فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال نهم / شماره ۳۰ / زمستان ۱۳۹۳

تعیین شاخص های کلیدی انتخاب فناوری با استفاده از تکنیک ترکیبی دلفی فازی و فرایندتحلیل سلسله مراتبی فازی

میلاد آقائی (نویسنده مسؤول)
دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده مدیریت، گروه مدیریت صنعتی
Email: milad.aghaee@ymail.com
رضا آقائی
معاونت برنامه ریزی و توسعه
مصطفی معمارزاده
دانشگاه علوم انتظامی، دانشکده اداری و فنی، گروه آماد و پشتیبانی

چکیده
پس از بررسی های صورت گرفته در ادبیات مرتبط با افـزایش ظرفیـت نـوآوری اسـتراتژیک در بنگـاه هـای دانـش بنیـان مشخص شد که عمده تمرکز محققان بر فرایند و شبکه های دانشی می باشد و کمتـر بـر رویکردهـای کـلان و راهبـردی سازمان تأکید می شود. ساختار مطالعات بررسی شده و اطلاعات زمینه ای، محققان را به تفسـیر مجـدد ظرفیـت جـذب در خلال یک دیدگاه شناختی وا می دارد و اظهار می کند که مکانیسم های فراگیـر تعمـدی مـی توانـد عملکردهـای خـاص تشخیص مجدد، تلفیق و بهره برداری از روش های نوین جهت قیمت گذاری را تحت تأثیر قرار دهد. پس از تحلیل داده ها با استفاده از تکنیک معادلات ساختاری اثر مکانیسم های یادگیری تعمدی جهت به رسمیت شـناختن بـر ظرفیـت نـوآوری استراتژیک تأیید نشد اما اثر مثبت مکانیسم های یادگیری تعمدی جهت جذب و بهره برداران بر ظرفیت نوآوری استراتژیک مورد تأیید واقع شد.

کلمات کلیدی: تحلیل مسیر، ظرفیت جذب، نوآوری استراتژیک، یادگیری تعمدی.

۱- مقدمه

تکنولوژی یکی از مفاهیم اساسی در سازمان‌های پیشرفته و در حال حرکت به سمت کلاس جهانی است که از جایگاه ویژه‌ای در سطح مدیران، بویژه مدیران ارشد و کارکنان سازمان برخوردار است. شاید در گذشته، سازمان‌ها اعم از مدیران و کارکنان دید بسیار متفاوتی نسبت به تکنولوژی و پیشرفت آن داشتند، اما امروزه با گسترش مفاهیم علمی و پیشرفت‌های حوزه دانش و ساختارهای دانائی محور، تفکر نسبت به تکنولوژی بطور کلی متحول گردیده و رویکردها به سمت استفاده از تکنولوژی‌های روز دنیا در جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت تغییر یافته است. به عبارت دیگر، اکنون مدیران سازمان‌ها خود را ناگزیر از بکارگیری رویکردها و تکنولوژی‌های نوین می‌دانند و در صدد یافتن بهترین ترکیب تکنولوژیکی در سازمان در جهت استفاده هر چه بهتر و کاراتر از آن در راستای ایجاد کارائی و اثربخشی در عملیات خود می‌باشند؛ چرا که سازمان های کنونی که در محیطی شدیدا رقابتی در حال فعالیت هستند و دیگر مجالی برای اشتباه ندارند چرا که کوچکترین اشتباهی صدمات زیادی را به سازمان وارد می کند.

اگر چه نیروی انتظامی و ماهیت فعالیت‌های این سازمان شاید در نگاه اول به دور از رقابت و فضای حاکم بر صنعت باشد، اما یکی از عوامل موثری که هم در صنعت و هم در این سازمان بسیار تاثیرگذار می‌باشد، عدم اطمینان است. عدم اطمینان در محیط که بطور مستقیم تحت تاثیر رفتار انسانی است، دارای دو بُعد سودمند و غیر سودمند می‌باشد. در بعد غیر سودمند، عدم اطمینان در محیط موجب تحمیل هزینه‌های بسیار بالا در حوزه نیروی انسانی، تجهیزات و ... می‌گردد؛ اما در بعد موثر و سودمند آن، عدم اطمینان موجب شکل گیری پویائی در محیط و به تبع آن ایجاد قابلیت انعطاف در سازمان‌ها می‌گردد.

بی‌شک، با توجه به مفهوم پلیس جامعه‌محور که می‌توان از آن به عنوان پلیس کیفیت محور نیز یاد کرد، هر چقدر میزان انعطاف‌پذیری و قابلیت مانور سازمان افزایش یابد، می‌توان ادعا نمود که میزان رضایت‌مندی از سازمان نیز افزایش خواهد یافت. در این راستا، از جمله مهمترین عواملی که باید به آن توجه نمود، ایجاد سیستم‌های مکانیزه و بکارگیری تکنولوژی‌های مناسب در جهت ایجاد این قابلیت انعطاف سازمانی است که در نهایت، علاوه بر ایجاد قابلیت‌های مورد نظر، موجب افزایش بهره‌وری سازمان نیز خواهد شد. در این راستا، یکی از مشکلات اساسی موجود در نیروی انتظامی بویژه سازمان آماد و پشتیبانی ناجا به عنوان یگان اصلی مامور در انتخاب و خرید تکنولوژی، عدم وجود معیارهای مناسب و جامع در انتخاب تکنولوژی مطابق با کارکردهای این سازمان است. از این رو، به منظور انجام تصمیم‌گیری هر چه دقیق‌تر، می‌بایست شاخص‌هایی تعریف گردد که از روایی و پایایی لازم برخوردار بوده و همچنین بتوان آن‌ها را اندازه‌گیری نمود.

