



## Selection of Technology Acquisition Mode for Ethylene Using AHP Method

N. Mirzaii & P. Mohammadi\*

Nima Mirzaii, MS IT engineering

Parastoo Mohammadi, Assistant Professor in Tarbiat Modares University, p.mohammadi@modares.ac.ir

### Keywords

AHP method,  
Ethylene,  
Technology transfer

### ABSTRACT

*With possessing third and second positions in oil and gas respectively (EIA, 2010), Iran is considered one of the richest countries in the world. One of the most important and most valuable derivatives on gas, is ethane which is obtained with cracker processing method the valuable product, ethylene. Due to constant updated petrochemical industry, the making decision for the technology acquisition is very important.*

*The purpose of this paper is to determine the most suitable mode of technology transfer in the frame work of AHP using the expertise of highly professional staff. According to the terms of Iran's petrochemical industry, eight strategies for the technology acquisition have been identified Included: research consortium, outsourcing, partnership, joint venture, buying technology, acquisition of the firm providing the technology, R & D and reverse engineering. Ultimately the research and development mode was identified as the most appropriate strategy for technology transfer of ethylene in Iran..*

© 2013 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 24, No. 2, All Rights Reserved

\* **Corresponding author. Parastoo Mohammadi**  
Email: p.mohammadi@modares.ac.ir

## تعیین راهبرد انتقال فناوری اتیلن با استفاده از روش AHP

نیما میرزایی و پرستو محمدی\*

### کلمات کلیدی

انتقال فناوری ،  
اتیلن،  
روش تصمیم گیری AHP

### چکیده:

کشور ایران با دارا بودن جایگاه سوم و دوم جهانی در زمینه ذخائر نفت و گاز (EIA, 2010) یکی از ثروتمند ترین کشورهای دنیا محسوب می شود. یکی از مهمترین و با ارزش ترین مشتقات گازی ، اتان می باشد که با انجام فرایند کراکر بر روی آن ، محصول با ارزش بسیار بالای اتیلن تولید می شود. اتیلن خوراک واحدهای پتروشیمی پلیمری است که محصولاتی با ارزش افزوده بالاتر همچون انواع فیلم ها، لوله ، مواد پلاستیکی و ... را تولید می کنند، که این محصولات علاوه بر ایجاد منافع مالی برای کشور ، به دلیل نوع کاربردشان و وابستگی صنایع مختلف به آنها، دارای اهمیت راهبردی می باشند. به دلیل به روز بودن صنعت پتروشیمی و نیاز به دانش احداث آن ، تصمیم گیری درباره نحوه دستیابی به این دانش و فناوری، برای شرکت های متولی توسعه این صنعت دارای اهمیت به سزایی است . در این مقاله هدف تعیین مناسبترین راهبرد انتقال فناوری در قالب مدل تصمیم گیری AHP و با استفاده از دانش خبرگان صنعت پتروشیمی بالاخص افراد با تجربه در حوزه اتیلن می باشد. در این مسئله ۸ راهبرد ممکن انتقال فناوری اتیلن با توجه به شرایط صنعت پتروشیمی در ایران شناسایی گردیدند که عبارت بودند از: کنسرسیوم تحقیقاتی، برون سپاری فناوری، همکاری مشترک، سرمایه گذاری مشترک ، خرید فناوری، خرید سازمان ارائه کننده فناوری، تحقیق و توسعه و مهندسی معکوس، که در نهایت روش تحقیق و توسعه به عنوان مناسبترین راهبرد انتقال فناوری اتیلن شناسایی گردید.

### ۱. مقدمه

ایران دارای ذخایر متعدد گاز طبیعی می باشد که یکی از روشهای مهم استفاده از گاز طبیعی، جداسازی و تفکیک هیدروکربن های آن از جمله اتان می باشد. اتان به عنوان خوراک اصلی واحدهای الفینی در تولید اتیلن (به عنوان سرشاخه اصلی بخش عظیمی از فرآوردهای پتروشیمی) کاربرد دارد. با توجه به وجود پتانسیل فراوان جهت احداث واحدهای الفینی و همچنین ظرفیت های متعدد تعریف شده برای احداث واحدهای اتیلنی در طول سال های آتی، این محصول به عنوان یک مورد خاص و پر اهمیت از فناوری صنعت پتروشیمی ایران که نحوه دستیابی به فناوری آن

نیز دارای مسائل و پیچیدگی های خاص خود می باشد، موضوع اصلی این تحقیق می باشد.

این مقاله سعی دارد با استفاده از روش AHP و مرور منابع متعدد داخلی و خارجی مرتبط با موضوع انتقال فناوری یک ساختار تصمیم گیری مناسب را شکل دهد تا با استفاده از آن و بکارگیری دانش خبرگان صنعت و بالاخص متخصصین حوزه اتیلن، مناسبترین روش انتقال فناوری اتیلن را شناسایی نماید. این مطالعه از این حیث که با بررسی طیف وسیعی از منابع مرتبط، یک ساختار تصمیم گیری خاص برای صنعت پتروشیمی ایران و حوزه اتیلن استخراج می نماید، حائز اهمیت است. سئوالات اصلی تحقیق عبارتند از:

- روش های ممکن برای انتقال فناوری اتیلن با توجه به شرایط این صنعت در ایران کدامند؟
- معیارهای تصمیم گیری و ساختار آن به چه شکل می باشد؟

تاریخ وصول: ۹۰/۷/۱۶

تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۱۳

نیما میرزایی، کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات

\*نویسنده مسئول مقاله: دکتر پرستو محمدی، عضو هیات علمی دانشگاه

ترتیب مدرس، p.mohammadi@modares.ac.ir

- مناسب ترین راهبرد انتقال فناوری اتیلن کدام است؟

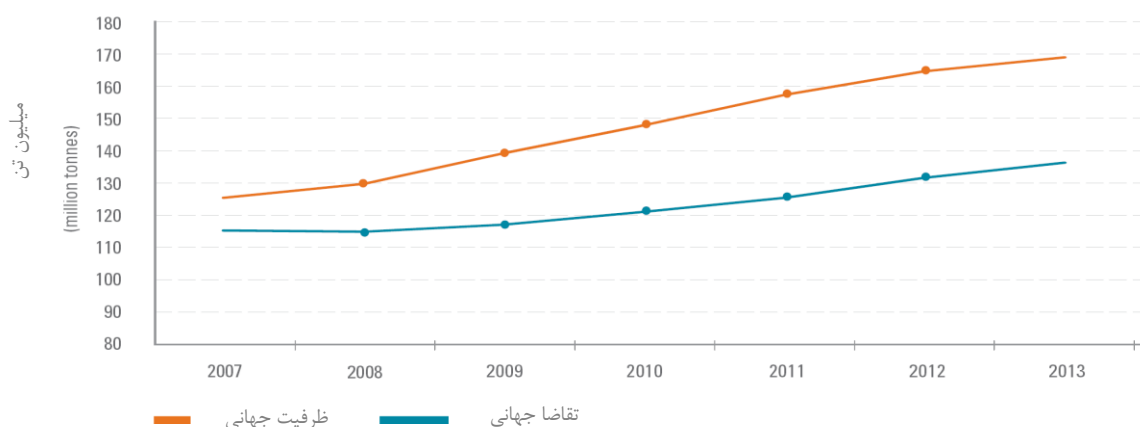
## ۲. اهمیت اتیلن

اتیلن برای اولین بار توسط چند شیمیدان آلمانی در سال ۱۷۹۵ میلادی، تحت نام گاز الفینی تولید شد و مورد کاربرد اولیه آن نیز ترکیب با کلر و تولید روغن آلمانی یا دی کلرواتان بود. در قرن نوزدهم اتیلن که به آن، دختر اتیل می‌گفتند، در حجم بیشتری تولید شد.

در سال ۱۸۶۶ میلادی، شیمیدان آلمانی «گوست هافمن» چند نوع الفین را از آلکان‌های مشابه تولید نمود. اتیلن کاربرد های

متنوعی در صنعت و همچنین در علوم زیست شناسی دارد (Wang K, et al., 2002).

در صنعت زنجیره محصولات پائین‌دستی، اتیلن به کلیه مواد شیمیایی اطلاق می‌گردد که مستقیماً و یا با واسطه از اتیلن تولید می‌گردد. اتیلن در تولید طیف وسیعی از محصولات میان دستی و پائین دستی صنعت پتروشیمی نقش دارد. در نمودار شماره ۱ وضعیت پیش بینی عرضه و تقاضای اتیلن و مشتقات آن در سطح جهانی، تا سال ۲۰۱۲ نمایش داده شده است، که به دنبال افزایش نیاز بازار، توسعه ظرفیت های بسیاری پیش بینی شده و یا در حال اجرا می‌باشند.



نمودار ۱. پیش بینی عرضه و تقاضای اتیلن، تا سال ۲۰۱۲

خارجی و یا خرید، می‌باشد. فناوری اتیلن به معنی بکارگیری دانش طراحی فرایند ها و دستگاه ها برای تولید اتیلن از خوراک های هیدروکربوری (نفت، اتان و...) می‌باشد. نتیجه دانش فوق از طریق تاسیسات نرم افزاری منجر به احداث یک کارخانه (که شامل امور لجستیک ورودی و خروجی و فرایند های تولید می‌باشد) می‌شود. بخش های اصلی کاربرد این دانش شامل طراحی بخش های عملیاتی واحد، تعادل مواد و دما، پلات پلن و جانمایی واحد و دینامیک و هیدرولیک فرایندی می‌باشد (Kolmetz, k, et al., 2005). در این قسمت که حاصل مطالعه ۳۶ عنوان مقاله و ۲ کتاب در زمینه روش های انتقال فناوری و موارد مرتبط با آن است، ابتدا به معرفی روش های مختلف انتقال فناوری با ذکر منابع مربوط به هریک از آن ها در جدول شماره ۱، پرداخته، سپس با مقایسه تطبیقی روش های جمع آوری شده با شرایط مورد مطالعه، روش های ممکن جهت انتقال فناوری اتیلن در صنعت پتروشیمی ایران شناسایی و به عنوان گزینه در مدل AHP به کار گرفته می‌شوند.

