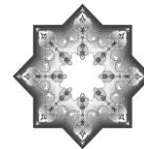


## مدل برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی در صنعت پتروشیمی ایران با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای



یعقوب رشوادی<sup>۱</sup>  
محمدعلی روح‌اللهی<sup>۲</sup>

صفحات ۳۷ تا ۶۳  
دریافت: ۹۵/۱۲/۲۷  
پذیرش: ۹۶/۰۳/۲۸

### چکیده

امروزه اهمیت روز افزون نقش تکنولوژی در بهبود عملکرد اقتصادی و موفقیت کسب و کارها به‌وسیله مدیران شناخته شده است و بدین جهت سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به‌منظور خلق مزیت رقابتی پایدار در مطالعات مدیریت مدرن امری متداول است. لذا اطمینان از انتخاب درست و توسعه تکنولوژی‌های کلیدی و برنامه‌ریزی هدفدار تکنولوژی ضروری است. در این مقاله به مدل‌سازی برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی با هدف سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به‌عنوان دارایی و سلاح رقابتی سازمان به‌گونه‌ای که در راستای اهداف و استراتژی‌های کلان آن باشد، پرداخته می‌شود. به این منظور از دو فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تحلیل حساسیت استفاده می‌گردد. در مطالعات قبلی از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی بهره گرفته شده است که با توجه به نارسایی آن در بیان همه‌جانبه روابط میان معیارها و گزینه‌ها، در این مقاله از فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده شد. از طریق این فرآیند اهداف و استراتژی‌های کلان با استراتژی‌ها و گزینه‌های تکنولوژی صنعت ارتباط معنی‌دار یافته، سهم هر کدام در تحقق اهداف نهایی تعیین شده و به‌وسیله تحلیل حساسیت با پیش‌بینی تغییرات و اثرات آن بر معیارها و گزینه‌ها، جهت مقابله با تغییرات، سناریوها ایجاد و جهت تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل معرفی شده در صنعت پتروشیمی ایران پیاده شده است و طی آن بهبود، توسعه و بومی‌سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها، نانوکامپوزیت‌های پلیمری، غشاهای پلیمری و بیورآکتورهای غشایی و هیبریدی، پلی اتیلن ترفتالات، کاتالیست سنتز متانول و کاتالیست سنتز اسید استیک به‌عنوان اولویت‌های تکنولوژی صنعت پتروشیمی شناسایی شدند.

**واژگان کلیدی:** مدل‌سازی، برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، تحلیل حساسیت، صنعت پتروشیمی.

## مقدمه

امروزه اهمیت استراتژیک تکنولوژی بسیار مورد توجه است، چرا که مسئله هزینه پیچیده، نرخ تغییرات تکنولوژی فزاینده و رقابت و منابع تکنولوژی جهانی شده است (Phaal & et al, 2004; Markus & et al, 2017). از این رو تکنولوژی نقش حیاتی در کسب و کار ایفا و شایستگی‌های مرکزی یک سازمان را جهت عملکرد بهتر از رقبا و موفقیت کسب و کار، ایجاد و حفظ می‌کند (Liwarcin & et al, 2006). سازمان‌های رقابت‌پذیر باید قادر به انطباق خود با تکنولوژی‌های نوظهور باشند، در نتیجه برای مدیران حیاتی است که دلالت‌ها و الزامات تغییرات تکنولوژی را درک کنند و از قابلیت استراتژی سازمان در پیش‌بینی و انطباق تغییرات تکنولوژی اطمینان کسب کنند (Frohman, 1985; Shengbin & et al, 2016). به عبارت دیگر استراتژی تکنولوژی نباید به شکل مستقل از استراتژی کلان توسعه یابد، بلکه باید منابع تکنولوژی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی برنامه‌ریزی استراتژیک کسب و کار در نظر گرفته شوند (Matthews, 1992; Erkut & et al, 2013). بنابراین مجموعه رویه‌های رسمی برنامه‌ریزی تکنولوژی که قابلیت یکپارچه‌سازی موثر و هماهنگی مطلوب میان محیط خارج و فرآیندهای داخلی و ساختار صنعت داشته باشد، باید یکی از بخش‌های اصلی استراتژی باشد (Beer et al, 2005; Zahra & Bonger, 1999). در این راستا باید ارتباط معنی‌داری میان اهداف تجاری و تکنولوژی‌های مورد نیاز جهت تحقق آن‌ها برقرار گردد. باید توجه داشت از یک طرف جهت اطمینان از انتخاب درست و توسعه تکنولوژی‌های کلیدی، تدوین استراتژی مناسب لازم بوده و از طرف دیگر جهت اطمینان از تحقق اهداف کلی و بقای بلند مدت سازمان، استراتژی تکنولوژی باید هماهنگ و در راستای استراتژی کلان باشد و میان اهداف تجاری و تکنولوژی‌های انتخابی جهت دستیابی به آن اهداف باید ارتباط شایسته‌ای برقرار گردد (Zahra & Boonger, 1999; Markus & et al, 2017).

هدف از این پژوهش معرفی و پیاده‌سازی چارچوبی است که بتوان در قالب آن به گونه‌ای استراتژی تکنولوژی را تدوین نمود که با استراتژی کلان هماهنگ بوده و قابلیت انعطاف‌پذیری جهت تطبیق با اقتضائات زمانی کسب و کار را داشته باشد. این امر، با ایجاد ارتباط میان گزینه‌های مطرح تکنولوژی سازمان یا صنعت و هدف نهایی (ماموریت) آن، در قالب یک

ساختار تحلیل شبکه‌ای<sup>۱</sup> با سطوح میانی اهداف رقابتی و استراتژی‌های تکنولوژی، و انتخاب سبد تکنولوژی بهینه‌ای که هدف نهایی را محقق کند، صورت می‌گیرد. از تحلیل حساسیت<sup>۲</sup> نیز به‌عنوان فرآیند کلیدی دیگر این چارچوب، جهت پیش‌بینی تغییرات در محیط کسب و کار و تکنولوژی، بررسی اثرات آن‌ها بر نتایج حاصل شده و ایجاد سناریوهای گوناگون برای پاسخ دهی مناسب و سریع به این تغییرات، استفاده می‌شود. در این مقاله مدل مذکور در صنعت پتروشیمی ایران پیاده شده است. اهمیت این صنعت در ایران را می‌توان در ابعادی چون ایجاد ارزش افزوده قابل توجه در منابع هیدروکربنی و جلوگیری از خام و ارزان‌فروشی، تولید ثروت، ایجاد اشتغال، توسعه اقتصادی و صنعتی با توجه به صنایع متنوع و گسترده پایین‌دستی، وجود مزیت تولیدی و ... جستجو کرد.

## ۱. ادبیات تحقیق

### ۱-۱. ادبیات تجربی

اگرچه روش‌های مختلفی برای تدوین برنامه‌ریزی تکنولوژی و الگوهای متفاوتی جهت هماهنگی استراتژی و مدیریت تکنولوژی پیشنهاد شده است ( Farrukh & et al, 2003; Hyunseok & et al, 2013; Rauno, 2014; al, 2013; Rauno, 2014; al, 2013; Rauno, 2014)، دو مرحله اساسی و مشترک آن‌ها عبارتند از ارزیابی تکنولوژی‌های فعلی و پیش‌بینی تغییرات احتمالی نیازها در آینده. ارزیابی سازمان در بررسی سطحی که هر گزینه تکنولوژی در تحقق اهداف تجاری دارد، به درک اثر تکنولوژی‌ها بر استراتژی‌ها و اولویت‌بندی گزینه‌های تکنولوژی جهت سرمایه‌گذاری کمک می‌کند ( Rauno, 2010; H.Alan, 2014). پیش‌بینی تغییرات مورد انتظار در تکنولوژی‌های صنعت را بررسی و شناسایی، ملاحظات آن را در ارزیابی کلی کسب و کار وارد کرده و باعث بهبود در قابلیت‌های تولیدی، بازاریابی و سرمایه‌گذاری می‌شود. به این ترتیب سناریوهای تکنولوژی با تمرکز بر فرصت‌های تکنولوژیک و اثر آن‌ها بر نیازهای بازار و فرصت‌های کسب و کار در قالب پاسخ به سؤالات «چه می‌شود، اگر...» شکل می‌گیرند.

