم نماید. این گونه همکاریهای مشترک علاوه بر تسهیم ریسک به تسریع فرایند توسعه و تقویت شانس رسیدن فناوری به بازار منجر گردد [۲۶].

یکی دیگر از تلاشهایی که برای به کارگیری روش شناسی STEP صورت گرفته است، به کارگیری این روش فراتر از حد ارزیابی و به عبارت دیگر پیش‌بینی است. هدف از کاربرد STEP در این زمینه،

فناوری مورد نظر و سؤال از خریداران یا استفاده‌کنندگان بالقوه موجود در این گوشه بازارها به منظور برآورد حجم تقاضاست.

در این ارزیابی فقط تخمین‌هایی کلی از حجم تقاضا و پتانسیل رشد بازار به منظور فراهم کردن مجوزی برای انتخاب بازارهای هدف انجام می‌گیرد. همچنین باید به این سؤال پاسخ داده شود که آیا این فناوری فقط به وسیله تعداد محدودی کاربر خاص خریداری خواهد شد یا تقاضای آن فراتر از مرزهای یک گوشه بازار خواهد بود. ارزیابی بازار همچنین شامل ارزیابی رقابت نیز می‌گردد. در این قسمت، فناوریهای رقیب برای هر یک از کاربردهای بالقوه فناوری مورد نظر شناسایی شده و از نظر اثر بخشی، هزینه، سهولت استفاده و... مقایسه می‌شوند [۱۶،۷،۴].

### ۳-۵ ارزیابی ادراک عمومی

طرز تلقی و احساس کاربران نهایی نسبت به فناوری مورد نظر و پتانسیلهای آن (که آیا این فن یا محصول برای استفاده آنها جذابیت دارد) در مرحله ارزیابی ادراک عمومی مورد توجه قرار می‌گیرد. این نوع ارزیابی هنگامی که یک فناوری مراحل بنچ مارک و پایلوت را با موفقیت گذرانده و آماده اجرای مرحله مقیاس صنعتی می‌باشد، بسیار مفید خواهد بود. زیرا در این مرحله افراد این فرصت را در اختیار دارند تا در رابطه با مزایا و معایب بالقوه فناوری مورد نظر مطالبی را بشنوند. هرچند این اتفاق می‌تواند برای برخی فناوریهای خاص که دارای دلالت‌های خوب یا بدند، در مراحل اولیه توسعه، انجام گیرد (مانند مهندسی ژنتیک میکروارگانیسمها) [۹،۴].

### ۳-۶ ارزیابی براساس سیاستها / مقررات

در این حیطه، پتانسیل تجاری بر اساس مقررات و سیاستها ارزیابی می‌شود که مهمترین آنها مسائل مربوط به محیط زیست و منافع ملی می‌باشد. از آنجا که امروزه اهمیت فوق‌العاده‌ای به مسأله محیط زیست داده می‌شود، بسیاری از فناوریهای جدید در پاسخ به قوانین یا مقررات موجود یا آتی در خصوص محیط زیست توسعه می‌یابند. ارزیابی این بُعد به درک روند حرکت بازار منجر می‌شود و براساس آن می‌توان به توسعه فناوریهایی پرداخت که مورد پذیرش بازار قرار می‌گیرند (تمایل اجباری بازار برای آن فناوریها براساس قوانین و مقررات و سیاستهای دولتی) [۹،۴].

اجرا و مدیریت می‌شوند، بنابراین انجام دادن اندازه‌گیری پتانسیل تجاری سازی آن نیز با بهره‌گیری از دانش و ادراک انسان ضروری به نظر می‌رسد.