همانطور که اطلاعات مربوط به رشد تولید و مصرف اتیلن در سراسر دنیا و همچنین طیف گسترده کاربردی این محصول نشان می‌دهد، صنعت تولید اتیلن به شدت در حال افزایش ظرفیت می‌باشد. این مساله، اهمیت تمرکز بر روی جهت دهی سرمایه گذاری در این صنعت و به تبع آن، تصمیم گیری درباره نحوه انتقال فناوری آن را نشان می‌دهد.

## ۳. روش های انتقال فناوری اتیلن

پیش از معرفی روش های انتقال فناوری اتیلن لازم است با مفهوم انتقال فناوری آشنا شویم. فناوری، دانش انعکاس یافته در یک اختراع، یک طرح صنعتی یا دانش فنی در قالب اسناد و یا در مهارت و تجربه کارشناسان برای طراحی، استقرار، عملیات و نگهداری یک کارخانه و یا تجهیزات و یا برای مدیریت یک شرکت صنعتی و فعالیت های آنهاست.

طبق تعریف چپسا (2001) انتقال فناوری به معنی اکتساب فناوری از طریق تحقیق و توسعه داخلی، همکاری با سازمان های

## جدول ۱. روش های مختلف انتقال فناوری

منابع	روش انتقال فناوری
Nakamura K , Odagiri H (2005)Lopez R,et al (1994)Kamala G, Swamy K (1985)Dill D (1990)Gerhard D, Voigt K (2009)Hemmert M (2004)Gerhard D, Voigt K (2009)	۱ کنسرسیوم دانشگاه-صنعت
Tsang E (1997)Kurokawa S (1997) Ford D(1988)Cho D, P (2000)Lambe J, Spekman R (1997)Tao Y, Liu J (2008)Hung S,Tang R (2007)Dodgson M (1990) Blodgett L (1992 )Gomes B (1990) Moon C (1998)Yoshikawa T (2003)	۲ برون سپاری فناوری (انستیتو و مراکز تحقیقاتی)
Ford D(1988)Hung S,Tang R (2007) Contractor F( 1980 ) Blodgett L (1992 )Gomes B (1990 )Moon C (1998) Tsang E (1997)Kurokawa S (1997)Yoshikawa T (2003)	۳ همکاری مشترک
Killing P (1980)Steensma H, Fairbank J (1999)Gerhard D, Voigt K (2009) Ford D(1988)Hung S,Tang R (2007)Contractor F( 1980 ) Blodgett L (1992 )Gomes B (1990 ) Moon C (1998)Tsang E (1997 ) Kurokawa S (1997 ) Yoshikawa T (2003)Hemmert M (2004)	۴ سرمایه گذاری مشترک
Chiesa V, Manzini R (2000)Killing P (1980)Steensma H, Fairbank J 1999)Gerhard D, Voigt K (2009)	۵ اخذ لیسانس
Ford D(1988)Chao D, Yu P (2000)Hemmert M (2004)Tsai , Wang (2008)Koc T , Ceylan C (2007)Tao Y, Liu J (2008)Tidd J , Trewalla M (1997)ames A, Barker K (1998)Pisano G (1990)Steensma H, Fairbank J (1999)	۶ خرید فناوری
Wolftrum B (1994)Roberts E, Berry C (1985)Gerhard D, Voigt K (2009)	۷ خرید سازمان ارائه کننده فناوری
Parthasarathi A (2004)Kondo M (2001)K. Bezanson (1999)	۸ کلید در دست
Ford D(1988)Cho D, Yu P (2000)Sen and Rubenstein (1990)Hemmert M (2004)Kurokawa S(1997),Jones ,et al (2001),Koc T , Ceylan C (2007)Tao Y, Liu J (2008)Von Hippel E (1989)Pisano G (1990)	۹ تحقیق و توسعه (درخانه)
Mohaghar A , et al (2010)	۱۰ مهندسی معکوس (کپی کاری)

در نهایت، ۸ روش به عنوان روش های قابل استفاده برای انتقال فناوری اتیلن در ایران عبارتند از:

۱. کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)
۲. برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)
۳. همکاری مشترک
۴. سرمایه گذاری مشترک
۵. خرید فناوری
۶. خرید سازمان ارائه کننده فناوری
۷. تحقیق و توسعه
۸. مهندسی معکوس

## ۴. روش های مختلف تصمیم گیری و تبیین استفاده از

## روش AHP

با توجه به اینکه مسئله مورد نظر تحقیق چندین معیار تصمیم گیری گسسته دارد و به بررسی همزمان معیار های کمی و کیفی نیاز دارد، می توان از یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره استفاده نمود.

انواع روش های تصمیم گیری چند معیاره که امکان محاسبه معیارهای کیفی را نیز داشته با شند عبارتند از: <sup>۱</sup>SAW،

از میان گزینه های ۱۰ گانه ارائه شده در جدول ۱ تنها ۸ مورد آن با شرایط بومی، حاکمیتی، تکنولوژیکی مورد مطالعه کشور ما سازگاری دارد و ۲ روش اخذ لیسانس و قرارداد کلید در دست امکان اجرایی شدن ندارد.

بنابراین، از لیست گزینه های پیش روی انتقال فناوری اتیلن در ایران حذف می شود. در رابطه با روش کلید در دست در زمینه صنعت پتروشیمی غالباً پیمانکاری پروژه های کلید در دست بصورت کنسرسیوم می باشد به طوری که همواره یک طرف کنسرسیوم شرکت های توانمند خارجی (تکنیپ، بازل و...) بوده اند.

در حال حاضر با توجه به شرایط تحریم های اعمال شده در برابر ایران و عدم تمایل شرکت های مطرح بین المللی به حضور مستقیم در برخی از پروژه های نفت، گاز و پتروشیمی کشور، این روش عملاً برای شرکت های داخلی مربوطه به سختی امکان پذیر است.

درباره روش اخذ لیسانس، با توجه به گذشت حدود ۵۰ سال از تجاری سازی فناوری اتیلن و از دست رفتن پیچیدگی های این حوزه، لیسانس اتیلن کاربرد ندارد و حقوق معنوی آن در مالکیت هیچ شرکتی نیست. بنابراین اخذ لیسانس در این حوزه از صنعت پتروشیمی بی معنی و غیر کاربردی است.

<sup>1</sup> Simple Additives Weighting

از آن جا که روش های SAW, ELECTRE و TOPSIS به ماتریس تصمیم نیاز دارند و با توجه به اینکه چنین ماتریسی برای مورد این تحقیق وجود ندارد، لذا امکان استفاده از این روش ها در مطالعه حاضر وجود ندارد. از طرفی روش AHP با توجه به استفاده از مقایسه زوجی به تعیین وزن معیارها و گزینه ها می پردازد و نیازی به ماتریس تصمیم ندارد.

روش AHP می تواند به تصمیم گیرندگان کمک کند تا جنبه های بحرانی یک مسأله را در یک ساختار سلسله مراتبی به شکل یک درخت در نظر گرفته و بدین ترتیب فرآیند تصمیم گیری را ساده تر نمایند.

عموماً تصمیم گیرندگان، مقایسات زوجی گزینه ها را ترجیح می دهند که این امر در AHP فراهم شده و به آنها اجازه می دهد تا وزن های معیار و امتیازات گزینه ها را از ماتریس های مقایسه ای به جای سنجش مستقیم وزن ها و امتیازات، بدست آورند (Bevilacqua, M, Braglia, M, 2000).

همچنین مدل تحلیل سلسله مراتبی، مدلی انعطاف پذیر است که افراد و گروه ها به وسیله آن ایده هایشان را شکل داده، مسائل را به وسیله ارائه فرضیه های مناسب تعریف کرده، جواب مطلوب خود را بدست می آورند. به نظر آذر (۱۳۸۱)، AHP قضاوت ها و ارزش های شخصی را با یک رویکرد منطقی به هم مرتبط می کند. این فرایند با استفاده از تصور، دانش و تجربه افراد، ساختار سلسله مراتبی را شکل داده و با استفاده از تجربه و منطق، قضاوت های مطلوب را موجب می شوند.

این روش در بهبود قضاوت ها، قابل تکرار و به صورت مستمر و پیش رونده است. این روش به تصمیم گیرندگان امکان می دهد تا اجزاء سلسله مراتب را مورد بازبینی قرار داده و در قضاوت هایشان بهبود ایجاد نمایند. هر تکرار AHP شبیه به مراحل فرضیه سازی و آزمایش فرضیه است. تصحیح فرضیه ها در یک سیستم موجب درک بهتر از آن می شود. این روش چارچوبی برای مشارکت گروهی افراد در تصمیم گیری و حل مسائل ایجاد می کند و با مشارکت و مذاکره با افراد می توان برای واقعیات تصمیم گیری، ساختار سلسله مراتبی مشخص تعریف نمود. این مشارکت گروهی سبب افزایش اعتبار نتایج می شود. گرچه اجرای آن به دلیل تنوع ایده ها و نظرات کار دشواری است. ایده های هر شخصی چه شهودی باشد و چه عملی می تواند در AHP به کار گرفته شود.