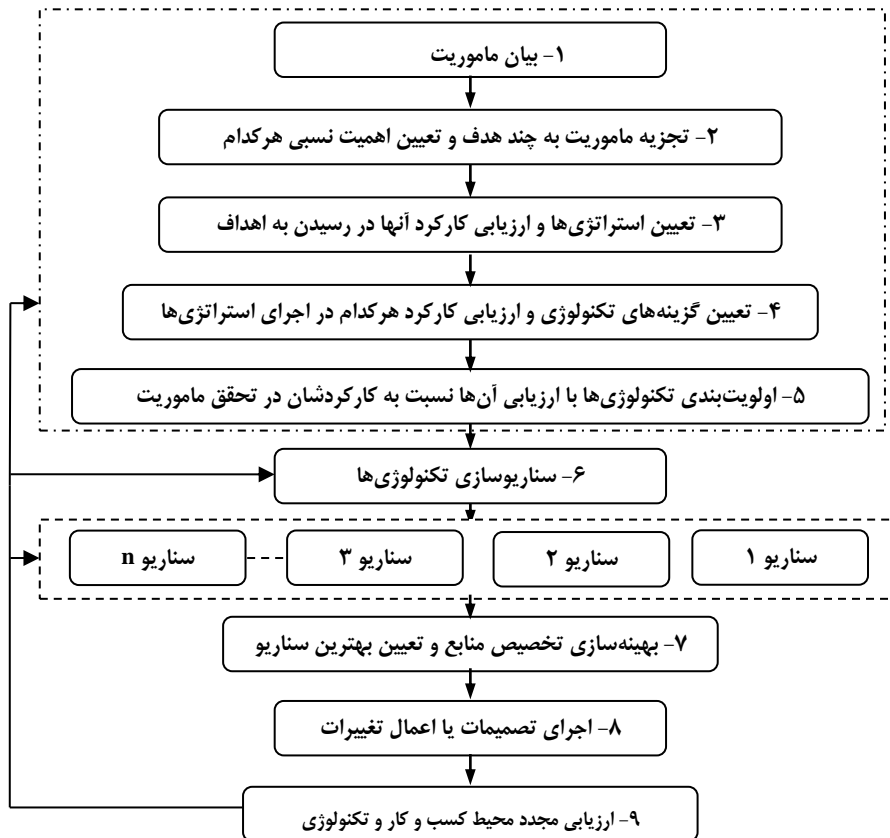
محققان از شیوه‌های مختلفی در مرحله ارزیابی بهره‌برده‌اند، اما تعداد کمی از آنها رویکرد منسجمی برای برقراری ارتباط معنی‌دار میان گزینه‌های تکنولوژی و اهداف تجاری کلان از طریق

1. Analytic Network Process (ANP)
2. Sensitivity Analysis

ایجاد هماهنگی با استراتژی‌های کلان پیشنهاد کرده‌اند (Farrukh & et al, 2003). برخی از آنها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بهره برده‌اند (Chen & et al, 2009; Xiang & et al, 2017; Ho, 2004). در این راستا برای یکپارچه‌سازی مطلوب‌تر استراتژی‌های تکنولوژی با استراتژی‌های کلان یک ساختار ارزیابی سلسله مراتبی توسط هو<sup>۱</sup> معرفی شد (Ho, 2004). ساختار هو جهت بررسی اثر تکنولوژی‌های نوظهور بر استراتژی‌های تکنولوژی، اهداف رقابتی، و هدف نهایی کسب و کار که می‌توان آن را رسالت یا مأموریت دانست، پیشنهاد شد و وی این عناصر تصمیم‌گیری را در یک ساختار چهار سطحی تصمیم‌گیری سلسله مراتبی<sup>۲</sup> با هم مرتبط ساخت. چن<sup>۳</sup> و همکاران با استفاده از این ساختار، چارچوبی نه مرحله‌ای جهت برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی و پیش‌بینی تغییرات محتمل آینده و پاسخ‌های مناسب به آنها، پیشنهاد کردند (Chen & et al, 2009) که پنج مرحله اول آن ساختار تحلیل سلسله مراتبی<sup>۴</sup> را تشکیل می‌دهند. مراحل این چارچوب مشابه تغییرات محیط، تکرار شونده هستند (نمودار ۱).

از آنجایی که تاثیر تکنولوژی‌ها بر استراتژی‌ها و اهداف رقابتی را می‌توان از طریق برقراری ارتباط میان تکنولوژی‌ها و الگوهای خاصی از استراتژی‌ها بررسی کرد (Chen & et al, 2009) و همچنین انطباق تکنولوژی‌ها با الگوهای استراتژی، عملکرد را تعیین می‌کند، ارزیابی الگوهای استراتژی مربوط به تکنولوژی در مرحله سوم و به‌عنوان مرحله مرتبط کننده ارزیابی گزینه‌ها و هدف نهایی و اهداف رقابتی، صورت می‌گیرد. اما، تحلیل سلسله مراتبی یک محدودیت مهم دارد که عبارت است از عدم لحاظ وابستگی‌های احتمالی میان فاکتورها، و با این فرض که فاکتورها و معیارها از هم مستقل می‌باشند رویه را پیش می‌برد (Lee & et al, 2009) که این فرض چندان منطبق با شرایط واقعی نیست. از آنجایی که اوزانی که تحلیل سلسله مراتبی به فاکتورها اختصاص می‌دهد با فرض عدم وابستگی می‌باشد ممکن است با اوزانی که با قبول فرض وابستگی محاسبه می‌شوند متفاوت باشد. بنابراین به کارگیری رویکردی که وابستگی‌های احتمالی میان عوامل را در نظر گیرد و آنها را در اندازه‌گیری دخالت دهد ضرورت می‌یابد.

- 
1. Ho
  2. Hierarchical Decision Model (HDM)
  3. Chen
  4. Analytical Hierarchy Process (AHP)



نمودار ۱. چارچوب برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی (Chen et al, 2009)

به دنبال محدودیت‌های تحلیل سلسله مراتبی و عدم توانایی این رویکرد در لحاظ کردن وابستگی‌های بین معیارها و عوامل، ساعتی<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۶ رویکرد دیگری را توسعه داد (Carlucci & et al, 2008; Cheng & et al, 2007) که به رویکرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای معروف گردیده و مزیت آن نسبت به تحلیل سلسله مراتبی این می باشد که وابستگی‌های بین معیارها را در نظر می گیرد.

از طرف دیگر عدم قطعیتی که در تمامی مراحل چرخه عمر توسعه تکنولوژی یا محصول وجود دارد (Santiago & et al, 2005)، به خصوص هنگامی که تکنولوژی به سرعت تغییر می کند،

ممکن است منجر به عدم توافق میان خبرگان در ارزیابی و تغییر نتایج تحلیل شود. علاوه بر این روند تغییرات تکنولوژیک ممکن است مطابق پیش‌بینی خبرگان نباشد (Rauno, 2014). از آنجایی که تغییرات تکنولوژیکی می‌تواند مبهم باشد، درک تاثیر این تغییرات بر سیاست‌های صنعتی و عملکرد تکنولوژی در کسب و کار برای تصمیم‌گیرندگان بسیار حیاتی است (H. Alan, 2010). برای موثرتر و تکمیل کردن برنامه‌ریزی تکنولوژی بخصوص هنگامی که افق بلندمدت مدنظر است، برنامه‌ریزی انطباقی که توسط محققان پیشنهاد شده است (Carlucci & et al, 2008) باید به‌عنوان مرحله بعد صورت گیرد. این امر با بهره‌گیری از تحلیل حساسیت میسر می‌شود.

به‌عنوان مرحله میانی اما مهم در این چارچوب، اعمال تحلیل حساسیت نه تنها منجر به بهبود جامعیت ارزیابی (پنج مرحله اول) می‌شود، بلکه پیش‌بینی سناریوهای ممکن را نیز تسهیل می‌کند. این تحلیل فاکتورهای عدم قطعیت و ناپایداری را در مدل تصمیم‌گیری جهت انطباق با تغییرات آینده وارد می‌کند.

## ۲-۱. ادبیات نظری

### ۱-۲-۱. مدیریت استراتژیک تکنولوژی

تعریف‌های زیادی از تکنولوژی ارائه شده است. جمع‌بندی این تعاریف را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

«تکنولوژی کاربرد علم، تجربه و مهارت‌های انسانی در جهت مرتفع کردن نیازهای بشری است. تکنولوژی مجموعه‌ای از ابزارها، مهارت‌ها و دانش و اطلاعات می‌باشد که به اجزا تکنولوژی معروف هستند. نه تنها عدم حضور یکی از این اجزاء، بلکه عدم هماهنگی میان آنها در کارایی و اثربخشی تکنولوژی موثر است» (اعرابی و منتی، ۱۳۸۹).