بنابراین، برای شناسایی و انتخاب تکنولوژی باید شاخص‌هایی تعریف گردد و پس از ارزیابی تکنولوژی‌های موجود با استفاده از این شاخص‌ها، تصمیم‌های مناسب اتخاذ و تکنولوژی‌های موردنظر انتخاب گردند؛ چرا که تصمیم‌گیری مهمترین کارکرد سازمانی است و هو[1](۲۰۰۸) معتقد است تصمیم مناسب، تصمیمی است که تمام داده‌ها و گزینه‌های حاکم بر مسئله را شناسایی نموده و به اقتضای شرایط بر مبنای منطق انتخاب و اتخاذ شده باشد.

با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که تاکنون در ایران تحقیق مشابهی در سازمان های پلیسی در زمینه شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های موثر بر انتخاب تکنولوژی پلیس صورت نگرفته و روش‌های موجود انتخاب تکنولوژی در بخش‌های مختلف سازمان پلیس به صورت تجربی است. از طرفی عدم آشنایی با روش‌های کمی تصمیم‌گیری و پیچیدگی ادغام معیارهای کیفی و کمی متعدد موجب می‌شود تصمیم‌گیرندگان بررسی‌های خود را براساس فرض‌های اولیه انجام دهند که این امر گاهاً به دلیل ارزیابی نادرست و غیراصولی موجب تبعات نامناسب می‌گردد. از این رو، با توجه به اهمیت انتخاب تکنولوژی مناسب و همچنین با توجه به هزینه بالا و زمان بسیار زیادی که در خصوص انتخاب تکنولوژی صرف می‌شود، ضرورت انجام این تحقیق به منظور دستیابی به شاخص‌های کلیدی انتخاب تکنولوژی و اولویت‌بندی آنها احساس می‌گردد. از این رو، با توجه به اهداف تحقیق، سوالات اصلی این تحقیق عبارتند از:

۱. شاخص‌های کلیدی در انتخاب تکنولوژی کدامند؟

---

[1] Ho

۲. اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی در انتخاب تکنولوژی به چه صورت است؟

در این تحقیق بر آن هستیم تا شاخص‌های اثربخش در انتخاب تکنولوژی را شناسایی نموده و با استفاده از تکنیک‌های دلفی فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی(FAHP)[۲] الگویی جهت اولویت‌بندی شاخص‌ها ارائه نماییم.

۲- مواد و روش‌ها

تکنولوژی به عنوان یک منبع اصلی مزیت رقابتی از سوی فعالان، دولتمردان و محققان پذیرفته شده و مدیریت تکنولوژی ترکیبی از پنج عامل کلی: شناخت، انتخاب، اکتساب، بهره‌برداری و حفاظت است(Gregory,1995). از طرف دیگر، فرآیند انتخاب تکنولوژی، شناخت و انتخاب تکنولوژی‌های جدید و سنتی است که سازمان برای پیشرو بودن به دنبال آن‌ها است(Dussauge et al.,1999)؛ چرا که انتخاب تکنولوژی فرآیندی است که با دیگر فرآیندهای سازمانی ارتباط نزدیکی داشته و پیوند گسترده‌ای با محیط تجاری، سازمانی و تکنولوژیکی دارد(محمودزاده و شهرابی،۲۰۰۷). بنابراین، فهم چگونگی درک سازمان‌ها از موضوعات و مزیت‌های اکتساب تکنولوژی در گذشته، مفهوم و بینش جدیدی را برای ارزیابی و توصیف تکنولوژی در آینده فراهم می‌کند (Klir & Yuan,1995). موضوع کلیدی در این تعاریف این است که انتخاب تکنولوژی فرآیندی است که به اهداف سازمانی بسیار نزدیک است و وابستگی گسترده‌ای به محیط درون و برون سازمانی دارد (Shen et al., 2011).

در ادامه ابتدا تعریفی از تکنولوژی ارائه خواهد شد، سپس اهمیت تکنولوژی، عوامل موثر بر تکنولوژی و فرآیند انتخاب تکنولوژی را مورد بررسی قرار می دهیم.

تعریف تکنولوژی: تکنولوژی کاربرد عملی دانش علمی و مهندسی در جهت درک، توسعه و یا کاربرد محصولات، خدمات، فرآیندها و یا عملیات است. تکنولوژی را می‌توان تمام دانش، محصولات، فرآیندها، ابزارها، روش‌ها و سیستم‌هایی تعریف کرد که در جهت خلق و ساخت کالاها و ارائه خدمات به کار گرفته می‌شوند. به زبان ساده، تکنولوژی عبارت است از روش انجام کارها توسط ما. تکنولوژی ابزاری است که به وسیله آن می‌توانیم به اهداف خود دست یابیم. تکنولوژی، اجرای عملی دانش است، ابزاری است که به کمک تلاش و سعی آدمی می‌آید. معمولاً تکنولوژی را سخت‌افزاری می‌دانند؛ چیزی مثل ماشین، کامپیوتر یا دستگاه‌های الکترونیک پیشرفته(Chiesa,1998). تعریف جامع تکنولوژی عبارت است از مجموعه‌ای متشکل از اطلاعات، ابزارها و تکنیک‌هایی که از علم و تجربه عملی نشات گرفته‌اند و در توسعه، طراحی، تولید و بکارگیری محصولات، فرآیندها، سیستم‌ها و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرند(Abetti,1989).