ساختار تصمیم گیری مسئله تحقیق در این مطالعه، متشکل از یک هدف، چند گزینه و در نهایت چند معیار که قابلیت خرد شدن به سطوح پائین تر را دارند، است.

بنابراین با توجه به الزامات و فضای سلسله مراتبی اجزای مطالعه و مزیت های مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش AHP برای استفاده در این تحقیق مناسب شناخته شد.

(Simanaviciene R, AHP و ELECTRE<sup>۲</sup>, TOPSIS<sup>۱</sup>, Ustinovichius L, 2010).

روش SAW ساده ترین مدل تصمیم گیری از بین روش های MCDM می باشد که در برخی متون به آن روش مجموع وزنی نیز می گویند (Hwang C, Yoon K, 1981). اصل پایه ای در این روش محاسبه مجموع امتیازات کسب شده ضربدر اوزان تمامی معیارها به ازای هر یک از گزینه ها می باشد (Chen S, Hwang C, 1992). در بین روش های MCDM، شبیه ترین روش به SAW، روش AHP و روش ELECTRE متضادترین روش می باشد.

روش ELECTRE در اواخر دهه ۸۰ میلادی معرفی گردید و به عنوان یکی از روش های موفق MCDM به کار گرفته شد. اساساً این مدل به رتبه بندی گزینه ها منتهی نمی شود و ممکن است برخی گزینه ها حذف گردند (مومنی، ۱۳۸۵). کاربرد این روش بر مبنای مفهوم غیر رتبه ای است. ایده اساسی این روش بر مبنای مقایسه زوجی گزینه ها به ازای هر یک از معیارها می باشد.

روش TOPSIS را در سال ۱۹۸۱ «هوانگ» و «یون» ارائه کردند. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که هر گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با جواب ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را با جواب ایده آل منفی داشته باشد (Ertugrul I, Karakasoglu N, 2007). به عبارت دیگر، در این روش میزان فاصله هر گزینه با جواب ایده آل مثبت و منفی سنجیده می شود که به آن شاخص نزدیکی می گویند و در مرحله بعد گزینه ها بر حسب امتیاز کسب شده توسط شاخص نزدیکی خود رتبه بندی می شوند و همان اولویت های مسئله را تشکیل می دهند. در واقع در روش TOPSIS بزرگترین شاخص بیشترین مطلوبیت را برای تصمیم گیرنده دارد (Yoon K, Hwang C, 1995).

روش AHP یکی از روش های بسیار پرکاربرد برای شرایطی است که رتبه بندی و انتخاب از بین گزینه های موجود با توجه به معیارهای کمی و کیفی شناسائی شده برای مسئله، لازم باشد. مدل سازی براساس روش AHP مبتنی بر درخت سلسله مراتبی است که بیانگر مسئله تحت بررسی است. سطح یک آن، هدف، سطح آخر آن، گزینه های رقیب و سطوح میانی معیارهای تصمیم گیری می باشد. AHP رویکردی است که در آن مسئله به یک ساختار سلسله مراتبی متشکل از معیارهای تصمیم گیری تجزیه می شود، که در آن وابستگی معنا داری بین زیر معیارها وجود ندارد (Lee, H & Lee, S & Park, Y, 2008).

<sup>1</sup> Elimination and Choice Translating Reality

<sup>2</sup> Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

### مراحل روش AHP

روش AHP بصورت عمومی دارای ۳ مرحله زیر می باشد که در ادامه به تشریح هر یک از این مراحل می پردازیم:

- ایجاد سلسله مراتب;
- مقایسه زوجی معیارها، زیر معیارها و گزینه ها;
- تعیین اولویت ها (Saaty, 1996).

در این تحقیق از روش AHP گروهی به منظور تحلیل داده دانش ۸ تن از خیرگان حوزه اتیلن استفاده شده است. بنابراین یک گام به ۳ گام ارائه شده اضافه می شود که آن عبارت است از تلفیق نظرات از طریق محاسبه میانگین هندسی.

لازم بذکر است که این گام پیش از مرحله تعیین اولویت ها و پس از گام مقایسه زوجی، انجام می گیرد (طواری و دیگران، ۱۳۸۷). در ادامه به منظور تبیین ساختار سلسله مراتبی برای مورد مطالعه، به معرفی معیارها و زیر معیارهای تصمیم گیری به عنوان عوامل تاثیر گذار بر فضای تصمیم گیری، می پردازیم.

### ۵. معیارهای تصمیم گیری

شناخت درست فضای تصمیم گیری، نقش کلیدی در دقت و صحت نتایج بدست آمده از تصمیم گیری دارد. بنابراین به منظور افزایش ضریب اطمینان نتایج حاصل تلاش گردید با مطالعه ۲۹

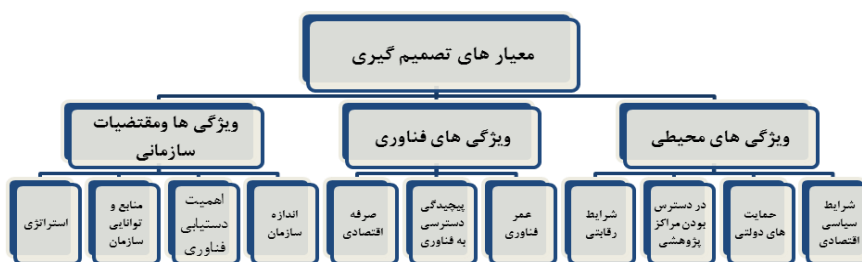
تحقیق و مقاله، مهمترین معیارها و زیر معیارها که عوامل کلیدی تاثیر گذار بر روی موضوع انتقال فناوری اتیلن را پوشش می دهند انتخاب و دسته بندی شوند. استفاده از روش مرور منابع، به منظور تعیین معیارها و زیر معیارهای تصمیم گیری در زمینه انتقال فناوری در تحقیقات بسیاری کاربرد داشته است (Lin, YH, et al, 2008; Hung S, Tang R, 2007; Lee, H et al, 2008; Mohaghar A. et al, 2010)

به منظور ساختار دهی و دسته بندی زیر معیارهای شناسائی شده، با استفاده از دسته بندی های ارائه شده توسط مطالعات انجام گرفته (Hung S, Tang R, 2007; Poon P, MacPherson A, 2005; Mohaghar A. et al, 2010; Teece, D, Pisano G, Shuen A, 1997; Kurokawa S, 1997)، که نقاط مشترک بیشتری در زمینه محیط تصمیم گیری و صورت مسئله با این تحقیق داشتند ساختار مورد نظر شکل گرفت و کلیه زیر معیارها در قالب ۳ معیار "ویژگی ها و مقتضیات سازمان"، "ویژگی های فناوری" و "ویژگی های محیطی" دسته بندی شدند.

نمودار شماره ۲ ساختار سلسله مراتبی عوامل تاثیر گذار بر روی مورد مسئله تحقیق را نشان می دهد. همچنین در جدول شماره ۲ مراجع هر یک از عوامل شناسائی شده مؤثر بر موضوع انتقال فناوری تولید اتیلن نمایش داده شده است.

جدول شماره ۲. معیارها و زیر معیارهای تاثیر گذار بر روی انتخاب روش انتقال فناوری

معیار	زیر معیارها	منابع
	منابع و توانایی سازمان	(Peng X et al, 2007)(Kurokawa S, 1997)(Tao Y, Liu J, 2008)(Jones G et al, 2000)(Veugelers R, 1997)(Kiyota K, Okazaki T, 2005)(Barney, 1991)(Stock G, Tatikonda M, 2004)(Teece D, 1987)
ویژگیها و مقتضیات سازمان	اندازه سازمان اهمیت فناوری	(Montalvo, J.G., Yafeh, Y., 1994)(Poon P, MacPherson A, 2005)(Acs, Z.J., Audretsch, D.B., 1988) (Hung, Tung, 2007)
ویژگیهای فناوری	راهبردها و شرح وظایف سازمان عمر فناوری پیچیدگی دستیابی فناوری	(Gerhard D, Voigt K, 2009)(Zahra S, et al, 1994)(Kerin, R, 1992)(Ford D, 1988)(Cantwell and Odile 1999) (Poon P, MacPherson A, 2005)(Edosomwan J, 1989)(Kurokawa S, 1997)(Cooper A, Schendel D, 1976)(Jonash R, 1996)(Abetti P, 1982) (Laura Cifiez, David Probert, 2000)
ویژگیهای محیطی	صرفه اقتصادی فضای رقابتی حمایت های دولتی دردسترس بودن مراکز پژوهشی شرایط سیاسی-اقتصادی	(Kurokawa S, 1997)(Hubler M, 1966)(Sen F, 1990) (Hayes et al, 1988)(Pisano G, 1990)(Abetti P, 1982) (Teece D, 1987)(Hamel, et al, 1989) (Teece D, et al, 1997) Mohaghar A, et al (2010)



نمودار ۲. معیارها و زیر معیارهای شناسائی شده

۲. مقایسه زوجی معیارها، زیر معیارها و گزینهها
۳. تلفیق نظرات خبرگان
۴. تعیین اولویتها