در اینجا سیستمی مبتنی بر دانش یا قواعد و بهره‌مند از دانش متخصصان طراحی می‌شود. ابتدا پتانسیل تجاری سازی در ابعاد مختلف طبقه‌بندی شده که هر بُعد نیز دارای متغیرهای مختلفی است که در ادامه توضیح داده شده است. تحقیق از طریق قوانین "اگر ← آنگاه" فازی با چند مقدمه و یک نتیجه فازی انجام می‌گیرد. هر کدام از ابعاد و پارامترها، متغیرهای زبانی‌اند. ارزش زبانی متغیرها عبارت‌اند از: کلمات شبیه به کم، متوسط، بالا، کمی پایین و ... که به جای اعداد استفاده می‌شوند. این ارزشها دارای مجموعه فازی با مفاهیم ریاضی معین‌اند که به وسیله توابع عضویت مناسب ارائه شده‌اند. انتخاب رابط AND در قوانین پتانسیل تجاری سازی باید مبتنی بر آزمون تجربی در یک جای مشخص باشد زیرا معنای پتانسیل تجاری سازی در نظر افراد متفاوت است. اتصال دهنده AND باید اطلاعات همه متغیرها (مقدمه‌ها) را با در نظر گرفتن اهمیتشان در یک زمینه معین، ترکیب نماید. از این زاویه، عملگری مانند Min تعامل عوامل پتانسیل تجاری سازی را نمی‌تواند منعکس کند. بنابراین فقط از AND استفاده می‌کنیم. به مثال زیر توجه کنید که در آن ارزیابی اقتصادی فناوری بالا، ارزیابی بازار آن بالا و ارزیابی ادراک عمومی آن بالا باشد، در نتیجه ارزیابی آن فناوری از نظر حیطة بازار بالا خواهد بود. اگر ارزیابی اقتصادی، ارزیابی بازار، ارزیابی ادراک عمومی بالا باشد بنابراین ارزیابی حیطة بازار بالا است (قانون). سیستم فازی طراحی شده در این مقاله شامل چند مرحله است:

فازی سازی، ادغام مقدمه‌ها، استنتاج، ترکیب و غیر فازی سازی<sup>۱</sup>.

سیستم فازی طراحی شده دارای سه سطح می‌باشد. در سطح اول یک زیر سیستم فازی با سه ورودی (حیطه فناوری، حیطة بازار و حیطة قانونی) و یک خروجی (پتانسیل تجاری) طراحی شده است. در سطح دوم دو سیستم فازی طراحی شده که ورودیها و خروجیهای آنها در جدول ۱ آورده شده است.

در سطح دوم حیطة قانونی به خاطر داشتن یک ورودی (ارزیابی قانونی/سیاستها) نیازی به سیستم فازی ندارد و ارزیابی قانونی/سیاستها مستقیم به حیطة قانونی (سطح اول) منتقل می‌شود.

در سطح سوم نیز از ادغام داده‌ها استفاده شده است. در سطح سوم داده‌های ورودی اعداد غیر فازی<sup>۲</sup> بودند و در فرایند سیستم فازی آنها

تلاش برای اظهار نظر در خصوص عوامل کلیدی موفقیت و موانع برای تجاری سازی فناوریهای نوظهور می‌باشد [۹].

#### ۴- روش انجام کار

در دنیای واقعی داده‌های دقیق عوامل پتانسیل تجاری در دسترس نیست و یا اینکه به دست آوردن آنها بسیار دشوار است. از سوی دیگر تصمیم‌گیران، عبارات زبانی مانند "بالا" "پایین" "متوسط" و... را نسبت به ارزشهای عددی در ارزیابی پتانسیل تجاری ترجیح می‌دهند.

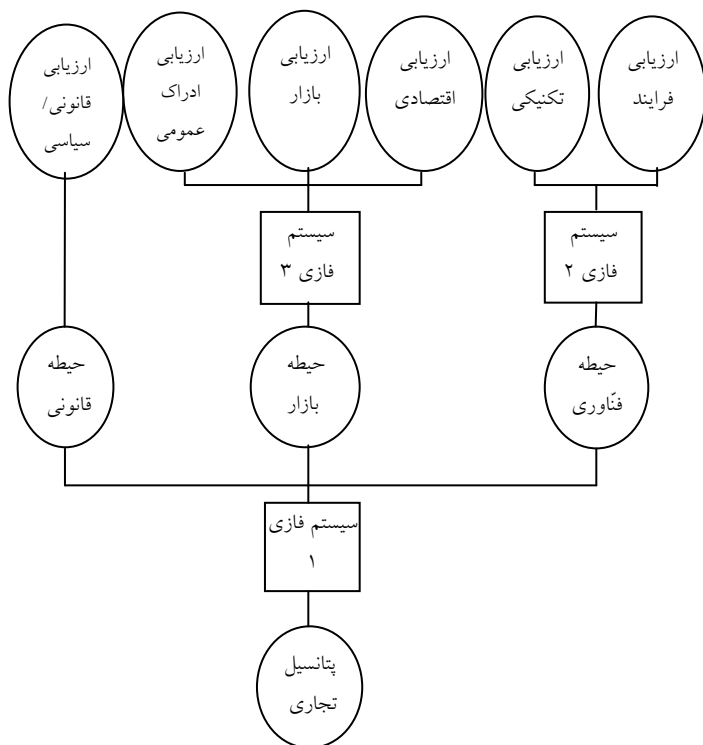
منطق فازی، مبنایی سیستماتیک را برای رویارویی با موقعیتهای مبهم ارائه می‌کند. در واقع عباراتی از قبیل "پتانسیل تجاری کم" یا "پتانسیل تجاری بالا" که به طور مکرر در ادبیات پتانسیل تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، فازی‌اند. پتانسیل تجاری یک پدیده چند بُعدی و مبهم و به همین دلیل تجزیه و تحلیل آن نیز دشوار است.