عوامل موثر بر تکنولوژی: عوامل بسیاری بر روی تکنولوژی و سرعت تغییر و تحول در آن موثر می‌باشند که این عوامل در برخی موارد درون‌سازمانی و در برخی موارد برون‌سازمانی هستند. از جمله عوامل درون‌سازمانی عبارتنداز: میزان توجه بر روی تحقیقات، میزان اهمیت تکنولوژی، میزان ریسک‌پذیری مدیران و ... و از جمله عوامل برون‌سازمانی می‌توان به عوامل اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و ... اشاره نمود(Daft, 2006). به منظور ایجاد یک فرآیند انتخاب خوب، می‌بایست به دو نکته اساسی که عبارتند از: اهداف استراتژیک و تاثیرات مالی انتخاب، توجه نمود(Herps et al., 2003).

فرآیند انتخاب تکنولوژی: در سال ۲۰۰۰ سه محقق ایتالیایی به نام‌های چیزا[۳]، مانزینی[۴] و تسیلا[۵] تحقیقی در زمینه استراتژی انتخاب نوآوری‌های تکنولوژیکی انجام دادند. بیشترین تاکید این سه محقق در زمینه روش‌های انتقال تکنولوژی بوده است که از برون‌سپاری تا اکتساب، ۱۲ حالت را برای سازمانها در نظر گرفته‌اند(Chiesa, 2000). سه محقق هلندی در سال ۲۰۰۳ در خصوص فرآیند انتخاب تکنولوژی تحقیق نمودند و نتیجه تحقیق خود را تحت عنوان مقاله‌ای با نام فرآیند انتخاب تکنولوژی در دانشگاه تکنولوژی هلند به چاپ رساندند. در این مقاله برای توسعه تکنولوژی شش فاز در نظر گرفته شده است و هرکدام از این

[2] FUZZY Analytical Hierarchy Process
[3] Chiesa
[4] Manzini
[5] Tecilla

فازها تشریح گردیده‌اند که عبارتنداز: ۱- فاز شناخت، ۲-تعریف تکنولوژی، ۳- انتخاب تکنولوژی، ۴-برنامه‌ریزی جهت اجرا تکنولوژی، ۵- اجرا و پیاده‌سازی،۶- ارزیابی و بازخورد(Herps et al., 2003).

مقاله‌ای در سال ۲۰۰۶ در خصوص شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی توانایی مدیریت تکنولوژی با استفاده از AHP Fuzzy فازی در کشور ترکیه به چاپ رسید. در این مقاله شاخص‌های محصولات تولیدی توسط تکنولوژی کلیدی را از دو بعد مزیت رقابتی و شایستگی‌های سازمان مورد بررسی قرار گرفته است. شاخص‌های مزیت رقابتی برای محصول عبارتنداز: هزینه، قیمت، کیفیت، زمان و انعطاف‌پذیری. همچنین شاخص‌های شایستگی سازمان عبارتنداز: تکنولوژی محصول، تکنولوژی فرآیند و مدیریت تکنولوژی(Gimenez, 2006). در سال ۲۰۱۰، شن[۶] ، چانگ[۷] ، لین[۸] و یو[۹] فرآیند انتخاب تکنولوژی را با استفاده از تکنیک ترکیبی دلفی فازی و AHP پیشنهاد کردند و در سال ۲۰۱۱ شن ، لین و تی ژنگ[۱۰] فرآیندی ترکیبی را در ارتباط با چشم‌انداز اقتصادی و صنعتی به منظور انتخاب موثر تکنولوژی‌های نوظهور پیشنهاد کردند(Shen et al,2011). در هر دو این مقالات محققین از چهار شاخص هزینه، سود، توسعه تکنولوژی و ریسک برای انتخاب تکنولوژی مناسب استفاده کردند. در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۰، لوچنگ[۱۱] ، ژین[۱۲] و ونگوآنگ[۱۳] تکنیک ترکیبی منطق فازی و بینش تکنولوژی را برای انتخاب تکنولوژهای نوظهور پیشنهاد دادند(Lucheng et al., 2010).