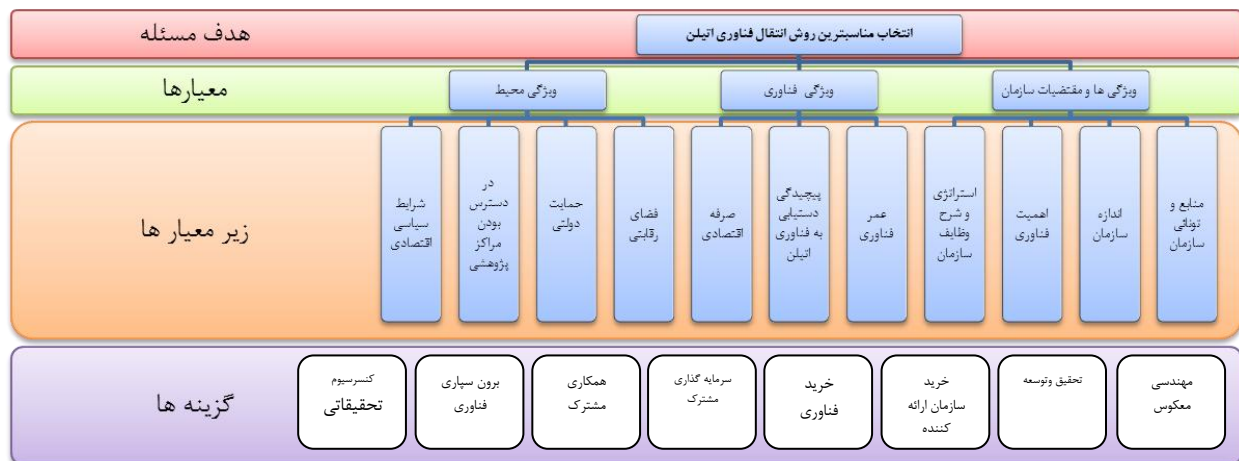
### گام اول. ایجاد سلسله مراتب

با مطالعه منابع مرتبط ساختار سلسله مراتبی مسئله را طبق نمودار شماره ۳ تشکیل می‌دهیم:

### بکارگیری مدل AHP

در این قسمت پس از تشریح مراحل روش AHP، مروری اجمالی بر اطلاعات گردآوری شده خواهیم داشت و نتایج نظرات جمع آوری شده و تحلیل داده‌ها را نمایش می‌دهیم. همانطور که پیشتر بدان اشاره گردید، مراحل حل مسئله از طریق روش AHP گروهی ۴ گام دارد که عبارتند از:

۱. ایجاد سلسله مراتب



### نمودار ۳. ساختار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری برای "راهبرد انتقال فناوری اتیلن"

**مرحله اول - خبرگان معیارهای اصلی تصمیم‌گیری را بصورت زوجی مقایسه می‌نمایند و بر حسب اولویت نسبی آنها یک عدد بین ۱ تا ۹ به آنها می‌دهند.**

**مرحله دوم - خبرگان مطلوبیت نسبی هر یک از زیر معیارهای معیارهای اصلی را به تفکیک آن معیار و با توجه به آن معیار، با هم مقایسه زوجی می‌نمایند (مشابه گام ۱).**

**مرحله سوم - خبرگان مطلوبیت نسبی هر یک از حالت‌ها (راهبرد) را با توجه به هر یک از زیر معیارها به صورت جدا جدا محاسبه می‌کنند.**

### گام دوم. مقایسه زوجی اجزا

با توجه به ساختار سلسله مراتبی ایجاد شده، پرسشنامه‌های مورد نیاز جهت جمع آوری نظرات خبرگان طراحی شدند و با نظر ۸ تن از خبرگان صنعت پتروشیمی و حوزه اتیلن تکمیل شدند. به منظور انتخاب خبرگان، تلاش گردید تا افرادی که دارای تجربه کافی در زمینه تولید اتیلن و همچنین تصمیم‌گیری در رابطه با انتقال فناوری آن می‌باشند انتخاب شوند<sup>۱</sup>. نحوه تکمیل این پرسشنامه‌ها و جمع آوری نظرات خبرگان بدین شرح می‌باشد:

### گام سوم. تلفیق نظرات

در این مرحله با توجه به استفاده از روش AHP گروهی، و با استفاده از روش میانگین هندسی نظرات خبرگان را تلفیق می‌نماییم. بدین صورت که میانگین هندسی هر یک از سلول‌های ماتریس‌های پرسشنامه محاسبه و در همان سلول قرار می‌گیرد. نحوه محاسبه میانگین هندسی در فرمول شماره ۱ نمایش داده شده است که در آن  $X_k$  بیانگر متغیرهای مد نظر جهت محاسبه میانگین هندسی بوده و  $k$  تعداد متغیرهای مسئله می‌باشد.

<sup>۱</sup> مشاورفنی با ۱۵ سال سابقه در زمینه طراحی واحداثیاتی

مشاورفنی با ۱۲ سال سابقه در زمینه طراحی واحدهای اتیلن و پلی اتیلنی

مشاورفنی با ۱۰ سال سابقه در زمینه طراحی واحدهای اتیلن و پلی اتیلنی مسئول کنترل پروژه با ۱۲ سال سابقه در زمینه مدیریت پروژه واحدهای اتیلنی و پلی اتیلنی

مسئول کنترل پروژه با ۷ سال سابقه در زمینه مدیریت پروژه واحدهای اتیلنی و پلی اتیلنی

ناظر امور زیربنایی با ۱۰ سال سابقه در زمینه طراحی واحدهای اتیلن و پلی اتیلنی مدیرفنی، بازنشسته با سابقه مدیریت کنترل تولید شرکت ملی صنایع پتروشیمی مدیر پروژه‌های اجرایی، بازنشسته با سابقه مدیریت پروژه واحداثیاتی و پلی اتیلن

$$D_i = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K W_{ijk} * S_{jk} * F_j \quad (2)$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1^{f_1} x_2^{f_2} \dots x_k^{f_k}} \quad (1)$$

### گام چهارم. اولویت بندی

**مرحله اول-** پس از تلفیق نظرات، برای هر یک از ماتریس‌ها، اعداد هر یک از ستون‌ها را جمع می‌کنیم، سپس اعداد را بر مجموع ستون مربوطه تقسیم می‌نمائیم (هنجار سازی می‌کنیم) و در انتها میانگین هر سطر را محاسبه می‌نمائیم و در ستون مطلوبیت می‌گذاریم. (Lee et al; 2008)

**مرحله دوم-** براساس اطلاعات کسب شده، و همچنین استفاده از فرمول شماره ۲، بهترین گزینه (راهبرد) را محاسبه می‌نمائیم، که در آن:

$D_i$  = مطلوبیت روش (راهبرد)  $i$  ام

$F_j$  = مطلوبیت معیار  $J$  ام

$S_{jk}$  = مطلوبیت زیر معیار  $k$  ام از معیار  $J$  ام

$W_{ijk}$  = مطلوبیت روش (راهبرد)  $i$  ام برای زیر معیار  $k$  ام از معیار  $J$  ام

### ۶. نتایج محاسبات

در این قسمت نتایج حاصل از نظرات خبرگان شامل اهمیت نسبی هر یک از اجزاء اولویت محاسبه شده در هر بخش معرفی می‌شوند. نتایج حاصل شده برای مقایسه معیارهای اصلی مسئله و اولویت محاسبه شده برای آنها نسبت به هدف تعیین شده در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است. با توجه به اطلاعات بدست آمده معیار "ویژگی‌ها و مقتضیات سازمان" بیشترین تاثیر را در انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری اتیلن دارا می‌باشد و در وهله دوم معیار "ویژگی محیط" و در آخر نیز معیار "ویژگی فناوری" تاثیر گذار است. بنابراین با توجه به اطلاعات بدست آمده نتایج حاصل از زیر معیارهای معیار "ویژگی‌ها و مقتضیات سازمان" بیشترین اثر گذاری را بر روی انتخاب روش مناسب انتقال فناوری خواهند داشت.

جدول ۳. مقایسه معیارهای اصلی

اولویت	ویژگی‌های محیط	ویژگی فناوری	ویژگیها و مقتضیات سازمان	مناسبترین روش انتقال فناوری اتیلن
۰,۴۵۲	۱.۱	۲.۵	۱	ویژگیها و مقتضیات سازمان
۰,۲۴۵	۱.۱	۱		ویژگی فناوری
۰,۳۰۳	۱			ویژگی‌های محیط

باشد که این موضوع بیانگر این مطلب می‌باشد که تصمیم‌گیری در رابطه با انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری بر اساس وضعیت زیر معیار "راهبردکسب و کار سازمان"، بیشترین اثر گذاری را در نتایج حاصل از انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری بر اساس وضعیت سایر زیر معیارهای معیار "ویژگی‌ها و مقتضیات سازمان" دارد.

نتایج حاصل برای مقایسه زیر معیارهای متناظر با معیار ویژگیها و مقتضیات سازمان و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این زیر معیارها نسبت به معیار مربوطه در جدول شماره ۴ نمایش داده شده است. با توجه به اطلاعات نمایش داده شده، زیر معیار "راهبرد کسب و کار سازمان"، بیشترین اهمیت (اولویت) را در بین زیر معیارهای معیار "ویژگی‌ها و مقتضیات سازمان" دارا می‌باشد.

جدول ۴. مقایسه زیر معیارهای معیار ویژگیها و مقتضیات سازمان

اولویت	راهبرد کسب و کار سازمان	اهمیت فناوری	اندازه سازمان	منابع و توانایی فناوری سازمان	ویژگیها و مقتضیات سازمان
۰,۱۹۹	۱.۳	۰.۷	۲.۷	۱	منابع و توانایی فناوری سازمان
۰,۱۶۰	۱.۹	۲.۱	۱		اندازه سازمان
۰,۲۲۲	۳.۶	۱			اهمیت فناوری
۰,۴۱۹	۱				راهبردکسب و کار سازمان

ها نسبت به معیار مربوطه در جدول شماره ۵ نمایش داده شده است. با توجه به اطلاعات نمایش داده شده زیر معیار "صرفه

نتایج حاصل برای مقایسه زیر معیارهای متناظر با معیار ویژگیهای فناوری و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این زیر معیار



اقتصادی"، بیشترین اثر گذاری را در نتایج حاصل از انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری بر اساس وضعیت سایر زیر معیار های معیار "ویژگی های فناوری" دارد.