مدلهای ریاضی در اندازه‌گیری مستقیم پتانسیل تجاری با مشکلاتی روبرویند. فرمولهای جبری در یکپارچه کردن اجزای مختلف پتانسیل تجاری ناتوان‌اند. اما از طرف دیگر، مدل فازی با استفاده از دانش افراد متخصص در ترکیب متغیرها، یک سیستم اندازه‌گیری دانش مبنا برای غلبه بر این مشکل ایجاد کرده است. ایده کلیدی این روش استفاده از استنتاج یا فرایندهای ذهنی متخصصان برای رسیدن به ابعاد مختلف پتانسیل تجاری می‌باشد. این متخصصان می‌توانند اعضای تیم تجاری سازی، بازاریابان فناوری، توسعه دهندگان فناوری، دریافت کنندگان بالقوه فناوری، مشتریان بالقوه محصول تجاری فناوری و یا هر فرد واجد شرایط دیگر باشند [۱۸، ۱۷].

مهمترین مزیت بهره‌گیری از استنتاج فازی در مقایسه با مدل‌های ریاضی، تعیین نشدن رابطه بین داده‌های ورودی و نتایج خروجی به وسیله معادلات پیچیده است زیرا رابطه مذکور به وسیله مجموعه‌ای از قوانین منطقی که نشأت گرفته از دانش متخصصان است، روشن می‌شود [۱۹]. از این روش شناسی برای اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری سیستم تولید [۲۰، ۲۷]، ارزیابی انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات [۱۵]، ارزیابی موجودی [۱۲]، اندازه‌گیری شایستگیهای تولیدی [۲۳]، ارزیابی پرسنل [۲۴]، و اندازه‌گیری خطر عملیاتی نرم‌افزار [۲۵] استفاده شده است. این قواعد فازی شامل یک مقدمه (که در آن چند متغیر ورودی به وسیله یک عملگر منطقی به هم مرتبط‌اند) و یک نتیجه است.

به دلیل مشکل بودن اندازه‌گیری پتانسیل تجاری سازی به روشهای معمولی به علت ابهام ذاتی این واژه، در این تحقیق سعی شده تا آن را رفع نماییم. بر این اساس اندازه‌گیری با استفاده از باورها و ادراکات افراد انجام می‌گیرد. همچنان که پروژه‌های تحقیقاتی به وسیله افراد

1. Defuzzification  
2. Crisp



شکل ۳) سیستم و زیر سیستمهای فازی

برای پرسشنامه شاخصها نیز سؤالات ابتدا از ادبیات تحقیق استخراج و سپس با محیط ایران و فناوری محصولات شیمیایی سازگار گردید (شکل ۴).

برای این کار سؤالات بین دو دسته متخصصان و اساتید دانشگاهی توزیع شد، ابتدا به متخصصان سپس به اساتید دانشگاهی داده شد، در صورت تأیید ۶۶ درصد از آنها آن سؤال تأیید و در غیر این صورت سؤال مربوط حذف گردید. از آنجا که این کار همراه با مصاحبه بود بنابراین در صورت جا افتادن مواردی از قلم یا اختصاص داشتن آن به ایران، با تأیید مجدد ۶۶ درصد به سؤالات اضافه می گردید. معیارها براساس آنچه در مدل ارزیابی راهبردی پتانسیل تجاری تشریح شد به شرح ذیل می باشند [۹،۴]:

الف. جنبه اقتصادی

۱- امکانپذیری اقتصادی

۲- تحلیل هزینه-منفعت

ب. جنبه بازار

۱- سازگاری فناوری با نیاز بازار یا تقاضا

۲- پتانسیل رشد فناوری در درون بازار

ج. جنبه افراد

۱- ارتباط پذیری (قابلیت ارتباط)/سهولتی که فناوری می تواند

تشریح و درک شود.