در این پژوهش آن‌ها از شش شاخص پیشرفت تکنولوژی، ریسک بازار، ارزش افزوده برای مشتری، سیاست‌های صنعتی، توسعه‌ی اجتماعی و خلق فرصت‌های شغلی برای انتخاب تکنولوژی استفاده کردند. در سال ۲۰۰۸، استوآرت[۱۴] پژوهشی بر روی پروژه های تکنولوژی اطلاعات انجام داد(Stewart, 2008). در این پژوهش او بیان می کند که سازمان ها باید مجموعه ای از شاخص های هزینه ای را در هر مرحله از چرخه ی عمر تکنولوژی اطلاعات مورد بررسی قرار دهند. همچنین، در همین سال ژانگ[۱۵]، دیم[۱۶]، چوی[۱۷] و فان[۱۸] مدلی را با چند رویکرد برای تعیین تکنولوژی توسعه دادند(Zhang et al., 2008). آن ها از پنج شاخص: عملکرد، قابلیت سازگاری، تاثیرات اجتماعی- سیاسی، ارزیابی اقتصادی و توسعه تکنولوژی برای تعیین مناسب‌ترین تکنولوژی استفاده کردند. در سال ۲۰۰۵، کولاک و همکاران تحقیق دیگری در زمینه‌ی انتخاب پروژه تکنولوژی اطلاعات انجام دادند(Kulak et al., 2005). در این تحقیق آن‌ها از پنج شاخص: ریسک سازمانی و فنی، نرخ بازگشت سرمایه، راحتی استفاده و رضایت مصرف کننده، چابکی عملیاتی و استراتژی رقابتی برای تعیین پروژه‌ی تکنولوژی اطلاعات استفاده کردند.

با توجه به ادبیات انتخاب تکنولوژی لیستی از شاخص‌ها منابع پشتیبانی کننده هر شاخص، در جدول ۱ تهیه شده است. همچنین در جدول شماره‌ی ۲ ادبیات تحقیق لیستی از فراوانی استفاده این شاخص‌ها در مقاله‌های متعدد استخراج شده است. از این رو، با توجه به فراوانی استفاده این شاخص‌ها در مقاله‌ها، می‌توان شاخص‌های انتخاب تکنولوژی را اولویت‌بندی نمود(جدول شماره‌ی۲).

[6] Shen
[7] Chang
[8] Lin
[9] Yu
[10] Tzeng
[11] Lucheng
[12] Xin
[13] Wenguang
[14] Stewart
[15] Zhang
[16] Daim
[17] Choi
[18] Phan

جدول شماره (۱): شاخص‌های موثر بر انتخاب تکنولوژی به همراه منابع پشتیبانی کننده

ردیف	عنوان شاخص	پژوهشگران
۱	جذابیت اقتصادی	(Zaidmanand & Gevidalli, 1989). (Gimenez, 2006). (Zhang, Daim, Choi, & Phan, 2008). (Granstrand, 2004). (Daim & Kocaoglu, 2008). (Lee, Kim, Cho, & Park, 2009). (Brown, Dennis, & Venkatesh, 2010). (Peças, Ribeiro, Folgado, & Henriques, 2009). (Chiesa, 1998).
۲	کاربردی بودن	(Leseure & Brookes, 2004). (Keogh, Stewart, & Taylor, 2001). (McAdam, Keogh, Galbraith, & Laurie, 2005). (Chiesa, 1998).
۳	خلق ارزش برای مشتری	(Siriram & Snaddon, 2005). (Chiesa, 1998).
٤	انعطاف‌پذیری	(Farooq & O'Brien, 2010). (Lefebvre, Langley, Harvey, & Lefebvre, 1992). (Da Silveira & Cagliano, 2006). (Prajogo & Sohal, 2006). (Husain, Sushil, & Pathak, 2002). (Patterson, Grimm, & Corsi, 2003).
۵	ریسک	(Coldrick, Longhurst, Ivey, & Hannis, 2005). (Prajogo & Sohal, 2006). (Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Liu & Jiang, 2001). (Wu & Ong, 2008). (Stewart R. A., 2008). (McAdam, Keogh, Galbraith, & Laurie, 2005). (Kulak, Kahraman, Öztayşi, & Tanya, 2005). (Farooq & O'Brien, 2010). (Sung, 2009).
٦	وابستگی متقابل	(Lee & Kim, 2001).
۷	خلق راهکار	(Chiesa, 1998).
۸	چرخه عمر تکنولوژی	(Kim, 2003). (Farooq & O'Brien, 2010).
۹	هزینه	(Coldrick, Longhurst, Ivey, & Hannis, 2005). (Prajogo & Sohal, 2006). (Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Lehtimäki, Simula, & Salo, 2009). (Awazu, 2006).
۱۰	پیچیدگی تکنولوژی	(Cantwell, 1992). (Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Lehtimäki, Simula, & Salo, 2009). (Hemmert, 2004). (Zhang, Daim, Choi, & Phan, 2008). (Lucheng, Xin, & Wenguang, 2010). (Shehabuddeen, Probert, & Phaal, 2006).
۱۱	کاربری آسان	(Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Brown, Dennis, & Venkatesh, 2010). (Farooq & O'Brien, 2010).
۱۲	تاثیر بر روی اشتغال	(Husain, Sushil, & Pathak, 2002). (Lucheng, Xin, & Wenguang, 2010). (Landeta , 2006). (Achilladelis & Antonakis, 2001). (Venanzi, 1996).