اقتصادی"، بیشترین اهمیت (اولویت) را در بین زیر معیارهای معیار "ویژگی های فناوری" دارا می باشد که این موضوع بیانگر این مطلب می باشد که تصمیم گیری در رابطه با انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری براساس وضعیت زیر معیار "صرفه

جدول ۵. مقایسه زیر معیار های معیار ویژگی های فناوری

اولویت	صرفه اقتصادی	پیچیدگی فناوری	عمر فناوری	ویژگیهای فناوری
۰,۲۶۴	1.7	1.1	1	عمر فناوری
۰,۲۹۳	1.5	1		پیچیدگی فناوری
۰,۴۴۴	1			صرفه اقتصادی

موضوع بیانگر این مطلب می باشد که تصمیم گیری در رابطه با انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری بر اساس وضعیت زیر معیار "شرایط سیاسی-اقتصادی"، بیشترین اثر گذاری را در نتایج حاصل از انتخاب مناسبترین روش انتقال فناوری براساس وضعیت سایر زیر معیار های معیار "ویژگی های محیط" دارد.

نتایج حاصل برای مقایسه زیر معیار های متناظر با معیار ویژگی های محیط و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این زیر معیار ها نسبت به معیار مربوطه در جدول شماره ۶ نمایش داده شده است. با توجه به اطلاعات نمایش داده شده زیر معیار "شرایط سیاسی-اقتصادی"، بیشترین اهمیت (اولویت) را در بین زیر معیار های معیار "ویژگی های محیط" دارا می باشد که این

جدول ۶. مقایسه زیر معیار های معیار ویژگی های محیط

شرایط سیاسی-اقتصادی (تحریم ها)	مراکز پژوهشی	حمایتهای دولتی	فضای رقابتی	ویژگیهای محیط
1.5	0.8	1.1	1	فضای رقابتی
2.1	1.2	1		حمایتهای دولتی
3.4	1			مراکز پژوهشی
1				شرایط سیاسی-اقتصادی (تحریم ها)

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیاراندازه سازمانو اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۸ نمایش داده شده است.

نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "اندازه سازمان" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش خرید سازمان ارائه کننده فناوری، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. مرور منابع انجام گرفته در زمینه اندازه سازمان، مؤید استفاده از روش های مبتنی بر ساخت فناوری (تحقیق وتوسعه، مهندسی معکوس) به منظور انتقال فناوری می باشد؛ موضوعی که با نتایج حاصل از نظر سنجی ذیل تفاوت دارد.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار منابع و توانایی سازمانو اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۷ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "منابع و توانایی سازمان" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش تحقیق و توسعه مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد.

این موضوع بیانگر این مطلب است که دانش، اطلاعات و تجارب لازم جهت حرکت سازمان به سمت روش تحقیق و توسعه وجود دارد. همچنین این توانائی ها به گونه ای است که میتوان در زمینه همکاری مشترک با سایر سازمان های دارای فناوری فعالیت نمود.

جدول ۷. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار منابع و توانایی سازمان

منابع و توانایی سازمان	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشتری	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	0.9	1.2	0.9	0.7	0.5	1.9	4.5	۰.95
برون سپاری فناوری		1	1.8	1.1	1	2.1	2.4	2.9	۰.66
همکاری مشترک			1	0.8	0.5	1.4	2	5	۰.190
سرمایه گذاری مشترک				1	1.2	0.9	2.4	0.9	۰.93
خرید فناوری					1	3.5	2.5	4.0	۰.62
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	3.8	2.7	۰.107
تحقیق و توسعه							1	0.9	۰.208
مهندسی معکوس								1	۰.179

جدول ۸. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار اندازه سازمان

اندازه سازمان	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشتری	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	0.9	1.5	2.1	1.7	3.7	4.1	0.6	70۰۰
برون سپاری فناوری		1	2.9	2.2	1.1	2.8	3.3	0.9	65۰۰
همکاری مشترک			1	0.7	0.9	2.5	2.0	3.3	135۰
سرمایه گذاری مشترک				1	1.9	3.1	3.2	1.1	89۰۰
خرید فناوری					1	3	2.5	0.9	98۰۰
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	1.2	0.5	230۰
تحقیق و توسعه							1	0.8	226۰
مهندسی معکوس								1	87۰۰

جدول ۹. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار اهمیت فناوری

اهمیت فناوری	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشتری	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	0.7	1.0	0.7	2.6	0.7	1.9	0.7	106۰۰
برون سپاری فناوری		1	0.5	1.4	1.7	0.8	2.3	0.8	102۰۰
همکاری مشترک			1	1.4	2.9	0.8	2.3	2.8	104۰۰
سرمایه گذاری مشترک				1	0.9	0.9	0.8	1.1	125۰۰
خرید فناوری					1	2	1.8	2.1	138۰۰
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	4.1	1.4	98۰۰
تحقیق و توسعه							1	0.4	217۰۰
مهندسی معکوس								1	110۰۰

انتقال فناوری با توجه به زیر معیار راهبردی شرح وظایف اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۰ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار " راهبردی شرح وظایف سازمان " در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش تحقیق و توسعه، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. مرور انجام گرفته در اسناد راهبردی و شرح وظایف سازمان نیز روش تحقیق و توسعه را در اولویت روش های انتقال فناوری در کلیه حوزه های صنعت پتروشیمی، بالاخص حوزه اتیلن، معرفی می نماید.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار/اهمیت فناوری و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۹ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار " اهمیت فناوری " در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش تحقیق و توسعه، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. مرور منابع نشان می دهد که همزمان با بالا رفتن اهمیت فناوری برای سازمان، تمایل سازمان به روش های مبتنی بر ساخت فناوری، به منظور کسب دانش و حقوق معنوی آن بیشتر می شود. این موضوع با نتایج نظر سنجی مطالعه همخوانی دارد. نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف

جدول ۱۰. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار راهبردی و شرح وظایف

مهندسی معکوس	تحقیق و توسعه	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	خرید فناوری	سرمایه گذاری مشترک	همکاری مشترک	برون سپاری فناوری (انسیتیوهای تحقیقاتی)	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	راهبردی و شرح وظایف	
1.7	4.1	0.9	0.8	1.0	1.7	0.8	1	کنسرسیوم تحقیقاتی	0.100
3.9	4.9	0.6	1.2	2.3	3.7	1		برون سپاری فناوری	0.067
2.9	2.0	1.9	0.8	1.3	1			همکاری مشترک	0.145
1.3	2.1	0.6	2.1	1				سرمایه گذاری مشترک	0.111
0.9	0.7	1.2	1					خرید فناوری	0.130
0.9	2.7	1						خرید سازمان ارائه کننده فناوری	0.106
0.6	1							تحقیق و توسعه	0.232
1								مهندسی معکوس	0.110

جدول ۱۱. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار عمر فناوری

مهندسی معکوس	تحقیق و توسعه	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	خرید فناوری	سرمایه گذاری مشترک	همکاری مشترک	برون سپاری فناوری (انسیتیوهای تحقیقاتی)	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	عمر فناوری	
2.0	0.8	0.7	1.6	0.9	0.8	1.0	1	کنسرسیوم تحقیقاتی	101.
2.2	0.8	0.9	2.1	0.9	1.4	1		برون سپاری فناوری	880.
3.2	1.3	2.8	2.8	1.1	1			همکاری مشترک	1310.
1.1	1.9	0.5	2.4	1				سرمایه گذاری مشترک	1020.
1.1	0.5	1.5	1					خرید فناوری	1720.
3.0	1.6	1						خرید سازمان ارائه کننده فناوری	1170.
4.1	1							تحقیق و توسعه	1030.
1								مهندسی معکوس	1850.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار پیچیدگی دستیابی به فناوری و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۲ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "پیچیدگی دستیابی به فناوری" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش مهندسی معکوس، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. با افزایش پیچیدگی دانش و فناوری مورد نظر، تمایل سازمان ها به صرف هزینه و منابع گزاف متاثر از آن، کاهش می یابد و ترجیح می دهند از سایر روش های زود بازده که نیاز به سرمایه گذاری کلان ندارند استفاده نمایند. بنابراین انتخاب روش مهندسی معکوس در درجه اول و در درجه دوم روش تحقیق و توسعه منطقی به نظر نمی رسد و استفاده از روش خرید فناوری ترجیح داده می شود.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار عمر فناوری و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۱ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "عمر فناوری" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش مهندسی معکوس، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. مطالعات انجام گرفته نشان می دهد که معمولا فناوری هایی که در آخر عمر خود به سر می برند سهولت دستیابی بیشتری دارند ولی از طرف دیگر تمایل سازمان ها به صرف منابع به منظور اکتساب آن فناوری کمتر می شود. مهندسی معکوس روشی است که با استفاده از سرمایه بسیار کمتر نسبت به روش های دیگر مبتنی بر ساخت، امکان دستیابی به فناوری هایی که اطلاعات آنها حالت عمومی کسب کرده و در انحصار عده ای خاص نمی باشد، ایجاد می نماید. بنابراین استفاده از روش مهندسی معکوس با توجه به وضعیت حوزه اتیلن، مناسب می باشد.