ضرورت یکپارچگی استراتژی کلان و استراتژی تکنولوژی به‌عنوان اصل کلیدی موفقیت در محیط به‌شدت رقابتی امروز، خلق ارزش بیشتر و توسعه تکنولوژی‌های جدید شناخته شده است (Drejer, 2002; Juite & et al, 2015). عدم تمرکز مدیران ارشد بر مسائل تکنولوژی، نادیده گرفتن مسائل سازمانی در به‌کارگیری تکنولوژی‌های جدید، فقدان درک صحیح مدیران ارشد نسبت به اثرات متقابل تکنولوژی و کسب و کار و اهمیت استراتژیک تکنولوژی و همچنین عدم هماهنگی مناسب میان تکنولوژی و اهداف تجاری، نارسایی مدیریت تکنولوژی سنتی را

بیش از پیش نشان داده است (Wei & et al, 2010; Markus & et al, 2017). این مسائل منجر به توجه به برنامه‌ریزی استراتژیک در مدیریت تکنولوژی و ظهور مفهوم مدیریت استراتژیک تکنولوژی شد (Liwarcin & et al, 2006). در این دیدگاه به مدیریت تکنولوژی به‌عنوان تلاش جهت یکپارچه‌سازی و هماهنگی استراتژی تکنولوژی و استراتژی کلان‌نگریسته می‌شود (Chiaromonte, 2003; Erkut & et al, 2013) و یک ابزار مهم استراتژیک جهت خلق مزیت رقابتی به حساب می‌آید. در نتیجه مدیریت تکنولوژی را می‌توان بخشی از مدیریت استراتژیک دانست (Kurokawa & et al, 2005).

استراتژی کلان و مدیریت تکنولوژی جهت کارایی و ایجاد رشد در محیط به‌شدت رقابتی امروز با دو چالش مواجه‌اند (Whalen, 2007; Yonghee & et al, 2016):

۱. از آنجایی که عناصر استراتژی نیازمند اصلاح و بازنگری مستمر برای پاسخ‌دهی به تغییر شرایط محیطی هستند، برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی و استراتژی کلان جهت حفظ موقعیت رقابتی در برابر رخدادهای محیط، باید یکپارچه و دارای قابلیت پاسخ‌دهی بلادرنگ باشند.
۲. حفظ هماهنگی استراتژیک میان کارکردهای کسب و کار (بازاریابی، مالی، تکنولوژی و...) در همه بخش‌ها (واحدهای تجاری، خطوط تولید، شرکا، تامین‌کنندگان و غیره) و تقویت توانایی بهره‌مندی از فرصت‌های بازار.

#### ۱-۲-۲. چارچوب برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی

برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی نقشه راهی جهت ارتقا و بهبود مدیریت تکنولوژی است و به‌صورت دقیق تر می‌توان گفت برنامه‌ریزی عناصر و فعالیت‌هایی در بستر زمان است که به‌طور مستمر و توأمان میان مدیریت تکنولوژی، قابلیت‌های تکنولوژیک، استراتژی کلان و محیط هماهنگی ایجاد می‌کند (Wu & et al, 2009; Juite & et al, 2015). هدف اصلی استراتژی تکنولوژی مشخص کردن تمامی قابلیت‌هایی است که لازم است در آنها سرمایه‌گذاری شود یا با ویژگی‌های کلیدی محصول که توسط استراتژی تولید معین شده‌اند، هماهنگ شوند (Fenn & et al, 2003; Yonghee & et al, 2016). سه پرسش اساسی در توسعه استراتژی کلان با در نظر گرفتن ملاحظات تکنولوژیک عبارتند از (Phaal & et al, 2004; Shengbin & et al, 2016):

۱. چه رویکردی؟ انتخاب رویکرد نهایی استراتژی مثل پیشینه‌سازی نرخ بازگشت سرمایه به‌طوری که این نرخ از متوسط صنعت بیشتر باشد.

۲. چه جهتی؟ شناسایی و انتخاب گزینه‌های جهتی، مثل رهبری هزینه‌ها، تمایز یا تمرکز
۳. چگونه؟ شناسایی و انتخاب گزینه‌های روشی مثل تمرکز بر کارایی، تنوع، تقلید، انعطاف یا نوآوری.

### ۱-۲-۳. فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تحلیل حساسیت

فرآیند تحلیل شبکه‌ای یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره موسوم به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را با جایگزینی «شبکه» به جای «سلسله مراتب»، بهبود می‌بخشد (مومنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۰). فرآیند تحلیل شبکه‌ای حالت کلی و عمومی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است، که لحاظ روابط پیچیده و دوجانبه میان معیارها و گزینه‌ها را میسر می‌سازد (Saaty, 1996).

در ساختارهای چندسطحی تصمیم‌گیری چه تحلیلی سلسله مراتبی و چه شبکه‌ای، میزان سهم داخلی<sup>۱</sup> (در برخی مطالعات از آن به وزن معیارها، اهمیت نسبی و اولویت تعبیر شده است) به‌طور قطعی تعیین نمی‌شود و با توجه به تغییرات محیطی دستخوش تغییر می‌گردد. در کنار این مسئله، مقیاس‌ها و شیوه‌های کمی قضاوت گوناگون مقایسات زوجی در ساختارهای چندسطحی، مقادیر متفاوت سهم داخلی و در پی آن نتایج متفاوت برای یک مسئله را رقم می‌زند که به‌ویژه در تصمیم‌گیری گروهی این مسئله به‌خوبی مشهود است (Konstantinos & et al, 2008; Cheng & et al, 2007). بنابراین حل یک مسئله صرفاً با تعیین اولویت گزینه‌ها کامل نمی‌شود. به‌منظور توسعه یک راهکار جهت مواجهه با اقتضائات مختلف باید تحلیل حساسیت نتایج به‌کار گرفته شود (Triantaphyllou E & et al, 1997). منظور از تحلیل حساسیت بررسی اثر تغییر یک یا چند معیار یا هدف در نحوه اولویت گزینه‌ها و خروجی نهایی است (Chen & Kocaoglu, 2008).

تحلیل حساسیت مربوط به سئوالاتی از جنس «چه می‌شود، اگر...» است که جهت تعیین پایداری جواب نهایی و ترتیب اولویت‌ها و در مواقعی که در ورودی (قضاوت‌ها) تغییراتی ایجاد شود، به‌کار می‌رود (Konstantinos & et al, 2008). در زمینه موضوع این مقاله، تحلیل حساسیت برای بررسی تأثیرپذیری سبد تکنولوژی از شرایطی چون تغییر فضای اقتصادی کسب و کار که منجر به تغییر اولویت‌های رقابتی در سازمان یا صنعت می‌شود، توسعه سازمان که موجب تغییر استراتژی‌های تکنولوژی جهت هماهنگی با تغییرات استراتژی سطح سازمان می‌گردد و در حد انتظار نبودن عملکرد تکنولوژی یا ظهور تکنولوژی‌های جدید که اثر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد



خواهند داشت، صورت می‌گیرد. در این راستا سئوالات خاصی که در به‌کارگیری فرآیند تحلیل حساسیت باید پاسخ داده شوند عبارتند از (Chen & et al, 2009):

۱. چه عناصر یا عوامل کلیدی تصمیم‌گیری هستند که ثبات آن‌ها نتیجه حاصل‌شده را معتبر می‌کند؟
۲. در حالت تغییر شرایط مذکور احتمال تغییر ترتیب اولویت گزینه‌ها چگونه است؟
۳. بهینه‌ترین سبد تکنولوژی برای سرمایه‌گذاری در محتمل‌ترین سناریو همراه با کمترین ریسک کدام است؟
۴. سناریوهای گوناگون در پاسخ به تغییرات آینده چه هستند؟

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر توصیفی (غیر آزمایشی) از نوع مطالعه موردی است. توصیفی است از آن جهت که تصویری از وضعیت موجود ارائه می‌دهد و مطالعه موردی است به این دلیل که به پیاده‌سازی مدل اصلاح‌شده در صنعت پتروشیمی می‌پردازد. در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مبانی نظری و ادبیات تحقیق در حوزه تکنولوژی، استراتژی تکنولوژی، هماهنگی با استراتژی و صنعت پتروشیمی، از منابع کتابخانه‌ای و پایگاه‌های اطلاعاتی استفاده و همچنین به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات در مورد انواع گزینه‌های تکنولوژی مطرح در صنعت پتروشیمی از مدارک علمی موجود در شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی وابسته به شرکت ملی پتروشیمی ایران بهره گرفته شده است. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات تخصصی برای کشف و سنجش گزینه‌های ارجح تکنولوژی در صنعت پتروشیمی و اولویت‌بندی آنها و همچنین دریافت نظرات کارشناسانه و اطمینان از درستی معیارها، اقدام به تهیه و توزیع پرسشنامه در میان جمعی از خبرگان صنعت پتروشیمی شده است. در پژوهش حاضر جامعه آماری مورد بررسی عبارت است از مدیران ارشد و میانی بخش تحقیق و توسعه، طراحی فرآیند و تولید و عملیات شرکت‌های تولیدی پتروشیمی که در ایران فعال هستند. به این ترتیب اهمیت نسبی گزینه‌های تکنولوژی، اهداف رقابتی و استراتژی‌های تکنولوژی در قالب ساختار تحلیل شبکه‌ای، به‌وسیله پرسشنامه در معرض قضاوت ۲۰ خبره صنعت قرار گرفت.