ادامه‌ی جدول شماره (۱): شاخص‌های موثر بر انتخاب تکنولوژی به همراه منابع پشتیبانی کننده

ردیف	عنوان شاخص	پژوهشگران
۱۳	زمان دستیابی	(Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Coldrick, Longhurst, Ivey, & Hannis, 2005). (Stewart R. A., 2008). (Farooq & O'Brien, 2010). (Peças, Ribeiro, Folgado, & Henriques, 2009). (Evans, Strezov, & Evans, 2009).
١٤	منافع زیست محیطی	(Lucheng, Xin, & Wenguang, 2010). (Peças, Ribeiro, Folgado, & Henriques, 2009). (Evans, Strezov, & Evans, 2009). (Hsu, Lee, & Kreng, 2010). (Choudhury, Shankar, & Tiwari, 2006).
۱۵	نوآوری	(Prajogo & Sohal, 2006). (Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Lehtimäki, Simula, & Salo, 2009). (Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2004). (Husain, Sushil, & Pathak, 2002).
١٦	جذابیت استراتژیک	(Prajogo & Sohal, 2006). (Stewart R. , 2008). (Husain, Sushil, & Pathak, 2002). (Patterson, Grimm, & Corsi, 2003). (Farooq & O'Brien, 2010). (Shehabuddeen, Probert, & Phaal, 2006). (Tingling & Parent, 2004). (Schweizer, 2005). (Walsh & Linton, 2011). (Lucheng, Xin, & Wenguang, 2010). (Phaal, Farrukh, & Probert, 2006).
۱۷	نرخ بازگشت سرمایه	(Coldrick, Longhurst, Ivey, & Hannis, 2005). (Shen, Chang, Lin, & Yu, 2010). (Laurie, 2001). (Kulak, Kahraman, Öztayşi, & Tanyaş, 2005).
۱۸	درآمدزایی	(Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2004). (Hemphill, 2006). (Swamidass & Kotha, 1998). (Siriram & Snaddon, 2005).
۱۹	مسائل سیاسی	(Zhang, Daim, Choi, & Phan, 2008)
۲۰	مسائل فرهنگی	(Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2004). (Stewart R. , 2008). (Daim & Kocaoglu, 2008). (Farooq & O'Brien, 2010).
۲۱	دانش فنی و یادگیری	(Lehtimäki, Simula, & Salo, 2009). (Kasvi, Vartiainen, & Hailikari, 2003). (Hänninen & Kauranen, 2007).
۲۲	سازگاری با سیستم	(Zhang, Daim, Choi, & Phan, 2008). (Brown, Dennis, & Venkatesh, 2010).
۲۳	توانایی موجود	(Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2004). (Short, Williams, & Christie, 1976). (Carlson & Zmud, 1999). (Daft & Lengel, 1986). (Reinsch & Beswick, 1990).
٢٤	انحصاری بودن	(Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2004). (Hemphill, 2006).
۲۵	موقعیت در تکنولوژی	(Awazu, 2006). (Husain, Sushil, & Pathak, 2002). (Takayama & Watanabe, 2002).

جدول شماره(۲): اولویت بندی شاخص های انتخاب تکنولوژی بر اساس فراوانی استفاده در مقالات

ردیف	عنوان شاخص	فراوانی استفاده در مقالات	اولویت بندی شاخص ها بر اساس ادبیات تحقیق
۱	جذابیت استراتژیک	۱۱	۱
۲	ریسک	۱۰	۲
۳	جذابیت اقتصادی	۹	۳
۴	پیچیدگی تکنولوژی	۷	۴
۵	انعطاف‌پذیری	۶	۵
۶	زمان دستیابی	۶	۵

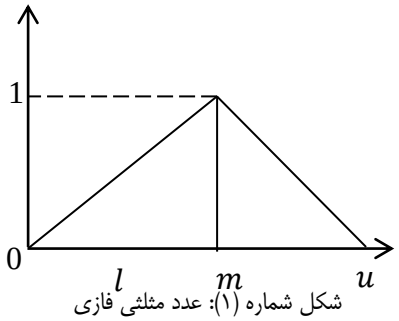
با توجه به جداول ۱و۲ نتایج حاصل از ادبیات تحقیق نشان می دهد که محققین اکثرا از شاخص‌هایی برای انتخاب تکنولوژی استفاده می‌کنند که مربوط به عوامل درونی سازمان است. همچنین با توجه به رتبه‌بندی شاخص‌ها بر اساس تعداد ارجاعات در مقالات مشاهده می‌شود که به ترتیب شش شاخص جذابیت استراتژی، ریسک، جذابیت اقتصادی، پیچیدگی تکنولوژی، انعطاف‌پذیری و زمان دستیابی به تکنولوژی رتبه‌های اول تا پنجم هستند. بر این اساس فرضیه‌های پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

۱- شاخص‌های کلیدی انتخاب تکنولوژی عبارتنداز: جذابیت استراتژی، ریسک، جذابیت اقتصادی، پیچیدگی تکنولوژی، انعطاف پذیری و زمان دستیابی.

۲- اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی انتخاب تکنولوژی که در فرض قبل مشخص شده است با استفاده از روش AHP Fuzzy انجام‌پذیر است و ترتیب اولویت آنها عبارتنداز: جذابیت استراتژی، ریسک، جذابیت اقتصادی، پیچیدگی تکنولوژی، انعطاف پذیری و زمان دستیابی.