جدول ۱۲. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار پیچیدگی دستیابی به فناوری

فناوری	کنسرسیوم تحقیقاتی (ارائه کننده فناوری) (صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشترک	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	1.1	0.4	0.6	0.6	0.8	1.5	1.9	132.0
برون سپاری فناوری		1	1.2	0.7	0.8	1.4	1.7	2.3	95.0
همکاری مشترک			1	0.9	1.1	0.6	3.1	1.6	115.0
سرمایه گذاری مشترک				1	2.7	1.4	0.9	1.3	91.0
خرید فناوری					1	1.9	2.9	2.1	94.0
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	2.1	3.5	0.98
تحقیق و توسعه							1	1.8	0.179
مهندسی معکوس								1	0.196

جدول ۱۳. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار صرفه اقتصادی

صرفه اقتصادی	کنسرسیوم تحقیقاتی (ارائه کننده فناوری) (صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشترک	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	0.8	2.1	0.9	1.3	0.5	0.9	1.7	0.110
برون سپاری فناوری		1	1.1	1.0	1.5	0.9	2.2	2.1	0.88
همکاری مشترک			1	0.7	0.6	1.1	1.9	0.3	0.181
سرمایه گذاری مشترک				1	0.9	0.6	1.8	0.9	0.109
خرید فناوری					1	1.0	2.4	1.6	0.96
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	3.6	2.6	0.79
تحقیق و توسعه							1	1.2	0.193
مهندسی معکوس								1	0.145

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار فضای رقابتی و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۴ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "فضای رقابتی" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش سرمایه گذاری مشترک، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. عوامل متعددی بر زیر معیار فضای رقابتی تاثیر گذارند که از آن جمله می توان رقبا و بازار فناوری را نام برد. تعیین تاثیر گذاری این زیر معیار بر روی گزینه های معرفی شده تا حد زیادی به نظر خبره و درجه اهمیت عوامل مختلف این معیار بستگی دارد. بنابراین این زیر معیار تا حد بسیار زیادی سلیقه ای است و اظهار نظر در رابطه با صحت نتایج آن جایز نیست.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار صرفه اقتصادی و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۳ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "صرفه اقتصادی" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش تحقیق و توسعه، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. تعیین اینکه مناسب ترین روش انتقال فناوری از دیدگاه صرفه اقتصادی کدام است نیازمند مطالعات امکان سنجی می باشد، اما با توجه به تعدد بسیار زیاد طرح های اتیلن در ایران و تکرار شدن فناوری مورد نیاز در احداث آنها، می توان با دقت قابل قبول پذیرفت که روش تحقیق و توسعه گزینه مناسب می باشد و در دراز مدت منافع و مزایای بیشتری را نصیب سازمان می نماید.

جدول ۱۴. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار فضای رقابتی

فضای رقابتی	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشترک	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	0.9	2.0	2.8	0.8	0.8	1.3	1.4	۰.۰۹۵
برون سپاری فناوری		1	1.1	2.0	1.0	1.9	0.9	0.9	۰.۱۰۰
همکاری مشترک			1	1.2	0.5	1.9	2.1	0.9	۰.۱۲۴
سرمایه گذاری مشترک				1	0.6	0.6	0.8	1.8	۰.۱۶۴
خرید فناوری					1	0.7	1.7	0.8	۰.۱۰۲
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	1.9	2.2	۰.۱۳۰
تحقیق و توسعه							1	1.9	۰.۱۲۳
مهندسی معکوس								1	۰.۱۶۲

جدول ۱۵. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار حمایت های دولتی

حمایتهای دولتی	کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی)	همکاری مشترک	سرمایه گذاری مشترک	خرید فناوری	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	تحقیق و توسعه	مهندسی معکوس	
کنسرسیوم تحقیقاتی	1	1.0	0.7	2.8	1.5	0.7	0.8	0.7	۰.۱۲۰
برون سپاری فناوری		1	1.5	0.6	1.8	1.4	2.7	3.0	۰.۰۷۹
همکاری مشترک			1	1.1	1.9	1.2	2.4	1.2	۰.۰۸۹
سرمایه گذاری مشترک				1	1.1	3.5	1.9	4.1	۰.۰۹۶
خرید فناوری					1	2.8	1.5	1.7	۰.۱۱۱
خرید سازمان ارائه کننده فناوری						1	1.2	2.5	۰.۱۴۸
تحقیق و توسعه							1	0.9	۰.۱۶۱
مهندسی معکوس								1	۰.۱۹۵

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار در دسترس بودن مراکز پژوهشی و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۶ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "در دسترس بودن مراکز پژوهشی" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش مهندسی معکوس، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. امکانات پژوهشی در ایران، در حد مطلوبی است و می توان از گزینه کنسرسیوم تحقیقاتی به منظور انتقال فناوری استفاده نمود. گزینه ای که به نظر خبرگان در این زیر معیار رتبه سوم را کسب نموده است.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار حمایت های دولتی و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۵ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "حمایت های دولتی" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش مهندسی معکوس، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. در ایران حمایت های دولت غالباً بر روی روش های مبتنی بر ساخت در زمینه انتقال فناوری می باشد؛ بنابراین انتخاب گزینه های مهندسی معکوس و تحقیق و توسعه به عنوان گزینه های برتر، مناسب به نظر می رسد.

جدول ۱۶. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار در دسترس بودن مراکز پژوهشی

مهندسی معکوس	تحقیق و توسعه	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	خرید فناوری	سرمایه گذاری مشترک	همکاری مشتری	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی) کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	در دسترس بودن مراکز پژوهشی
0.7	0.5	0.9	1.0	0.6	0.7	1	0.146
2.1	1.5	0.8	0.8	1.8	0.6		0.112
1.7	1.2	1.7	1.8	0.7	1		0.086
1.9	4.1	2.2	2.1	1			0.079
4.0	1.7	0.9	1				0.109
2.1	0.8	1					0.121
1.1	1						0.148
1							0.197

جدول ۱۷. مقایسه روش های مختلف با توجه به زیر معیار شرایط سیاسی-اقتصادی

مهندسی معکوس	تحقیق و توسعه	خرید سازمان ارائه کننده فناوری	خرید فناوری	سرمایه گذاری مشترک	همکاری مشتری	برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی) کنسرسیوم تحقیقاتی (دانشگاه-صنعت)	شرایط سیاسی-اقتصادی (تحریم ها و...)
0.9	2.1	0.6	1.3	0.6	2.1	1	0.108
1.2	3.5	1.2	1.8	0.9	1.8		0.091
0.9	1.8	1.1	1.5	1.2	1		0.122
2.5	1.0	0.8	0.6	1			0.115
1.6	3.6	1.1	1				0.107
0.8	1.1	1					0.115
0.7	1						0.206
1							0.136

عنوان تاثیر گذار ترین بخش زیر معیار شرایط سیاسی و اقتصادی، قویا گزینه های مبتنی بر ساخت را پیشنهاد میدهند که نتایج نظر خبرگان نیز مؤید این موضوع می باشد.

در جدول شماره ۱۸ اولویت هر یک از روش های انتقال فناوری نسبت به هر یک از معیار های اصلی نمایش داده شده است. به عنوان مثال از نظر معیار "ویژگی محیط" روش تحقیق و توسعه مناسب ترین روش انتقال فناوری و روش برون سپاری فناوری بدترین روش انتقال فناوری در مورد مطالعه می باشد.

نتایج حاصل از مقایسه روش های مختلف انتقال فناوری با توجه به زیر معیار شرایط سیاسی-اقتصادی و اولویت محاسبه شده برای هر یک از این روش ها نسبت به زیرمعیار مذکور در جدول شماره ۱۷ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه اولویت های هر یک از روش های انتقال فناوری با توجه به وضعیت زیر معیار "شرایط سیاسی-اقتصادی" در حوزه اتیلن صنعت پتروشیمی ایران، بیانگر این است که روش تحقیق و توسعه، مناسب ترین روش انتقال فناوری از منظر این زیر معیار می باشد. تحریم ها به

جدول ۱۸. اولویت روش های انتقال فناوری برای معیار های اصلی

معیار	ویژگی محیط	ویژگی فناوری	ویژگی و مقتضیات سازمان	روش انتقال فناوری
کنسرسیوم تحقیقاتی	۰.۱۱۳	۰.۱۱۴	۰.۰۹۶	
برون سپاری فناوری	۰.۰۹۵	۰.۰۹۰	۰.۰۷۴	
همکاری مشترک	۰.۱۱۰	۰.۱۴۸	۰.۱۴۴	
سرمایه گذاری مشترک	۰.۱۱۸	۰.۱۰۲	۰.۱۰۷	
خرید فناوری	۰.۱۰۶	۰.۱۱۶	۰.۱۱۲	
خریدسازمان ارائه کننده فناوری	۰.۱۲۶	۰.۰۹۵	۰.۱۲۳	
تحقیق و توسعه	۰.۱۶۷	۰.۱۶۴	۰.۲۲۲	
مهندسی معکوس	۰.۱۶۴	۰.۱۷۰	۰.۱۲۱	

در روش AHP، به منظور بررسی پرسشنامه های تکمیل شده از شاخصی تحت عنوان میزان ناسازگاری استفاده می شود. بدین صورت که هرچه قدر این شاخص کمتر باشد، سازگاری بیشتری بین اطلاعات تکمیل شده توسط خبره وجود دارد. میزان ناسازگاری محاسبه شده توسط نرم افزار EXPERT CHOICE ۷.۱۱ برای پرسشنامه نهائی که حاصل تلفیق مجموع ۸ پرسشنامه می باشد، معادل ۸ درصد به دست آمده است که در بازه مجاز (زیر ۱۰ درصد) قرار دارد.