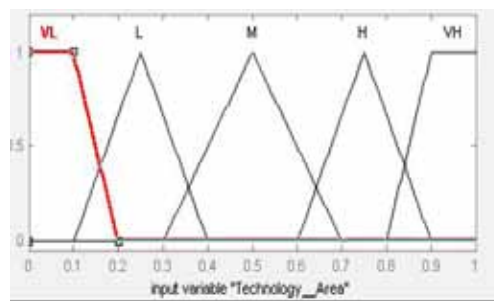
۲- درجه اشتیاق

به اعداد فازی تغییر می یابند و سرانجام نتیجه نهایی سیستم فازی یک عدد فازی می باشد. سپس با استفاده از قواعد غیر فازی سازی، نتیجه نهایی را به عدد غیر فازی تبدیل می کنیم.

جدول ۱) ورودیها و خروجیهای زیر سیستمهای فازی سطح دوم

خروجی	ورودیها
حیطه فناوری	ارزیابی تکنیکی
	ارزیابی فرایند
حیطه بازار	ارزیابی بازار
	ارزیابی اقتصادی
	ارزیابی ادراک عمومی

با توجه به شکل ۲ برای ساده تر شدن کار از پنج برچسب زبانی استفاده کرده ایم (خیلی پایین، پایین، متوسط، بالا و خیلی بالا).



شکل ۲) تابع عضویت متغیر زبانی

در این تحقیق باتوجه به مدل ارائه شده در قسمت ۳ (شکل ۳) در طراحی سیستم فازی به علت استفاده از طیف ۵ تایی در قسمت مقدمه فازی، ۱۲۵ قانون در سطح اول و ۱۲۵+۲۵ قانون در سطح دو تعریف شد. طیف پرسشنامه با مقیاس لیکرت در نظر گرفته و سپس با مقیاس هوانگ به صورت عدد فازی مطرح شد [۱۱]. پس از گردآوری پرسشنامه های طراحی سیستم میزان هر یک از ابعاد براساس اعداد مثلثی فازی تعریف و سیستم فازی در نرم افزار MATLAB طراحی شد.

## ۵- تعیین شاخصها و پرسشنامه

برای طراحی سیستم فازی پرسشنامه ها را در سه قسمت شامل بخش اول با معیارهای پتانسیل تجاری سازی حیطه فناوری، حیطه بازار و حیطه قانونی، بخش دوم با ارزیابی فنی، فرایندی و بخش سوم با موضوعات اقتصادی، بازار و ادراک عمومی طراحی شد.

پرسشنامه ارزیابی پتانسیل تجاری در میان سه گروه (متخصصان صنعت کاتالیزور، محققان فعال در زمینه کاتالیزور و تجار و مصرف کنندگان کاتالیزور) برای تعیین میزان هر یک از اجزای مدل توزیع شد. همچنین برای طراحی سیستم فازی پرسشنامه مربوط در میان متخصصان بازاریابی و تجاری سازی فناوری و متخصصان مدیریت فناوری توزیع شد.

به منظور اطمینان از درک سؤالات به وسیله پاسخ دهندگان، ابتدا ضمن توجیه نمودن و آگاه سازی از ماهیت کار، ابزار مورد استفاده به صورت پیش آزمون مورد امتحان قرار گرفت. همچنین سؤالات به صورت تصادفی در سراسر پرسشنامه پراکنده شدند. پس از توزیع پرسشنامه و جمع آوری آنها، اطلاعات گردآوری شد و از طریق ادغام سازی داده‌ها (با نرم‌افزار EXCEL)، میزان هر کدام از ابعاد ارزیابی به دست آمد که در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴) میزان هر یک از ابعاد بر مبنای ۱-۰

عنوان	امتیاز بر مبنای ۱-۰
ارزیابی فنی	۰/۸۳۳
ارزیابی فرایندی	۰/۲۵
ارزیابی اقتصادی	۰/۸
ارزیابی بازار	۰/۷۵
ارزیابی ادراکات عمومی	۰/۷۰۸
ارزیابی مقررات و سیاستها	۰/۵۹۳