تئوری مجموعه فازی در سال ۱۹۶۵ توسط زاده برای ترسیم متغیرهای مبهم به متغیرهای عددی به منظور فرآیند تصمیم‌گیری معرفی شد(Zadeh, 1965). سپس تعریف مجموعه‌های فازی توسط بالمن و زاده در سال ۱۹۷۰بمنظور توسعه روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی توسعه داده شد(Bellman & Zadeh, 1970). در همین سال زاده مسئله کمبود دقت در تخصیص اهمیت اوزان معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها در مقابل معیارهای ارزیابی شده را حل کرد. یک مجموعه فازی توسط یک تابع عضویت مشخص شده است که به هر کدام از عضوهای آن درجه‌ای از عضویت میان ۰ تا ۱ اختصاص می‌یابد. این درجه‌ی عضویت نشان می‌دهد هر کدام از اعضا به چه اندازه عضو مجموعه هستند. در نتیجه در منطق فازی واژگان تعریفی همانند خوب، بد و یا متعادل می‌توانند به اعداد تعرف شده‌ی مشخصی تفسیر شوند. یک نشانه "~" در قسمت بالای نمادی که مجموعه‌ی فازی را نشان می‌دهد قرار خواهد گرفت. یک عدد فازی مثلثی $\tilde{M}$ در شکل یک نشان داده شده است. یک عدد فازی مثلثی به صورت (l,m,u) نشان داده می‌شود. پارامترهای l، m و u بترتیب کمترین ارزش ممکن، بیشترین ارزش مورد انتظار و بزرگترین ارزش ممکن را برای توصیف یک عدد مثلثی نشان می دهد. زمانی که این سه پارامتر با یکدیگر مساوی باشند، این به معنی یک عدد غیر فازی متداول است. تابع عضویت یک عدد مثلثی فازی به صورت زیر می‌باشد.

$$\mu_{\tilde{M}} = \begin{cases} 0, x < l \\ (x-l)/(m-l), l \le x \le m \\ (u-x)/(u-m), m \le x \le u \\ 0, x > u \end{cases} \qquad (۱)$$



شکل شماره (۱): عدد مثلثی فازی

⊕ جمع اعداد فازی مثلثی:

$$\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1), \tilde{B} = (a_2, b_2, c_2)$$
$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1 + a_{2'}, b_1 + b_{2'}, c_1 + c_2)$$

⊖ تفریق اعداد فازی مثلثی:

$$\tilde{A}=(a_1,b_1,c_1),\ \tilde{B}=(a_2,b_2,c_2)$$
$$\tilde{A}\Theta\tilde{B}=(a_1-c_{2'},b_1-b_{2''},c_1-a_2)$$

⊗ ضرب اعداد فازی مثلثی:

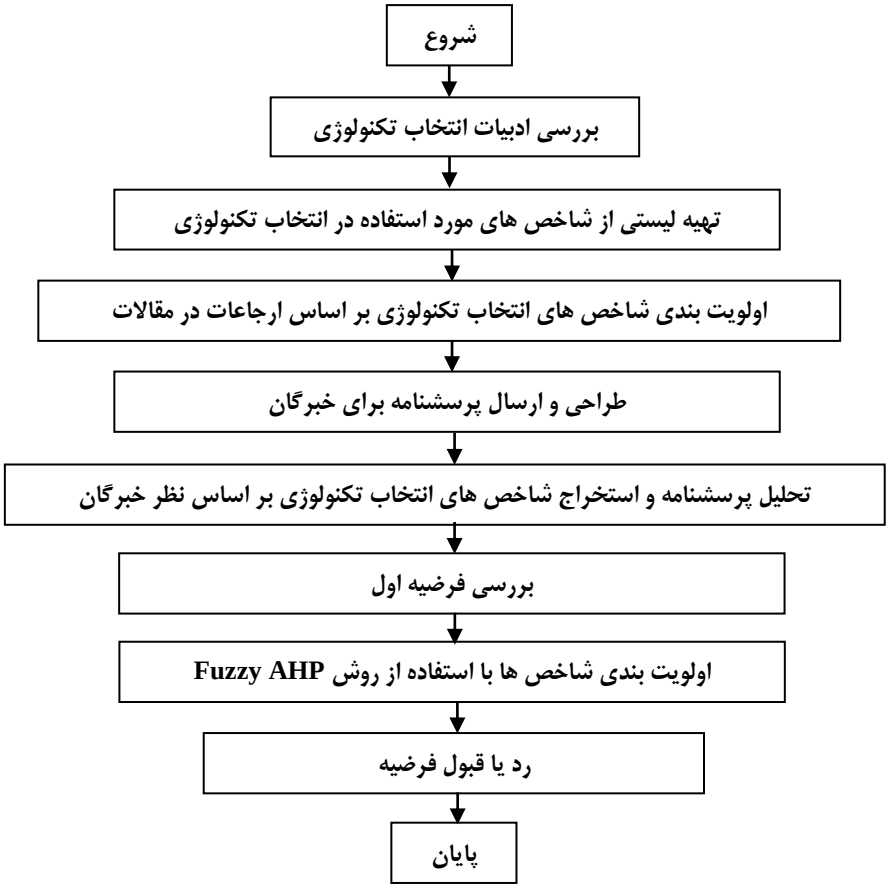
$$\tilde{A}=(a_1,b_1,c_1),\ \tilde{B}=(a_2,b_2,c_2)$$
$$\tilde{A}\otimes\tilde{B}=(a_1\times a_2,b_1\times b_2,c_1\times c_2)$$