#### ۷. اعتبار سنجی نتایج

به منظور بررسی دقت و میزان اطمینان نتایج حاصله از مطالعه، پرسشنامه ای شامل ۸ سوال، که بیشتر بر روی خروجی و نتایج مدل ارائه شده تمرکز داشتند طراحی گردید. سپس، پرسشنامه ها به همراه یک نسخه (الکترونیکی) تحقیق، بین هشت تن از کارشناسان صنعت که در تکمیل پرسشنامه های تحقیق همکاری نمودند، توزیع گردید، تا افراد فوق الذکر پس از مطالعه تحقیق و بررسی نتایج حاصل شده با استفاده از شناخت خود از صنعت پتروشیمی و حوزه اتیلن، به سؤالات پاسخ دهند. پرسشنامه شامل ۸ سوال بوده که نیمی از آنها به بررسی مدل ارائه شده و نحوه تشکیل آن پرداخته و نیم دیگر آن، نتایج حاصل شده و تطبیق

پس از محاسبه اولویت های متناظر با زیر معیارها (سطح سوم) و معیارها (سطح دوم) روش AHP از طریق روش هنجار سازی ماتریس های مربوطه، مجموع اولویت هر یک از روش های انتقال فناوری را برای سطح یک مسئله با استفاده از فرمول ۲ محاسبه می نماید.

در این مطالعه اولویت روش های مختلف انتقال فناوری اتیلن برای ایران به شرح ذیل به دست آمده است:

۱. تحقیق و توسعه 0.189
۲. مهندسی معکوس 0.148
۳. همکاری مشترک 0.134
۴. خرید سازمان ارائه کننده فناوری 0.117
۵. خرید فناوری 0.111
۶. سرمایه گذاری مشترک 0.109
۷. کنسرسیوم تحقیقاتی 0.106
۸. برون سپاری فناوری (انستیتوهای تحقیقاتی) 0.085

همانطور که ملاحظه میشود روش تحقیق و توسعه با ۰.۱۸۹، امتیاز مناسب ترین روش انتقال فناوری اتیلن به حساب آمده است و برون سپاری با ۰.۰۸۵، امتیاز، به عنوان نامناسبترین روش شناخته شده است.

تحریم ارائه فناوری مورد نیاز صنایع بالادست نفت و گاز و پتروشیمی می باشد. موضوعی که در آینده می تواند همانند سدی در برابر رشد این صنعت عمل نماید. به نظر خبرگان صنعت، با توجه به سنگینی وزن این فشارها، استفاده از روش تحقیق و توسعه برای انتقال فناوری می تواند با از بین بردن وابستگی به شرکت های خارجی، ریسک حاصل از فشار های سیاسی را کم رنگ و یا حتی در این حوزه از صنعت بی اثر نماید. پس از روش تحقیق و توسعه به عنوان مناسبترین روش انتقال فناوری، روش مهندسی معکوس بیشترین امتیاز را کسب نموده است. این روش همچنین از منظر معیار های عمر فناوری، پیچیدگی دستیابی، حمایت های دولتی و در دسترس بودن مراکز پژوهشی، مناسب ترین روش می باشد.

هر دو روش تحقیق و توسعه و مهندسی معکوس می توانند موجب دستیابی به فناوری مورد نظر شوند و بستر لازم جهت توسعه فناوری اتیلن را با توجه به تغییرات محیطی و تکنولوژیکی فراهم آورند. بزرگترین چالش در برابر استقبال تصمیم گیرندگان، برای انتخاب هر یک از این دو روش، ریسک مالی آن می باشد که این نگرانی می تواند با بررسی بیشتر و انجام کار کارشناسی به منظور تجزیه و تحلیل هزینه منفعت روش های مختلف در بلند مدت، کم رنگ شود. زیرا همانطور که پیشتر بدان اشاره شد، روش خرید فناوری و یا روش های مشابه آن با توجه به تعدد طرح های اتیلنی در کشور ارزش افزوده حاصل از آن را به خارج کشور هدایت نموده و از بعد اقتصادی به صرفه نمی باشد. از این رو با در نظر گرفتن شرایط حاضر کشور از بعد تحریم های بین المللی و سایر فشار های موجود به عنوان محدودیت های استفاده از روش های مبتنی بر خرید فناوری از خارج از کشور و راهکار های مشابه آن، و از منظر دیگر، وجود توان تکنولوژیکی و پتانسیل ها و تجربه موجود در صنعت و ظرفیت های پژوهشی مناسب در کشور، استفاده از روش های تحقیق و توسعه و مهندسی معکوس، منطقی و راهگشا می باشند.

### منابع

- [۱] آذر، عادل، طباطبائیان، سیدحییب الله، "انتقال فناوری، نیازمند نگرشی جامع"، مدرس علوم انسانی، جلد ۵، شماره ۲، ۱۳۸۰، صفحات ۸۳-۶۱.
- [۲] آذر، عادل، رجب زاده، علی، "کتاب تصمیم گیری کاربردی"، تهران، ۱۳۸۱، صفحه ۶۱-۸۳.
- [۳] طواری، مجتبی، سوخکیان، محمد علی، میرزاد، سید علی، "شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر نیروی انسانی با استفاده از تکنیک MADM"، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۱، ۱۳۸۷، صفحه ۸۸-۷۱.

پذیری مدل با شرایط واقعی صنعت و حوزه تخصصی اتیلن را ارزیابی می نمود و در واقع بر روی خروجی تحقیق تمرکز داشت. بر اساس این اعتبارسنجی، ۶ مورد از ۸ سؤال پرسشنامه امتیاز بالاتر از ۳،۵ را کسب نمود که بیانگر مطلوب بودن اعتبار تحقیق است. همچنین نتایج حاصل از محاسبه میانگین امتیازات بیانگر این موضوع می باشد که خبرگان "روش تحقیق و توسعه" را که به عنوان خروجی مسئله و مناسب ترین راهبرد انتقال فناوری انتخاب گردید، مناسب ترین روش می دانند که این موضوع تاییدی بر نتایج بدست آمده می باشد. در رده دوم امتیازات، گزینه "نتایج حاصل از تحقیق را کاربردی در صنعت می دانم" قرار دارد که این موضوع نیز بر روی خروجی مسئله تاکید دارد و بیانگر موفقیت نتایج تحقیق در صورت اجرائی شدن آن در سطح صنعت و سازمان مربوطه می باشد.

### ۸. نتیجه گیری

صنعت اتیلن به عنوان بخش بالا دست طیف وسیعی از محصولات پتروشیمیائی که امروزه مورد کاربرد بخش مصارف صنعتی و خانگی و همچنین بازار صادرات ایران می باشد، دارای اهمیت استراتژیک برای کشور است و دستیابی به فناوری آن می تواند موجبات موفقیت بیشتر این صنعت و تامین نیاز های آتی آنرا تامین نماید. در این مطالعه، از بین ۸ روش استخراج شده برای انتقال فناوری اتیلن، روش تحقیق و توسعه به عنوان مناسب ترین گزینه با توجه به شرایط محیطی و درونی سازمان شناسایی گردید. تجارب موجود در زمینه پروژه های متعدد اجرا شده اتیلن در ایران حاکی از وجود توانمندی و منابع سازمانی مورد نیاز در داخل شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران و شرکت زیر مجموعه آن (پژوهش و فناوری) برای به کارگیری روش تحقیق و توسعه می باشد. ضمن آن که دستیابی به فناوری تولید اتیلن از طریق تحقیق و توسعه مورد حمایت مدیران و تصمیم گیرندگان این صنعت است و در راهبرد فناوری صنعت پتروشیمی به آن توجه خاصی مبذول شده است. با توجه به نیاز بسیار زیاد به این حوزه از صنعت پتروشیمی و طرح های متعدد اجرا شده در گذشته و تعریف شده برای آینده، این روش از انتقال فناوری اتیلن، می تواند منافع مالی شرکت را در بلند مدت تامین نماید و صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به سایر روش ها در دراز مدت داشته باشد.

با توجه به امتیازات کسب شده توسط معیار های مختلف، بیشترین امتیاز مربوط به معیار فشار های سیاسی و اقتصادی می باشد که بیانگر اهمیت خاص این معیار بر موضوع انتقال فناوری اتیلن در ایران می باشد. بنابراین مهمترین نکته در زمینه انتقال فناوری اتیلن، فشار های سیاسی اقتصادی و ریسک حاصل از