#### ۷- تعیین میزان پتانسیل تجاری سازی و یافته‌های تحقیق

چنانچه توضیح داده شد، بعد از تعیین میزان هر یک از ابعاد (ارزیابیها)، اعداد به دست آمده به سیستم فازی طراحی شده به وسیله پرسشنامه مربوط به متخصصان فناوری، وارد شد. نتایج حاصل از نرم‌افزار MATLAB در جدول ۵ ذکر شده است. یعنی ابتدا میزان حیطه فناوری، حیطه بازار و حیطه قانونی فناوری به دست آمد و سپس میزان پتانسیل تجاری سازی مربوط به فناوری مورد نظر مشخص گردید.

جدول ۵) میزان بدبینانه‌ترین، خوشبینانه‌ترین و ممکن‌ترین حالت هر یک از عناصر و ابعاد آنها

بدبینانه‌ترین حالت	ممکن‌ترین حالت	خوشبینانه‌ترین حالت	
۰/۶۶	۰/۷۸۵	۰/۹	پتانسیل تجاری
۰/۴۴	۰/۵۷۱	۰/۷	حیطه فناوری
۰/۸	۰/۸۴۵	۰/۸۹	حیطه بازار
۰/۴۸	۰/۵۹۳	۰/۷	حیطه قانونی

۳- تمایل نشان داده شده در تماسها

۴- احتمال خطر متصور (ادراک شده) بر اساس ارتباطات ناشی از تماسها

د. جنبه فرآیند

۱- بهبود در مقابل تغییر فرآیند

۲- سطح تغییر مورد نیاز برای خریداران بالقوه به منظور استفاده اثربخش از فناوری

۳- آزمایش پذیری/امکانپذیری راه‌اندازی در مقیاس کوچک

۴- توانمندیهای فناوری کاربران بالقوه (استفاده کنندگان)

ه- جنبه تکنیکی (فنی)

۱- امکانپذیری فناوری

۲- مزایای نسبی

۳- تجزیه و تحلیل سادگی در مقابل پیچیدگی

و. جنبه انحصاری

۱- مشوقها و بازدارنده‌ها برای کاربر

۲- مقررات و سیاستهایی که علائق را شکل می‌دهند

۳- نیازمندیهای فیزیکی

۴- اقتضای (تناسب) فرهنگی

با توجه به جدول، مجموع سوالات ۳۵۰ سوال بود که ۷۵ سوال آن شامل شاخصهای اندازه‌گیری و ۲۷۵ سوال مربوط به طراحی سیستم فازی می‌باشد.

جدول ۲) تفکیک سوالات بر اساس شاخص و عناصر

مجموع سوالات	تعداد سوالات مربوط به شاخصها	تعداد سوالات مربوط به طراحی سیستم
۳۵۰	۷۵	۲۷۵

جدول ۳) تفکیک تعداد سوالات در بخشهای مختلف

۳۶	تعداد سوالات مربوط به مصرف کنندگان محصول تجاری فناوری
۴۲	تعداد سوالات مربوط به بخش فنی، مهندسی و تحقیقات و توسعه
۶۳	تعداد سوالات مربوط به بخش تجاری سازی و بازاریابی فناوری

#### ۶- مطالعه موردی

پس از طراحی سیستم فازی به منظور غنی سازی چارچوب کار، بهبود آن و شناسایی مهمترین موضوعات و مشکلاتی که ارزیابان طی فرآیند با آن روبرو می‌شوند، یک مطالعه میدانی به اجرا درآمد. بدین منظور یکی از طرحهای تحقیقاتی موجود در پژوهشگاه صنعت نفت در خصوص کاتالیزور، انتخاب و بررسی شد.



۴- همچنین اقدامات لازم برای انجام مراحل کلیدی پیش از تجاری سازی صورت پذیرفت؛  
در پایان ذکر این نکته ضروری است که فرایند تجاری سازی فناوری بسیار پیچیده است و ارزیابی پتانسیل تجاری به تنهایی تضمین کننده تجاری شدن موفق فناوری نمی باشد.