⊘ تقسیم اعداد فازی مثلثی:

$$\tilde{A}=(a_1,b_1,c_1),\ \tilde{B}=(a_2,b_2,c_2)$$
$$\tilde{A}\oslash\tilde{B}=(a_1/c_2,b_1/b_2,c_1/a_2)$$

تحقیق حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی و از نظر روش از نوع توصیفی می‌باشد که هدف آن شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های موثر بر انتخاب تکنولوژی در سازمان ناجا است. جامعه آماری این تحقیق عبارت است از ۱۰ نفر از خبرگان و کارشناسان معاونت آماد و پشتیبانی ناجا در امر خرید و انتخاب تکنولوژی. با توجه به موضوع تحقیق، پرسشنامه برای تمامی خبرگان ارسال شده است. همه این افراد در مسائل تکنولوژی‌های مرتبط آماد و پشتیبانی ناجا خبره هستند و ارتباط مستقیمی با تغییرات تکنولوژی دارند. لازم به ذکر است از جامعه فوق ۲ نفر دارای تحصیلات دکتری، ۳ نفر دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و ۵ نفر دارای تحصیلات کارشناسی هستند. در این پژوهش در مرحله اول با مطالعات کتابخانه‌ای، جستجو در سایت‌های معتبر علمی و بررسی متون علمی موجود در خصوص شاخص‌های انتخاب تکنولوژی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری، از ادبیات تحقیق گردآوری می‌شوند. سپس با توجه به ادبیات تحقیق و بررسی وضعیت فعلی سازمان ناجا و مصاحبه با خبرگان و استفاده از روش دلفی فازی، شاخص‌های کلیدی در انتخاب تکنولوژی استخراج می‌شود. در مرحله بعد، شاخص‌ها از طریق پرسشنامه به جامعه خبرگان ارسال می‌گردد تا داده‌های لازم جهت اولویت‌بندی جمع‌آوری شود. مراحل انجام تحقیق مطابق نمودار ۱ می‌باشد.

نمودار شماره (۱): مراحل تحقیق



ابتدا روش‌های موجود انتخاب تکنولوژی و شاخص‌های آن در سازمان ناجا مورد ارزیابی قرار گرفت. در این بررسی به این نتیجه رسیدیم که اکثر این روش‌ها و شاخص‌ها به صورت تجربی بوده و از نظر علمی دارای بار علمی بسیار پایینی است. سپس با توجه به مدل‌ها و روش‌های انتخاب تکنولوژی که مفصلاً در ادبیات تحقیق به آنها پرداخته شده است، لیست شاخص‌های انتخاب تکنولوژی تهیه گردید. در ادامه طی برگزاری جلساتی با خبرگان سازمان در خصوص موضوع و ضرورت تحقیق و در خصوص روش دلفی فازی- شاخص‌های انتخاب تکنولوژی با استفاده از روش دلفی فازی مشخص گردید. سپس پرسشنامه ای دارای طیفی از ۱ تا ۹ که داده‌های روش AHP Fuzzy از آن حاصل می‌شود، به صورت یک ماتریس که از ۱۲ سطر تشکیل شده میان ۱۰ نفر از خبرگان معاونت آماد و پشتیبانی ناجا توزیع می‌گردد. داده‌های بدست آمده از ماتریس مقایسات زوجی پرسشنامه‌ها با استفاده از میانگین هندسی ادغام شده تا ماتریس تلفیقی حاصل شود و سپس شاخص‌ها با استفاده از آن اولویت‌بندی شوند.

روش میانگین هندسی جهت بدست آوردن ماتریس تلفیقی استفاده می‌شود و در اولویت بندی عناصر و فعالیت‌ها، برای اطمینان از نتایج بدست آمده و تصدیق روند عملیات، درجه خاصی از سازگاری لازم است. در شیوه AHP، ناسازگاری کلی قضاوت‌ها بوسیله نرخ سازگاری[19] (C.R) محاسبه می‌شود. نرخ سازگاری، میزان سازگاری مقایسات را مشخص می‌کند و این سازگاری نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌بندی حاصله بر اساس معیارهای تعریف شده و جداول ترکیبی اعتماد کرد. برای محاسبه نرخ سازگاری، تحقیقات متعددی صورت گرفته که بهترین روش آن استفاده از روش بردار ویژه است. براساس این روش نرخ سازگاری از رابطه (۱) اندازه‌گیری می شود:

$$C.R = \frac{CI}{IR} \qquad (۱)$$

برای تایید و یا رد فرضیه های اول و دوم باید اول فرضیه اول تحقیق مورد تایید قرار گیرد. چنانچه فرضیه اول مورد تایید واقع نشود، فرضیه دوم نیز رد خواهد شد. از این رو، شرط لازم جهت تایید فرضیه دوم، تایید فرضیه اول خواهد بود. چنانچه فرضیه اول مورد تایید قرار گرفت و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی و ترتیب آنها همانند فرضیه دوم محقق باشد، این فرضیه نیز تایید خواهد گردید و در غیر اینصورت رد خواهد شد.