- [19] Ertugrul I, Karakasoglu N., 'Performance Evaluation of Turkish Cement Firms with Fuzzy Analytic Hierarchy Process and TOPSIS Methods', Expert Systems with Applications, 2007, pp.8143-8151
- [20] Ford, D., 'Develop Your Technology Strategy', Long Range Planning, 1988, pp. 85-95.
- [21] Gerhard, D., Voigt, K., 'Technology Make-or-Buy Decisions in the German Industry: Criteria, Methods and Organization', PICMET, 2009, pp.609-618.
- [22] Gomes Casseres, B., 'Firm Ownership Preferences and Host Government Restrictions: an Integrated Approach', Journal of International Business Studies, 1990, pp.1-22.
- [23] Hayes, R., Wheelwright, S., Clark, K., *Dynamic Manufacturing: Creating the Learning Organization*. The Free Press, New York, 1988, pp. 66-73.
- [24] Hamel, G., Doz, Y., Prahalad, C., 'Collaborate with Your Competitors and Win', Harvard Bus. Rev, 1989, pp.133-139.
- [25] Hemmert, M., 'The Influence of Institutional Factors on the Technology Acquisition Performance of High-Tech Firms: Survey Results from Germany and Japan', Research Policy, 2004, pp.1019-1039.
- [26] Hubler, M., 'The Make or Buy Decision', Management Services, pp. 45-51.
- [27] Hung, S., Tang, R., 'Factors Affecting the Choice of Technology Acquisition Mode: An empirical Analysis of the Electronic Firms of Japan, Korea and Taiwan', Technovation, 2007, pp. 732-743.
- [28] Hwang, C., Yoon, K., 'Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications', Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, New York, 1981, pp.243-253.
- [29] Jonash, R., 'Strategic Technology Leveraging: Making Outsourcing Work for You', Research Technology Management, 1996, pp. 19-25.
- [30] Jones, G., Lancdot, J., Teegen, H., 'Determinants and Performance Impacts of External Technology Acquisition', Journal of Business Venturing, 2001, pp. 255-283.
- [31] Kamala, G., Swamy, K., "A Model for Small-Scale Industry/University Collaboration in the UK Based on Case Studies", R&D Management, 1985, pp. 41-50.
- [32] Kerin, R., Varadarajan, P., Peterson, R., "First-Mover Advantage: A Synthesis, Conceptual Framework and Research", Journal of Marketing, 1992, pp.32-52.
- [33] Killing, P., "Technology Acquisitions: License Agreement or J.V? Columbia Journal of International Business Studies, 1980, pp. 38-46.
- [34] Kiyota, K., Okazaki, T., "Foreign Technology Acquisition Policy and Firm Performance in Japan, 1957-1970: Micro-Aspects of Industrial Policy", [4] مومنی، منصور، مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- [5] Abetti, P., 'Linking Technology and Business Strategy', The Presidents Association, 1982, pp. 3-44.
- [6] Acs, Z., Audretsch, D., "Innovation in Large and Small Firms: An empirical Analysis", The American Economic Review, 1988, pp.567-574.
- [7] Bevilacqua, M., Braglia, M., 'The Analytic Hierarchy Process Applied to Maintenance Strategy Selection' Reliability Engineering and System Safety, 2000, pp. 108-113.
- [8] Bezanson, K., Annerstedt, J., Chung, K., Hopper, D., Oldham, G., Sagasti, F., "VIETNAM At the Crossroads The Role of Science and Technology Book", International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1999, P. 179.
- [9] Blodgett, L., 'Factors in the Instability of International Joint Ventures: an Event History Analysis', Strategic Management Journal, 1992, pp.279 -307.
- [10] Cantwell, J., Odile, J., 'Technological Globalization and Innovative Centers: The Role of Corporatetechnological Leadership and Locational hierarchy', Research Policy, 1999, pp. 119-144.
- [11] Chen, S., Hwang, C., 'Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications', Springer-Verlag, New York, 1992, VOL 375.
- [12] Chiesa, Manzini, 'Organizing for Technical Collaboration, R&D Management', Vol 28, 1998, pp. 199-212.
- [13] Cho, D., Yu, P., 'Influential Factors in the Choice of Technology Acquisition Mode: an Empirical Analysis of Small and Medium Size Firms in Korean Telecommunication Industry', Technovation, 2000, pp. 691-704.
- [14] Contractor, F., 'The Composition of Licensing Fees and Arrangements as a Function of Economic Development of Technology Recipient Nations', Journal of International Business Studies, 1980, pp. 47-62.
- [15] Cooper, A., Schendel, D., 'Strategic Responses to Technological Treats', Business Horizons February, 1976, pp. 61-69.
- [16] Dill, D., 'University/Industry Research Collaborations: An Analysis of Inter Organizational Relationships', R&D Management, 1990, pp.123-130.
- [17] Dodgson, M., 'Technological Collaboration in Industry: Strategy, Policy, and international in Innovation', Rutledge London, 1993, pp.77-95.
- [18] Edosomwan, J., 'Integrating Innovation and Technology Management', John Willy and Sons, United States of America, 1989, pp.105-121.

- [48] Poon, J., MacPherson, A., 'Asian Firms Technology Acquisition Strategies in the United States', Journal of Engineering & Technology Management, 2005, pp. 321-342.
- [49] Pisano, G., 'The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis,' Admin. Sci. Quart, 1990, pp.153-176.
- [50] Parthasarathi, A., 'Acquisition and Development of Technology: The Indian Experience', CENTRE FOR POLICY RESEARCH Dharma Marg, Chanakyapuri New Delhi, 2004.
- [51] Roberts, E., Berry, C., 'Entering New Business: Selecting Strategies for Success', Sloan Management Review, 1985, pp. 3-17.
- [52] Saaty, T., "Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process", RWS Publications, Pittsburgh, Pa, 1996.
- [53] Saaty, T., "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York, 1998, pp. 234-281.
- [54] Sen, F., Rubeinstein, H., 'An Exploration of Factors Affecting the Integration of In-House R&D with External Technology Acquisition Strategies of a Firm' J. Prod. Innov. Manage., No. 6, 1990, pp. 123-138.
- [55] Simanaviciene, R., Ustinovichius, L., 'Sensitivity Analysis for Multiple Criteria Decision Making Methods: TOPSIS and SAW', Elsevier, 2010, pp.7743-7744.
- [56] Steensma H., Fairbank J., 'Internalizing External Technology: A Model of Governance Mode Choice and an Empirical Assessment', Elsevier Science Inc, 1999, pp.1-35.
- [57] Stock, G., Tatikonda, M., 'External Technology Integration in Product and Process Development', International Journal of Operations & Production Management, 2004, pp. 642-6650.
- [58] Tao, Y., Liu, J., "The Choice of Technology Acquisition Modes and Its Influential Factors, 2008, pp.1-4.
- [59] Teece, D., 'Capturing Value from Technological Innovation: Integration, Strategic Partnering, and licensing decisions. In: Guile, B., Brooks, H. (eds.), Technology and global industry. National Academy Press, 1987, pp.65-95.
- [60] Teece, D., Pisano, G., Shuen, A., "Dynamic Capabilities and Strategic Management", Strategic Management Journal, 1997, pp. 509-533.
- [61] Tidd, J., Trewalla, M., 'Organizational and Technological Antecedents for Knowledge Acquisition and Learning', R&D Management, 1997, pp. 359-375.
- [62] Tsang, E., 'Choice of International Technology Transfer Mode: a Resource-Based View', Management International Review, 1997, pp. 151-198.
- International Journal of Industrial Organization, 2005, pp.563-586.
- [35] Kondo, M., 'Networking for Technology Acquisition and Transfer', Forum on Management Technology, Vienna, Austria, 2001.
- [36] Koc, T., Ceylan, C., 'Factors Impacting the Innovative Capacity in Large-Scale Companies', Technovation, 2007, pp. 105-114.
- [37] Kolmetz, k., Mardikr, A., Depew, C., Kiong, Ng., W., 'Design Guidelines for Utilizing Distillation Simulation Software in the Field', InvensysSimSci-Esscor User Conference, Bangkok, Thailand, 2005.
- [38] KPMG International, 'The Future of the European Chemical Industry', 2009.
- [39] Kurokawa, S., 'Make-or-Buy Decisions in R&D: Small Technology Based Firms in the United States and Japan', IEEE Trans. Eng. Manage, 1997, pp. 124-134.
- [40] Lambe, C., Spekman, R., "Alliance, External Technology Acquisition, and Discontinuous Technological Change", Journal of Product Innovative Management, 1997, pp. 102-106.
- [41] Lee, H., Lee, S., Park, Y., 'Selection of Technology Acquisition Mode using the Analytic Network Process, 2008, pp. 1274-1282.
- [42] Lin, YH., Tsai, KM., Shiang, WJ., Kuo, TC., Tsai, CH., 'Research on using ANP to Establish a Performance Assessment Model for Business Intelligence Systems', Expert System Application, 2008, pp. 4135-4146.
- [43] Lopez-Martinez, R., Medelin, E., Scanlon, A., Solerio, J., 'Motivations and Obstacles to University Industry Cooperation: A Mexican Case', R&D Management. 1994.
- [44] Montalvo, J., Yafeh, Y., 'A Microeconomic Analysis of Technology Transfer: the Case of License Agreements of Japanese Firms', International Journal of Industrial Organization, 1994, pp. 227-244.
- [45] Moon, C., "Technological Capacity as a Determinant of Governance form in International Strategic Combinations", Journal of High Technology Management Research, 1998, pp. 35-53.
- [46] Nakamura, K., Odagiri, H., "R&D Boundaries of the Firm: An Estimation of the Double-Hurdle Model on Commissioned R&D, joint R&D, and licensing in Japan", Economics of Innovation & New Technology, 2005, pp. 215-228.
- [47] Peng, X., Yan, G., Zhou, Y., 'Research on the Mode of Firm's Technology Acquisition. Based on the Growth of Technological Capability: A Case Study', IEEE, 2007, pp.1-29.

- [63] Veugelers, R., Cassiman, 'Make and Buy in Innovation Strategies: Evidence from Belgian Manufacturing Firms', Res,Policy, B1999, pp.63-80.
- [64] Von Hippel, E., 'New Product Ideas from Leadusers', Research Technology Management, 1989, pp.24-27.
- [65] Wang, K., Li, H., Ecker, J., 'Ethylene Biosynthesis and Signaling Networks', Plant Cell Zimmerman H,2006,'ethylene', Linde AG, 2002.
- [66] Wolfrum, B., 'Strategisches Technologies Management', Wiesbaden: Gabler, 1994.
- [67] Yoon, K., Hwang, C., "Multiple Attribute Decision Making: An Introduction", Thousand Oaks, SAGE Publications, 1995.
- [68] Yoshikawa, T., 'Technology Development and Acquisition Strategy', International Journal of Technology Management, 2003, pp. 666-674.
- [69] Zahra, S., Sisodia, R., Das, S., 'Technology Choice Within Competitive Strategy Types: a Conceptual Integration'. International Journal of Technology Management, 1994, pp.172-195.