## مراجع

- [1] Ghazinoori, S.R.; "Strategies and Trends for Commercialization and Marketing of High Technologies, Case Study: Nanotechnology in Iran", 2<sup>nd</sup> Management of Technology Iranian Conference; 2005.
- [2] Boer, F., The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, John Wiley & Sons; Inc.1999.
- [3] Pries, F., Guild, P., Analyzing the Commercialization of University Research: A Proposed categorization Scheme; University Research Commercialization Categories; University of Waterloo; Waterloo; Ontario; Canada
- [4] Chifos, C. Jain, R. K.; "A Comprehensive Methodology for Evaluating the Commercial Potential of Technologies: The strategic Technology evaluation Method"; *International Journal of Industrial Engineering*; 1997; Vol. 4; No. 4; pp. 220-235.
- [5] Weick, C.W., Sim Kaur, S., Abel Fernandez, A.,; "Application of A Method for Selecting and Evaluating Environmental Technologies with Commercial Potential; *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*; 2003; Vol. 2, No.4; pp. 399-428.
- [6] Kathleen, A.R.; *Bringing New Technology to Market*; Prentice Hall, New Jersey, 2003.
- [7] Martyniuk, A.O.; "Market Opportunity Analyses and Technology Transfer" *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*; 2002; Vol. 1, No.4; pp. 385-404
- [8] Martyniuk, A.O., Jain, R.K., Stone, H.J., "Critical Success Factors and Barriers to Technology Transfer: Case Studies and Implications"; *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*; 2003; Vol. 2; No.3; pp. 306-327.
- [9] Ravi K. Jain, R.K., Martyniuk, A.O., Harris, M.M., Niemann, R.E.; Woldmann, K.; "Evaluating the Commercial Potential of Emerging Technologies"; *Int. J. Technology Transfer and Commercialisation*; 2003; Vol; pp. 32-50
- [10] Siegel, R.A., Hansén, S.O., Pellas, L.H.; "Accelerating the Commercialization of Technology: Commercialization through Co-operation", *Industrial Management & Data Systems*; 1995; Vol. 95; No. 1; pp. 18-26.
- [11] Chen, S., Hwang, C. L.; *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*; Springer Verlag; 1992.
- [12] Dourra, H., Siy, P., "Stock evaluation using fuzzy logic"; *IJTAF*; 2001; Vol.4, No.4; pp.585-602.

میزان پتانسیل تجاری سازی فناوری یک عدد مثلثی فازی با مقادیر  $m=0/785$  و  $a=0/66$  و  $b=0/9$  می باشد. این بدین معناست که مقدار پتانسیل تجاری سازی فناوری مورد نظر بین  $0/66$  تا  $0/9$  متغیر و بیشترین امکان وقوع یا در ممکن ترین حالت میزان پتانسیل تجاری سازی  $0/785$ ، در بدبینانه ترین حالت  $0/66$  و در خوشبینانه ترین حالت  $0/9$  می باشد این اعداد می تواند مبنایی برای تصمیم گیری برای صرف هزینه و زمان به منظور توسعه این فناوری باشد.

## ۸- نتیجه گیری

تجاری سازی موفق یک فناوری فقط با در نظر گرفتن ملاحظات فنی به وقوع نمی پیوندد، بلکه باید عوامل دیگری از قبیل بازار، مسائل مالی، مسائل قانونی و زیست محیطی و... قبل از شروع توسعه یک فناوری به وسیله توسعه دهندگان، در نظر گرفته شود.

هدف از این مقاله استقرار رویکردی برای اندازه گیری پتانسیل تجاری طرحهای تحقیقاتی با استفاده فرایند ارزیابی راهبردی و به طور مشخص، تسهیل توسعه موفق فناوریهای جدید برای سازمانهای تحقیقاتی با در نظر گرفتن ملاحظات است که به صورت پیش کنشی ضروری می باشد. این فرایند علاوه بر اینکه باعث آگاهی از نیازهای بازار و صنعت می شود به افزایش شانس تجاری سازی موفق فناوری منجر می شود. در واقع با اندازه گیری پتانسیل تجاری یک فناوری جدید، یک سازمان تحقیقاتی قادر به دستیابی به چهار هدف اساسی ذیل می باشد:

- ۱- معین سازی تجاری سازی؛
  - ۲- ارزیابی مطلوبیت فناوری به صورت واقعی؛
  - ۳- تنظیم دقیق اهداف تجاری سازی فناوری؛
  - ۴- آغاز اقدامات لازم در راستای تجاری سازی فناوری؛
- نتایج حاصل از اجرای مدل برای یکی از طرحهای تحقیقاتی پژوهشگاه صنعت نفت به شرح ذیل بود:
- ۱- پتانسیل تجاری طرح مذکور از نظر تصمیم گیران در حد قابل قبولی بود و تصمیم به اجرای آن گرفته شد؛
  - ۲- سرمایه گذاران علاقمند و صنایع خریدار فناوری شناسایی و تلاش شد تا الزامات و نیازمندیهای آن در فرایند توسعه فناوری در نظر گرفته شود (بازارهای هدف و خصوصیات آن برای تجاری سازی فناوری شناسایی شد)؛
  - ۳- الزامات و نکات مورد توجه مشتریان بالقوه محصول تجاری فناوری شناسایی و مقرر شد تا در فرایند توسعه فناوری تا حد امکان به آنها توجه شود؛

Intelligence Quotient Systems, M. Jamshidi, A. Titli, L. Zadeh, S. Boverie (eds.), Vol. 7, Prentice Hall, pp. 201-222, 1997.

- [13] Logar, C.M., Ponzurick, T.G., Spears, J.R., France, K.R.; "Commercializing Intellectual Property: A University-industry Alliance for New Product Development"; *Journal of Product & Brand Management*; 2001, Vol. 10; No. 4;
- [14] Loftus, B.S., and Meyers, P.W. "Launching Emerging Technologies to Create New Markets: Identifying Industrial Buyers"; *Logistics Information Management*; 1994; Vol. 7; No. 4; pp. 27-34.
- [15] Tsourveloudis N. C., Phillis, Y.A., "Fuzzy Assessment of Machine Flexibility," *IEEE Transactions on Engineering Management*"; 1998; Vol. 45, No. 1; pp. 78-87.
- [16] Brown, M.A.; "Performance Metrics for a Technology Commercialization Program"; *International Journal of Technology Management*; 1997; Vol. 13; No.3; pp. 229-244.
- [17] Khoshima, G.; "Measuring Agility with Fuzzy Logic"; *2<sup>nd</sup> International Management Conference*; Tehran; 2004.
- [18] Khoshima, G.; "Measuring Manufacturing Organizations Agility at Iran TV Manufacturing Industry: A Fuzzy Logic Framework"; *International Management Conference*; Tehran; 2003.
- [19] Berkan, R.C, Trubatch, S.L; *Fuzzy Systems Design Principles: Building Fuzzy IFTHEN Rule Bases*, IEEE Press, 1997, NY.
- [20] McFarlane, D., Matson, J.; "Assessing and Improving the Responsiveness of Manufacturing Production Systems"; *Proceedings of IEE Workshop on Mass Customization* (Invited Paper); 1999.
- [21] Matson, J.B., McFarlane, D.C., "Assessing the Responsiveness of Existing Production Operations"; *IJOPM*, 1999; Vol.19; No.8; pp.765-765.
- [22] Tsourveloudis N. C., Phillis, Y. A.; "On the Measurement of Manufacturing Flexibility," (ISOMA 052.1-8) *Proceedings of the 3rd World Automation Conference* (WAC '98), Anchorage, AK, USA, 1998.
- [23] Azzone, G.; Rangone, A; "Measuring Manufacturing Competence: A Fuzzy Approach", *International Journal of Production Research*; Sep96; Vol. 34; Issue 9; p.2517
- [24] Capaldo, G., Zollo, Giuseppe; "Applying Fuzzy Logic to Personnel Assessment: A Case Study"; *Omega*; Vol.29; Issue 6; December; 2001; pp. 585-597.
- [25] Zhiwei Xu., Khoshgoftaar, T.M.; Allen, Edward B.; "Application of Fuzzy Expert Systems in Assessing Operational Risk of Software"; *Information & Software Technology*; 2003; Vol.45, Issue 7, pp. 373-388.
- [26] Chiesa, V., Gilardoni, E., Politecnico and Raffaella Manzini, R.; "The valuation of Technology in Buy-cooperate-sell Decisions", *European Journal of Innovation Management*; 2005; Vol. 8; No. 2; pp. 157-181.
- [27] Tsourveloudis N. C., Phillis, Y. A.; "Fuzzy Measurement of Manufacturing Flexibility," *Applications of Fuzzy Logic: Towards High Machine*