در این پژوهش از فرآیند تحلیل شبکه‌ای که مورد بحث قرار گرفت و همچنین تحلیل حساسیت استفاده شد. پس از طراحی مدل تصمیم و تهیه پرسشنامه و توزیع آن میان خبرگان

صنعت پتروشیمی، با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن<sup>۱</sup> اطلاعات جمع‌آوری شده تحلیل شده و اولویت‌ها و سناریوهای برای شرایط مختلف، به دست آمد. لازم به ذکر است میانگین هندسی ماتریس‌های مقایسات زوجی خبرگان، ورودی نرم‌افزار مذکور می‌باشد. از آنجایی که نرخ ناسازگاری در این پرسشنامه در ماتریس‌ها بین ۰/۰۲۴ تا ۰/۰۸۷ بود، می‌توان گفت که پرسشنامه دارای پایایی لازم است.

### ۳. تحلیل تجربی

باید توجه داشت، چارچوب معرفی شده هم قابلیت کاربرد در سطح سیاست‌گذاری صنعتی را دارا می‌باشد و هم در سطح تصمیم‌گیری سازمانی (Chen & et al, 2009). طبیعی است نوع گزینه‌ها در این دو سطح یکسان نیست، در سطح صنعت، گزینه‌ها کلی است و طیف وسیعی را در بر می‌گیرند، در حالی که در سطح بنگاه با توجه به محصولات مشخص، گزینه‌های تکنولوژی در یک یا چند دسته کلی قرار دارند و جزئیات آن‌ها بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این پژوهش این چارچوب در سطح صنعت پتروشیمی ایران به کار گرفته شده است. در ادامه دو مرحله اساسی چارچوب برنامه‌ریزی استراتژیک، فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تحلیل حساسیت در صنعت پتروشیمی اعمال و نتایج بررسی می‌گردد.

#### ۳-۱. فرآیند تحلیل شبکه‌ای تکنولوژی در صنعت پتروشیمی ایران

۳-۱-۱. طراحی مدل: چارچوب به صورتی طراحی شده است که در نهایت هر گزینه بر اساس سهمی که در تحقق هدف نهایی یا مأموریت بنگاه یا صنعت دارد، اولویت‌بندی می‌شود. در این بین سطوحی قرار می‌گیرند. برای ایجاد ساختار چهارسطحی ارزیابی تکنولوژی در صنعت پتروشیمی، مأموریت صنعت، اهداف رقابتی، الگوهای استراتژی تکنولوژی و گزینه‌های آن را باید شناسایی کرد.

- **هدف نهایی:** هدف نهایی را می‌توان همان موفقیت نهایی در رقابت در نظر گرفت که یک مفهوم پیچیده است و دارای معیارهایی چندگانه همچون مسائل مالی، ملاحظات بازار، پایداری و موارد دیگر می‌باشد. با توجه به دیدگاه پورتر (Porter, 1985) و مأموریت اعلام‌شده توسط

شرکت‌های پتروشیمی، نرخ بازگشت سرمایه<sup>۱</sup> به نحوی که بهتر از میانگین صنعت باشد، معیار مناسبی است که در این پژوهش از آن استفاده می‌گردد.

- **اهداف رقابتی:** منظور از اهداف رقابتی جایگاهی است که بنگاه یا صنعت برای تحقق رسالت یا هدف نهایی خود از طریق تدوین و اجرای استراتژی‌های کسب و کار، درصدد کسب آن است (Chen & et al, 2009). در اینجا با توجه به ماهیت صنعت و بازار پتروشیمی سه مورد زیر در نظر گرفته شده‌اند (Porter, 1996; Chen et al, 2009; Luburic, 2011):

رهبری هزینه<sup>۲</sup> (دستیابی به مزیت رقابتی از طریق کاهش هزینه‌های اقتصادی خود نسبت به سایر رقبا)، رهبری محصول<sup>۳</sup> (ارائه محصولی با ویژگی‌های متمایز به بازار) و رهبری بازار<sup>۴</sup> (دارا بودن سهم به مراتب بیشتری از سایر رقبا از بازار و یا حاشیه سود بیشتر).

- **استراتژی‌های تکنولوژی:** در این راستا الگوهای استراتژی تکنولوژی زیر در نظر گرفته شده‌اند (Ho, 2004; Chen & et al, 2009):

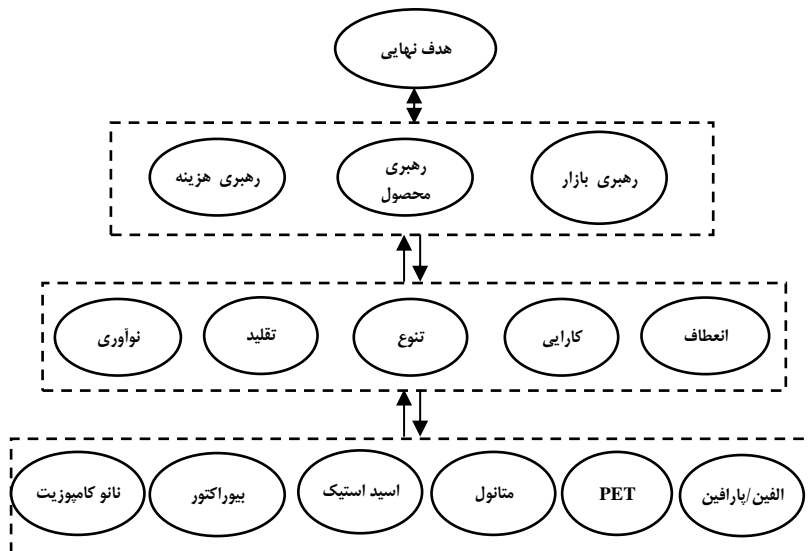
نوآوری تکنولوژی<sup>۵</sup> (توسعه محصولات جدید و عرضه در بازار)، تقلید تکنولوژی<sup>۶</sup> (توسعه محصول پس از آنکه در عمل ثابت شد که تکنولوژی موفق است)، تنوع تکنولوژی<sup>۷</sup> (پشتیبانی از طیفی از محصولات که در مراحل گوناگونی از چرخه عمر قرار دارند)، کارایی تکنولوژی<sup>۸</sup> (بهبود و ارتقای کارایی فرآیندهای تولید محصولات) و انعطاف‌پذیری تکنولوژی<sup>۹</sup> (توسعه و تغییر سریع محصولات در پاسخ به تغییرات حجم و نوع تقاضا در بازار ارز).

- **گزینه‌های تکنولوژی:** اطلاعات این بخش از طریق شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی وابسته به شرکت ملی پتروشیمی ایران به دست آمد. در واقع در سند دریافتی از شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی، به ۱۰ مورد از تکنولوژی‌های اولویت‌دار اشاره شده بود، که در این میان ۵ مورد از آن‌ها مربوط به چرخه تولید پارافین‌ها، الفین‌ها و پلی‌الفین‌ها بود و با توجه به همپوشانی تکنولوژیکی و وابستگی زنجیره‌ای و فرآیندی در قالب یک مورد در این پژوهش لحاظ شدند.

- 
1. ROI
  2. Cost Leadership
  3. Product Leadership
  4. Market Leadership
  5. Technology Innovation
  6. Technology Imitation
  7. Technology Diversity
  8. Technology Efficiency
  9. Technology Flexibility

به این ترتیب شش گزینه تکنولوژی به دست آمد که عبارتند از:

۱. بهبود، توسعه و بومی سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها (الفین/پارافین)
  ۲. توسعه فناوری پلی اتیلن ترفتالات و تجاری سازی آن<sup>۱</sup>
  ۳. اکتساب دانش فنی ساخت کاتالیست سنتز متانول در مقیاس صنعتی و تجاری سازی فناوری تولید آن (متانول)
  ۴. اکتساب دانش فنی ساخت کاتالیست سنتز اسید استیک در مقیاس صنعتی و تجاری سازی فناوری تولید آن (اسید استیک)
  ۵. اکتساب دانش فنی ساخت غشاهای پلیمری و بیورآکتورهای غشایی و هیبریدی در مقیاس صنعتی و تجاری سازی آن (بیورآکتور)
  ۶. بهبود و توسعه کاربردهای پلیمرهای تولیدی با استفاده از توسعه نانو کامپوزیت‌های پلیمری (نانو کامپوزیت)
- در نتیجه ساختار تحلیل شبکه‌ای مطابق نمودار ۲ را می‌توان برای ارزیابی گزینه‌های تکنولوژی مطرح در صنعت پتروشیمی پیشنهاد کرد.



نمودار ۲. ساختار تحلیل شبکه‌ای جهت ارزیابی گزینه‌های تکنولوژی مطرح در صنعت پتروشیمی ایران

۳-۱-۲. مقایسات زوجی: پس از طراحی مدل و پرسشنامه براساس مقایسه زوجی عوامل، توزیع و جمع‌آوری آن، اطلاعات به‌دست آمده در نرم‌افزار سوپر دسیژن وارد شده و اولویت‌های نسبی سطوح اهداف رقابتی و استراتژی‌های تکنولوژی، مطابق جداول زیر به‌دست آمده است.

جدول ۱. اولویت‌بندی اهداف رقابتی در صنعت پتروشیمی ایران

رتبه نهایی	وزن	اهداف رقابتی
۱	۰/۶۱۶	رهبری هزینه
۲	۰/۲۳۳	رهبری بازار
۳	۰/۱۵۱	رهبری محصول

جدول ۲. اولویت‌بندی استراتژی‌های تکنولوژی در صنعت پتروشیمی ایران

رتبه نهایی	وزن	استراتژی‌های تکنولوژی
۱	۰/۳۴۱	کارایی
۲	۰/۲۰	انعطاف
۳	۰/۱۸۴	تقلید
۴	۰/۱۵۲	نوآوری
۵	۰/۱۳۳	تنوع

۳-۱-۳. تشکیل ابرماتریس: بر اساس مقایسات زوجی حاصل شده است و بیانگر چگونگی ارتباط سطوح مدل می‌باشد.

جدول ۳. ابر ماتریس تعیین اولویت‌های تکنولوژی صنعت پتروشیمی ایران

هدف نهایی	هدف نهایی	اهداف رقابتی				استراتژی‌های تکنولوژی					گزینه‌های تکنولوژی					
		بازگشت سرمایه	رهبری هزینه	رهبری بازار	رهبری محصول	تنوع	کارایی	انعطاف	تقلید	نوآوری	استیک	بیوراکتور	متانول	نانو کامپوزیت	الفین/پارافین	PET
هدف نهایی	بازگشت سرمایه	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اهداف رقابتی	رهبری هزینه	۰/۶۷۵	۰	۰	۰	-/۰۶۵	-/۰۵۴	-/۰۸۱	-/۰۵۷	-/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	رهبری بازار	۰/۲۳۲	۰	۰	۰	-/۲۱۵	-/۱۴۶	-/۱۹۹	-/۱۴۱	-/۱۷۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	رهبری محصول	۰/۰۹۳	۰	۰	۰	-/۴۲۹	-/۰۵۹	-/۴۲۹	-/۰۶۲	-/۴۶۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
استراتژی‌های تکنولوژی	تنوع	۰	-/۰۱۴	-/۰۵۷	-/۰۶۴	۰	۰	۰	۰	۰	-/۰۵۶	-/۱۷۶	-/۰۵۵	-/۲۸۲	-/۰۶۱	-/۰۴۵
	کارایی	۰	-/۰۹۸	-/۰۸۸	-/۰۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	-/۱۸۴	-/۰۸۳	-/۴۴۱	-/۰۸۸	-/۴۵۵	-/۴۳۱
	انعطاف	۰	-/۰۵۶	-/۰۲۷	-/۰۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	-/۱۲۴	-/۴۲۵	-/۱۳۹	-/۱۳۲	-/۱۴۱	-/۱۴۲
	تقلید	۰	-/۰۴۸	-/۰۴۱	-/۰۰۹	۰	۰	۰	۰	۰	-/۳۸۳	-/۰۴۸	-/۲۷۷	-/۰۴۸	-/۲۷۱	-/۲۹۸
	نوآوری	۰	-/۰۱۶	-/۰۱۹	-/۱۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	-/۲۵۱	-/۲۶۶	-/۰۸۶	-/۴۴۲	-/۰۶۹	-/۰۸۲
گزینه‌های تکنولوژی	استیک	۰	۰	۰	۰	-/۰۳۸	-/۰۳۲	-/۰۴	-/۰۳۱	-/۰۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	بیوراکتور	۰	۰	۰	۰	-/۱۱۳	-/۰۱۵	-/۰۴	-/۰۱۱	-/۰۵۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	متانول	۰	۰	۰	۰	-/۰۲۵	-/۰۴۷	-/۰۲۴	-/۰۴۴	-/۰۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	نانو کامپوزیت	۰	۰	۰	۰	-/۰۸۵	-/۰۱۲	-/۰۹۱	-/۰۱۵	-/۱۳۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	الفین/پارا فین	۰	۰	۰	۰	-/۰۱	-/۱۱۱	-/۰۱۲	-/۱۰۸	-/۰۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	PET	۰	۰	۰	۰	-/۰۱۵	-/۰۷۱	-/۰۱۵	-/۰۷۷	-/۰۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰



۳-۱-۴. انتخاب بهترین گزینه: نتیجه نهایی چارچوب که تعیین اولویت گزینه‌های تکنولوژی جهت سرمایه‌گذاری است، در جدول ۴ آمده است و همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بهبود، توسعه و بومی‌سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها و بهبود و توسعه کاربردهای پلیمرهای تولیدی با استفاده از توسعه نانو کامپوزیت‌های پلیمری دو اولویت نخست هستند.

جدول ۴. اولویت‌بندی گزینه‌های تکنولوژی در صنعت پتروشیمی ایران

رتبه نهایی	وزن	گزینه‌های تکنولوژی
۱	۰/۲۱۹	پارافین‌ها/پلی الفین‌ها
۲	۰/۱۹۷	نانو کامپوزیت
۳	۰/۱۷۶	بیوراکتور
۴	۰/۱۶۱	PET
۵	۰/۱۲۶	متانول
۶	۰/۱۱۹	اسید استیک

### ۳-۲. تحلیل حساسیت و سناریو سازی

#### ۳-۲-۱. تحلیل حساسیت اهداف رقابتی

با توجه به پویایی محیط و تغییرات در فضای اقتصادی و در نتیجه در مقدار و نوع تقاضا و عرضه در بازار، یک صنعت یا سازمان باید میزان تأکید خود بر اهداف رقابتی را تغییر دهد. در نتیجه سازمان‌ها باید بدانند در چه صورتی تکنولوژی انتخاب شده برای سرمایه‌گذاری همچنان گزینه بهینه‌ای است. برای ایجاد آمادگی جهت پاسخ‌دهی مناسب به تغییرات احتمالی، از تحلیل حساسیت به منظور ایجاد سناریوهای ممکن با توجه به تغییرات در اهداف رقابتی استفاده می‌شود. همچنین از این طریق مهم‌ترین و تأثیرگذارترین هدف رقابتی نیز شناسایی می‌شود. قدم اول این است که چگونگی اثرگذاری تغییرات سهم اهداف رقابتی در تحقق هدف نهایی، بر گزینه‌های تکنولوژی در صنعت پتروشیمی شناسایی شود. تحلیل حساسیت در این مورد، تغییر یک عنصر در محدوده مجاز ممکن در عین ثابت ماندن سایر عناصر است. وقتی محدودیت منابع سازمان را مجبور به تمرکز بر یک تکنولوژی می‌کند، میزان اتقان اولویت اول انتخاب شده برای سرمایه‌گذاری در شرایط مختلفی که سهم اهداف رقابتی تغییر کند، اهمیت زیادی دارد. نتیجه تحلیل حساسیت برای حفظ موقعیت اولویت اول هنگام تغییر سهم یا وزن اهداف رقابتی در جدول ۵ آمده است.



جدول ۵- داده‌های تحلیل حساسیت اهداف رقابتی نسبت به بهبود، توسعه و بومی‌سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها و تعیین شرایط و احتمال تغییر اولویت آن بر اساس تغییر سهم اهداف رقابتی

اهداف رقابتی	محدوده تغییر اولویت	محدوده انحراف مجاز	احتمال تغییر	سهم پایه
رهبری هزینه	[۰, ۰/۲۱)	(۰/۲۱, ۱]	٪۲۱	۰/۶۱۶
رهبری بازار	---	[۰, ۱]	۰	۰/۲۳۳
رهبری محصول	(۰/۳۲, ۱]	[۰, ۰/۳۲)	٪۶۸	۰/۱۵۱

مقدار سهم پایه، بر اساس مقداری است که خبرگان به‌هدف مربوطه تخصیص داده‌اند. محدوده‌ی انحراف مجاز، حدی را که مقدار سهم هدف می‌تواند به‌گونه‌ای تغییر کند که ترتیب اولویت گزینه برتر تغییر نکند، تعیین می‌کند. انحراف مجاز طیفی است که مقدار هدف بدون تغییر ترتیب اولویت گزینه می‌تواند تغییر کند. احتمال تغییر اولویت‌بندی، نشان‌دهنده تغییر اولویت گزینه اول تکنولوژی هنگامی است که فرض شود سهم اهداف رقابتی به‌شکل خطی بین صفر و یک تغییر کنند.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، گزینه بهبود، توسعه و بومی‌سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها از سهم رهبری بازار مستقل است، نسبت به رهبری هزینه حساسیت کم و نسبت به رهبری محصول حساسیت بالایی دارد. سهم رهبری هزینه باید به‌میزان ۰/۴۱ کاهش و سهم رهبری محصول به‌میزان ۰/۱۷ افزایش یابد تا اولویت اول تغییر کند. در نتیجه بیشترین اهمیت در تغییر اولویت اول مربوط به تغییر سهم رهبری محصول است.

در برخی مواقع مثل هنگامی که امتیاز گزینه‌ها به هم نزدیک باشد مانند مورد تحقیق کنونی، یا سازمان بر اساس اولویت‌های فعلی سبد تکنولوژی تشکیل داده باشد، برای بهینه‌سازی انتخاب‌ها در شرایط مختلف باید وضعیت ترتیب اولویت همه گزینه‌ها را بررسی کرد. در همین راستا گام بعدی بررسی اثر تغییر سهم اهداف رقابتی در تحقق هدف نهایی بر ترتیب اولویت همه گزینه‌های تکنولوژی است، تا از این طریق حالات مختلف رتبه‌بندی گزینه‌ها مشخص شوند و بر این اساس سناریوسازی صورت گیرد. نتایج مربوطه در جدول ۶ آمده است.

## جدول ۶. سناریوهای ممکن: تغییر اولویت‌های گزینه‌های تکنولوژی با تغییر سهم اهداف رقابتی

اهداف رقابتی	بازه تغییر سهم	احتمال وقوع	PET	پارافین / پلی الفین	نانو کامپوزیت	متانول	بیورآکتور	اسید استیک
رهبری هزینه	[۰، ۰/۲۱]	٪۲۱	۳	۲	۱	۵	۴	۶
	(۰/۲۱، ۰/۳۹)	٪۱۸	۳	۱	۲	۵	۴	۶
	(۰/۳۹، ۰/۶۸)	٪۲۹	۴	۱	۲	۵	۳	۶
	(۰/۶۸، ۰/۸۰)	٪۱۲	۳	۱	۲	۵	۴	۶
	(۰/۸۰، ۱]	٪۲۰	۲	۱	۳	۵	۴	۶
	[۰، ۰/۹۰)	٪۹۰	۴	۱	۲	۵	۴	۶
رهبری بازار	(۰/۹۰، ۱]	٪۱۰	۴	۱	۳	۵	۲	۶
	[۰، ۰/۲۰)	٪۲۰	۴	۱	۲	۶	۳	۵
رهبری محصول	(۰/۲۰، ۰/۳۲)	٪۱۲	۴	۱	۳	۵	۲	۶
	(۰/۳۲، ۰/۳۹)	٪۷	۴	۲	۱	۵	۳	۶
	(۰/۳۹، ۰/۵۵)	٪۱۶	۴	۱	۲	۵	۳	۶
	(۰/۵۵، ۰/۶۲)	٪۷	۴	۲	۱	۵	۳	۶
	(۰/۶۲، ۰/۸۱)	٪۱۹	۴	۳	۱	۶	۲	۵
	(۰/۸۱، ۱]	٪۱۹	۵	۳	۱	۶	۲	۴
ترتیب اولویت اولیه گزینه‌های تکنولوژی								

با توجه به نتایجی که حاصل شده و در جدول ۶ آمده است، با درصد احتمال بالا می‌توان گفت اگر سبد تکنولوژی سازمانی شامل دو گزینه باشند، آن دو گزینه بهبود و توسعه کاربردهای پلیمرهای تولیدی با استفاده از توسعه نانو کامپوزیت‌های پلیمری و بهبود، توسعه و بومی‌سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها خواهند بود. از طرف دیگر دو گزینه اکتساب دانش فنی ساخت کاتالیست سنتز متانول در مقیاس صنعتی و تجاری‌سازی فناوری تولید آن و اکتساب دانش فنی ساخت کاتالیست سنتز اسید استیک در مقیاس صنعتی و تجاری‌سازی فناوری تولید آن در انتهای ترتیب اولویت‌ها، جایگاه محکمی دارند. موقعیت فناوری‌های مربوط به PET و بیورآکتور در جایگاه سوم و چهارم به تناوب تغییر می‌کند. در اینجا نیز دیده می‌شود که تغییر سهم رهبری محصول بیشترین تغییر در ترتیب اولویت‌ها را ایجاد می‌کند و تأثیر گذارترین هدف رقابتی بر اولویت‌ها است.

## ۲-۲-۳. تحلیل حساسیت استراتژی‌های تکنولوژی

در افق برنامه‌ریزی تکنولوژی سازمان‌ها در نتیجه تحول و تکامل خود می‌توانند به قابلیت‌های تحقیق و توسعه، تولید، سرمایه و دارایی و عملیاتی دست یابند یا آنها را بهبود بخشند. نیازهای

جدید مشتریان و تغییر جهت بازار می‌تواند باعث ظهور تکنولوژی‌ها یا محصولات جدید شود. در چنین حالاتی سهم و اهمیت استراتژی‌های تکنولوژی در تحقق هدف نهایی تغییر می‌کند. این که تغییرات ممکن، پیش‌بینی شده و در برنامه‌ریزی تکنولوژی لحاظ شوند از اهمیت بالایی برخوردار است. در همین زمینه جدول ۷ که تحلیل حساسیت استراتژی‌های تکنولوژی نسبت به توسعه و بومی‌سازی تکنولوژی پلی‌اولفین‌ها و پارافین‌ها (اولویت اول) است، اطلاعات لازم برای تحلیل شرایط ثبات و میزان پایداری این ثبات در زیر آورده شده است.

جدول ۷. داده‌های تحلیل حساسیت استراتژی‌های تکنولوژی نسبت به اولویت اول و تعیین شرایط و احتمال تغییر اولویت اول بر اساس تغییر سهم استراتژی‌های تکنولوژی

استراتژی‌های تکنولوژی	محدوده تغییر اولویت	محدوده مجاز انحراف	احتمال تغییر	سهم پایه
تنوع	(۰/۱۵, ۱]	[۰, ۰/۱۵)	%۸۵	۰/۱۴
کارایی	[۰, ۰/۱۸)	(۰/۱۸, ۱]	%۱۸	۰/۳۴
انعطاف	[۰, ۰/۱۴)	(۰/۱۴, ۱]	%۱۴	۰/۱۹
تقلید	[۰, ۰/۱۱)	(۰/۱۱, ۱]	۰/۱۱	۰/۱۸
نوآوری	(۰/۱۸, ۱]	[۰, ۰/۱۸)	%۸۲	۰/۱۵

مطابق اطلاعات به‌دست آمده مهمترین استراتژی تکنولوژی در بحث تغییر اولویت اول تنوع است، به طوری که با تغییر ۰/۰۱ تغییر در سهم آن اولویت اول تغییر می‌کند و در بازه وسیعی اولویت اول فرآیند و محصولات مربوط به نانوکامپوزیت‌ها می‌شود. پس از آن نوآوری در درجه دوم اهمیت و توجه قرار دارد چرا که هم بازه تغییرات وسیعی از آن (۰/۸۲) منجر به تغییر اولویت اول می‌شود و هم با تغییر اندکی (۰/۰۳) این مهم رخ می‌دهد. برای سایر استراتژی‌های تکنولوژی نیز باید اهمیت قائل شد زیرا با وجود بازه محدود تغییر، فاصله سهم پایه با بازه تغییر کم است (انعطاف ۰/۰۵، تقلید ۰/۰۷ و کارایی ۰/۱۶).

مشابه بحث قبلی در مورد اهداف رقابتی، بهینه‌سازی انتخاب‌ها، تمامی گزینه‌های تکنولوژی را باید تحت شرایط مختلف و امتیازهای متفاوت اهداف رقابتی و استراتژی‌های تکنولوژی مورد بررسی قرار داد. نتایج این بررسی در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸. سناریوهای ممکن: تغییر اولویت‌های گزینه‌های تکنولوژی با تغییر سهم استراتژی‌های تکنولوژی

استراتژی‌های تکنولوژی	بازه تغییر سهم	احتمال وقوع	PET	پارافین / پلی الفین	نانو کامپوزیت	متانول	بیوراکتور	اسید استیک
تنوع	[۰, ۰/۱۵)	٪۱۵	۳	۱	۲	۵	۶	۴
	(۰/۱۵, ۰/۵۱)	٪۳۶	۴	۲	۱	۵	۳	۶
	(۰/۵۱, ۰/۵۴)	٪۳	۴	۳	۱	۶	۲	۵
	(۰/۵۴, ۰/۵۶)	٪۲	۴	۳	۲	۶	۱	۵
	(۰/۵۶, ۰/۱۶)	٪۴	۵	۳	۲	۶	۱	۴
	(۰/۱۶, ۰/۱۶۶)	٪۶	۶	۴	۲	۵	۱	۳
	(۰/۱۶۶, ۰/۷۵)	٪۹	۶	۵	۲	۴	۱	۳
کارایی	(۰/۷۵, ۱]	٪۲۵	۵	۶	۲	۴	۱	۳
	[۰, ۰/۰۶)	٪۶	۵	۳	۱	۶	۲	۴
	(۰/۰۶, ۰/۱۸)	٪۱۲	۴	۳	۱	۶	۲	۵
	(۰/۱۸, ۰/۴۲)	٪۲۴	۴	۱	۲	۵	۳	۶
	(۰/۴۲, ۰/۵۱)	٪۹	۴	۱	۲	۵	۳	۶
	(۰/۵۱, ۰/۵۶)	٪۵	۲	۱	۳	۵	۴	۶
	(۰/۵۶, ۰/۵۸)	٪۲	۲	۱	۳	۴	۵	۶
انعطاف	(۰/۵۸, ۰/۶۷)	٪۹	۲	۱	۴	۳	۵	۶
	(۰/۶۷, ۱]	٪۳۳	۲	۱	۶	۳	۵	۴
	[۰, ۰/۱۴)	٪۱۴	۳	۲	۱	۴	۵	۶
	(۰/۱۴, ۰/۳۹)	٪۲۵	۳	۱	۲	۵	۴	۶
	(۰/۳۹, ۰/۵۲)	٪۱۳	۴	۱	۲	۵	۳	۶
	(۰/۵۲, ۰/۵۵)	٪۳	۴	۱	۳	۶	۲	۵
	(۰/۵۵, ۰/۶۱)	٪۶	۵	۱	۳	۶	۲	۴
تقلید	(۰/۶۱, ۰/۷۸)	٪۱۷	۶	۱	۲	۵	۳	۴
	(۰/۷۸, ۱]	٪۲۲	۶	۱	۳	۵	۲	۴
	[۰, ۰/۱۱)	٪۱۱	۴	۳	۱	۶	۲	۵
	(۰/۱۱, ۰/۱۷)	٪۶	۴	۱	۲	۵	۳	۶
	(۰/۱۷, ۰/۵۱)	٪۳۴	۳	۱	۲	۵	۴	۶
	(۰/۵۱, ۰/۵۶)	٪۵	۲	۱	۳	۵	۴	۶

استراتژی‌های تکنولوژی	بازه تغییر سهم	احتمال وقوع	PET	پارافین / پلی الفین	نانو کامپوزیت	متانول	بیوراکتور	اسید استیک
	(۰/۵۹, ۰/۵۶)	٪۳	۲	۱	۳	۴	۵	۶
	(۰/۵۹, ۰/۶۳)	٪۴	۲	۱	۴	۳	۵	۶
	(۰/۶۳, ۱]	٪۳۷	۲	۱	۵	۳	۶	۴
نوآوری	[۰, ۰/۱۳)	٪۱۳	۲	۱	۴	۵	۳	۶
	(۰/۱۳, ۰/۱۸)	٪۵	۳	۱	۴	۵	۲	۶
	(۰/۱۸, ۰/۲۸)	٪۱۰	۴	۲	۱	۵	۳	۶
تنوع	(۰/۲۸, ۰/۵۰)	٪۲۲	۴	۳	۱	۵	۲	۶
	(۰/۵۰, ۰/۶۳)	٪۹	۴	۳	۱	۶	۲	۵
	(۰/۶۳, ۰/۷۶)	٪۱۳	۵	۴	۱	۶	۲	۳
	(۰/۷۶, ۱]	٪۲۴	۵	۶	۱	۴	۲	۳
ترتیب اولویت اولیه گزینه‌های تکنولوژی								
			۴	۱	۲	۵	۳	۶

با توجه به اطلاعات به دست آمده تغییر سهم استراتژی‌ها بر تغییر ترتیب اولویت‌ها اثر متنوع و قابل توجه دارد و در صورت تغییر شرایط و تغییر سهم استراتژی‌ها باید اثر آن را بر ترتیب اولویت‌ها بررسی کرد. با این وجود اگر تنوع را در نظر نگیریم همچنان می‌توان بهبود و توسعه کاربردهای پلیمرهای تولیدی با استفاده از توسعه نانو کامپوزیت‌های پلیمری و بهبود، توسعه و بومی‌سازی فناوری و فرآیند تولید الفین‌ها و پارافین‌ها را به عنوان دو گزینه برتر در نظر گرفت. در هر حال باید با توجه به هر تغییری که صورت می‌گیرد اطلاعات ورودی در مدل بازنگری شده و نتایج جدید استخراج شود. استفاده از سناریوهای ترتیب اولویت گزینه‌ها با توجه به شرایط مختلف، به نوعی به مدیران و شیوه تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری آن‌ها بستگی دارد. تحلیل عمومی ارائه شد.

در ادامه به شیوه دیگر برای استخراج ترتیب اولویت بهینه در مجموع اشاره می‌شود: اگر توزیع احتمال تغییرات سهم معیارها به صورت خطی و بین ۰ و ۱ در نظر گرفته شود، می‌توان میانگین موزون (منظور از وزن در اینجا احتمال متناسب به وقوع بازه سهمی است که رتبه‌ای را به گزینه اختصاص داده است) رتبه‌های گزینه‌ها را محاسبه نمود و به یک رتبه‌بندی کلی رسید. نتیجه این محاسبات برای اهداف رقابتی در جدول ۹ آمده است. اگر میانگین موزون رتبه به دست آمده از جدول ۹ گرد گردد، با تقریب خوبی همان ترتیبی به دست می‌آید

که از سهم‌های فعلی تخصیص یافته به اهداف رقابتی توسط خبرگان حاصل می‌شد. در اینجا نیز بیشترین انحراف را داده‌های مربوط به تغییرات سهم رهبری محصول ایجاد کرده است.

جدول ۹. محاسبه میانگین موزون اولویت‌ها برای تغییرات اهداف رقابتی

گزینه‌های تکنولوژی اهداف رقابتی	PET	پارافین / پلی الفین	نانو کامپوزیت	متانول	بیوراکتور	اسید استیک
رهبری هزینه	۳/۰۹	۱/۲۱	۱/۹۹	۵	۳/۷۱	۶
رهبری بازار	۴	۱	۲/۱	۵	۳/۸	۶
رهبری محصول	۴/۱۹	۱/۹	۱/۶	۵/۵۸	۲/۵	۵/۲۳
میانگین موزون رتبه	۳/۷۶	۱/۳۷	۱/۸۹	۵/۱۹	۳/۳۳	۵/۷۴

مشابه این محاسبات برای استراتژی‌های تکنولوژی در جدول ۱۰ آمده است.

جدول ۱۰. محاسبه میانگین موزون اولویت‌ها برای تغییرات سهم استراتژی‌های تکنولوژی

گزینه‌های تکنولوژی استراتژی تکنولوژی	PET	پارافین / پلی الفین	نانو کامپوزیت	متانول	بیوراکتور	اسید استیک
تنوع	۴/۴۴	۳/۳	۱/۶۱	۴/۷۵	۲/۵	۴/۳۷
کارایی	۳/۰۸	۱/۳۶	۳/۳۹	۴/۴۲	۳/۷۵	۵/۱
انعطاف	۴/۴۵	۱/۱۴	۲/۱۷	۴/۹۵	۳/۲۲	۵/۰۷
تقلید	۲/۶۸	۱/۲۲	۳/۱۶	۴/۲۶	۴/۵۳	۵/۱۵
نوآوری	۳/۹	۳/۲۷	۱/۵	۴/۷۸	۲/۱۵	۴/۵۶
میانگین موزون رتبه	۳/۷۱	۲/۰۶	۲/۳۷	۴/۶۳	۳/۲۳	۴/۸۵

تنوع ترتیب اولویت گزینه‌ها در صورت تغییر سهم استراتژی‌های تکنولوژی، انواع تحلیل اطلاعات مربوطه را با مشکل مواجه می‌سازد. در اینجا نیز در صورت گرد کردن میانگین موزون، جایگاه‌های تکراری ایجاد می‌شود (نانو کامپوزیت و پارافین‌ها و پلی‌الفین‌ها در رتبه دوم و متانول و اسید استیک در رتبه پنجم مشترک‌اند) و رتبه یک و شش به موردی تعلق نمی‌گیرد. اما اگر رتبه‌بندی بر اساس مقدار میانگین موزون باشد، ترتیب اولویت‌ها مشابه رتبه‌بندی بر اساس سهم معیارهای کنونی است.

#### ۴. نتیجه‌گیری

در این پژوهش مدلی که برای برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی پیشنهاد شده بود، معرفی و اصلاح شد و در صنعت پتروشیمی ایران مورد استفاده قرار گرفت. به دلیل نارسایی اکتفای صرف به روابط یک طرفه و فاصله آن با واقعیت، برای کاهش این فاصله در این پژوهش از ارزیابی شبکه‌ای تکنولوژی استفاده شد و به این ترتیب مدل اولیه مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اصلاح گردید. استفاده از این روش، تعریف روابط دوجانبه بین سطوح را ممکن ساخت و اطلاعاتی قابل اتکاتر نسبت به روش قبلی مهیا کرد. بهره‌گیری از این مدل به همراه این روش به سازمان‌ها کمک می‌کند تکنولوژی‌هایی که بیشترین نقش را در تحقق هدف نهایی و رسالت آن‌ها می‌توانند ایفا کنند، شناسایی کرده و بسته به میزان منابع در دسترس روی آن‌ها سرمایه‌گذاری نماید. کارکرد مهم دیگر فراهم شده توسط این مدل، امکان به‌کارگیری تحلیل حساسیت جهت ارزیابی پایداری ترتیب اولویت هر گزینه تکنولوژی در شرایط متغیر محیطی و تکنولوژیکی، روابط بین آن‌ها و سناریوهای ممکن است. علاوه بر این معیارهای بحرانی در فرآیند تصمیم‌گیری مشخص می‌شوند و چگونگی اثرگذاری تغییرات احتمالی و نحوه پاسخ دهی به آن‌ها را پیش‌بینی و به تعمیم بینش مدیران کمک می‌کند و شرایطی که طی آن اولویت‌بندی فعلی گزینه‌های ثابت می‌ماند، جهت تسهیل بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری تکنولوژی توسط سازمان در محیط ناپایدار و به‌شدت متغیر کسب و کار، شناسایی می‌شود.

در این پژوهش مدل مذکور در صنعت پتروشیمی ایران به‌عنوان صنعت استراتژیک که در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری کلانی در آن صورت گرفته است، پیاده شد. با توجه به اهداف توسعه‌ای که برای این صنعت در نظر گرفته شده است از جمله پشت سر گذاشتن شرکت سایبک عربستان و اول‌شدن ایران در تولید محصولات پتروشیمی در منطقه در افق ۱۴۰۴ و همچنین سهم بالای این صنعت در صادرات غیر نفتی و بهبود تراز تجاری ایران، یکی از ابعاد بسیار مهمی که در این صنعت باید مورد توجه قرار گیرد، تکنولوژی و مدیریت آن است. یکی از اهداف این پژوهش برداشتن گامی در این جهت بود.

## منابع

۱. اعرابی، سیدمحمد و منتی، حسین، (۱۳۸۹)، استراتژی تکنولوژی، چاپ اول، نشر مهکامه
۲. مومنی، منصور و شریفی سلیم، علیرضا، (۱۳۹۰)، مدل‌ها و نرم افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، چاپ اول، مولفین
3. Beer M, Voelpel, S.C, Leibold, M, and Tekie, E.B. (2005). Strategic Management as Organizational Learning Developing Fit and Alignment through a Disciplined Process , Long Range Planning, 38(5), 445-465.
4. Carlucci, D, Schiuma, G. (2008). Applying the analytic network process to disclose knowledge assets value, creation dynamics, Expert Systems with Applications, 36(4), 7687-7694.
5. Chen, H, Kocaoglu D. F. (2008), A sensitivity analysis algorithm for hierarchical decision models, European Journal of Operational Research 185(1), 266–288
6. Chen, H.Y, Ho, J.C. and Kocaoglu, D.F. (2009). A strategic technology planning framework:a case of Taiwan’s semiconductor foundry industry, IEEE Transactions on Engineering Management, 56 (1), 4-15.
7. Cheng, E, Li, H. (2007). Application of ANP in process models: an example of strategic partnering, Building and Environment, 42 (1), 278–287.
8. Chiaromonte, F. (2003). From R&D management to strategic technology management: evolution and perspectives, International Journal of Technology Management, 25 (6-7), 538-552.
9. Drejer, A. (2002). Towards a model for contingency of management of technology”, Technovation, 22 (6), 363-70.
10. Sonmez, E, Kekre, S, Scheller-Wolf, A, & Secomandi, N. (2013). Strategic analysis of technology and capacity investments in the liquefied natural gas industry, European Journal of Operational Research, 226(1), 100-114.





11. Farrukh, C, Phaa, R.I, and Probert, D. (2003), Technology roadmapping: Linking technology resources into business planning, *Int. J. Technol. Manag*, 26 (1), 2–19.
12. Fenn, J, Linden, A. & Fairchok S. (2003). *Strategic Technology Planning: Picking the Winners*. Gartner Res.
13. Frohman, A. L. (1985). Putting Technology into Strategic Planning, *California Mgmt. Review*, 27(2), 48-59.
14. Raymond, H. A. (2010). Technology value as a dynamic strategic framework”, *European Business Review*, 22 (5), 556-571.
15. Ho J. C. (2004). Strategic evaluation of emerging technologies in the semiconductor foundry industry (special case: Taiwan semiconductor foundry industry in Taiwan) (Doctoral dissertation, Portland state university).
16. Hyunseok, P, Kwangsoo, K, Sungchul, C, Janghyeok, Y. (2013). A patent intelligence system for strategic technology planning, *Expert Systems with Applications*, 40(7), 2373-2390.
17. Wang, J, C.-Y. Wang, C.Y, & Wu, C.Y. (2015). A real options framework for R&D planning in technology-based firms, *Journal of Engineering and Technology Management*, 35, 93-114.
18. Kirytopoulos, K, Leopoulos, V, & Voulgaridou, D. (2008). Supplier selection in pharmaceutical industry: An analytic network process approach, *Benchmarking: An International Journal*, 15(4), 494-516.
19. Kurokawa S, Pelc, K.I. and Fujisue, K.(2005). Strategic management of technology in Japanese firms: literature review, *International Journal of Technology Management*, 30(3-4), 223.
20. Lee, H, Lee, S, & Park, Y. (2009). Selection of technology acquisition mode using the analytic network process, *Mathematical and Computer Modeling*, 49, 1274-1282.

21. Liwarcin, O, & Soyak, B. (2006). A new approach for the diagnosis of strategic problems in technology management, PICMET, Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, Istanbul, Turkey, July, 8-13.
22. Luburic, N. (2011). Competitiveness Criteria And Possible Recovery Strategies For Petrochemical Business, Business Intelligence Journal - January, 4 (1).
23. Markus, L, Jacob, S. (2017). Strategic technology adoption and hedging under incomplete markets, Journal of Banking & Finance, 81, 181-199.
24. Matthews W. H. (1992), Conceptual framework for integrating technology into business strategy, Int. J. Veh. Des. 13(5-6), 524-532.
25. Phaal, R, Farrukh, C, J, & Probert, D. R. (2004). Technology roadmapping- A planning framework for evolution and revolution, Technological Forecasting & Social Change, 71(1-2), 5-26
26. Porter, M. E, (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 43, 214.
27. Porter, M. E, (1996). What is strategy?, Harv.Bus.Rev, 74(6), 61-78.
28. Rauno R, (2014). Mapping the perspectives of cooptation and technology-based strategic networks: A case of smartphones, Industrial Marketing Management, Volume 43, Issue 5, Pages 801-812.
29. Saaty, T. L. (2001). Decision Making with Dependence and Feedback: Analytic Network Process.
30. Saaty T. L. (2004). Fundamentals of the analytic network process— Dependence and feedback in decision-making with a single network, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13(2), 129-157.
31. Santiago, L. P, Bifano, T. G. (2005). Management of R&D projects under uncertainty: A multidimensional approach to managerial flexibility, IEEE Trans. Eng. Manag, 52(2), 269-280.



32. Shengbin H, Michael S. (2016). Technology-driven strategy and firm performance: Are strategic capabilities missing links?, *Journal of Business Research*, 69(2), 751-759.
33. Triantaphyllou E, Sanchez A, (1997). A sensitivity analysis approach for some deterministic multi-criteria decision making methods. *Decision Science*, 28(1), 151-194.
34. Wu, W. W, Ling, D. P, Yu, B, & Yang, Y. (2010). Strategic planning for management of technology of China's high technology enterprises, *Journal of Technology Management in China*, 5(1), 6-25.
35. Whalen P, J. (2007). Strategic and technology planning on a roadmapping foundation. *Research-Technology Management*, 50(3), 40-51.
36. Wu W.W, Liang, D.P. and Yu, B. (2009). Study on the action mode of enterprise's technology management in condition of uncertainty, *Science of Science and Management of S&T*, 30, 133-8.
37. Yu, X, & Zhang, B. (2017). Obtaining advantages from technology revolution: A patent roadmap for competition analysis and strategy planning, *Technological Forecasting and Social Change*.
38. Yonghee C, Seong-Pil Y, Karp-Soo K, (2016). An industrial technology roadmap for supporting public R&D planning, *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 1-12.
39. Zahra S.A. & Bogner W.C. (1999). Technology Strategy and Software New Ventures' Performance: Exploring the Moderating Effect of the Competitive Environment, *Journal of Business Venturing*, 15(2): 135-173.