برای شناسایی شاخص‌های کلیدی انتخاب تکنولوژی، شاخص‌های موجود در سازمان ناجا با معیارهای مطرح شده در روش‌های مورد بحث در ادبیات تحقیق مقایسه شده و معیارهای اصلاح شده اولیه تهیه شد سپس با استفاده از نظرات خبرگان، معیارهای نهایی جهت استفاده در مدل استخراج شده است. دلفی یک نظر خواهی تخصصی برای پیش‌بینی آینده است که براساس آن می‌توان نتایج مختلف را استخراج کرد. این روش ضمن سادگی، از اطمینان بالایی نیز برخوردار است، به طوری که برای جمع‌آوری و تلخیص نظرات و قضاوت‌های افراد (در یک حیطه معین) به کار می‌رود(فتحی و اجاره‌گاه،۱۳۸۱). طبق تعریف هادر(۱۹۹۵)، روش دلفی یک فرآیند قوی مبتنی بر ساختار ارتباط گروهی است، به‌طوری که در مواردی که دانشی ناکامل و نامطمئن در دسترس است، مورد استفاده قرار می‌گیرد و قضاوت به متخصصان آن امر سپرده می‌شود. روش دلفی در مواردی که محدودیت‌هایی از لحاظ کاربرد قوانین، فرمول‌ها و مدل‌های ریاضی مشاهده می‌گردد، کاربرد عمده‌ای دارد(احمدی،۱۳۷۶). روش دلفی فازی توسط ایشیکاوا[20] (۱۹۹۳) معرفی شده است و برگرفته از روش سنتی دلفی و تئوری مجموعه فازی است. نوردرهابن در سال ۱۹۹۵ نشان داد که کابرد روش دلفی فازی ابهام‌هایی که در نظرات خبرگان وجود دارد را برطرف می‌کند. در این مطالعه برای تبدیل واژگان زبانی خبرگان به اعداد فازی از اعداد فازی مثلثی استفاده می‌شود. تبدیل واژه های زبانی به اعداد مثلثی فازی در روش دلفی فازی:

[19] Consistency Rate
[20] Ishikawa

جدول شماره (۳): ارزش فازی متغیرهای زبانی

کاملا مناسب	(۱۰،۱۰،۹)
مناسب	(۱۰،۹،۷)
تا حدودی مناسب	(۹،۷،۵)
معمولی	(۷،۵،۳)
تاحدودی نامناسب	(۵،۳،۱)
نامناسب	(۳،۱،۰)
کاملا نامناسب	(۱،۰،۰)

مراحل روش دلفی فازی:

۱- جمع آوری نظرات گروه تصمیم گیرنده: تخصیص عدد فازی مثلثی به نظر خبره با توجه به واژه زبانی انتخاب شده توسط خبره به معیار مورد نظر؛

۲- محاسبه ارزش ارزیابی از عدد فازی مثلثی هر معیار که توسط خبرگان به آن معیار داده شده است. در این مطالعه از تکنیک میانگین هندسی که توسط کلیر و یوآن در سال ۱۹۹۵ پیشنهاد شده است، برای یافتن نظر خبرگان نسبت به یک معیار استفاده می شود، به این صورت که فرض می‌شود ارزش ارزیابی معیار j از نگاه خبره شماره i میان n خبره $\tilde{W}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ است، که $i = 1,2,...,n$ $j = 1,2,...,m$. سپس ارزش فازی معیار j که $\tilde{W}_j = (a_j, b_j, c_j)$ است به صورت زیر محاسبه می شود.

$$a_j = \min\{a_{ij}\}, b_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_{ij} \ , \ c_j = \max\{c_{ij}\}$$

۳- دیفازی سازی: برای دیفازی سازی از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$S_j = \frac{a_j + 4b_j + c_j}{6}, \ j = 1,2,...,m$$

۴- در انتها برای استخراج معیارهای مورد نظر حدی را برای قبول یا عدم قبول آن معیار در نظر می گیریم. در این مطالعه با توجه به قانون ۲۰-۸۰ مرز قابل قبول بودن معیار ۸ است. اگر مقدار دیفازی شده عدد فازی مثلثی با توجه به نظر خبرگان بالاتر از ۸ باشد معیار مورد نظر بعنوان معیار مورد قبول پذیرش شده و در غیر اینصورت مورد قبول واقع نمی‌شود.

$Sj \geq \alpha$

$Sj < \alpha$

۱. روش AHP Fuzzy: جهت جمع‌آوری داده‌ها از خبرگان برای اولویت‌بندی شاخص‌ها استفاده شد. بـرای ایـن کـار از ماتریس‌های مقایسات زوجی جهت روش AHP Fuzzy استفاده کردیم.

AHP توسط ساعتی در سال ۱۹۷۰ معرفی شده و کاربرد آن بر سه اصل زیرین استوار است:

الف) برپایی یک ساختار و قالب رده‌ای برای مسئله؛

ب) برقراری ترجیحات از طریق مقایسات زوجی (بصورت نرخ نهایی جانشینی[۲۱])؛

ج) برقرای سازگاری منطقی از اندازه‌گیری‌ها(ساعتی،۱۹۸۰).

لاهروویچ و پدریچ(۱۹۸۳) روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی را پیشنهاد دادند. این روش کاربردی از فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی است. مقیاس زبانی از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند بصورت عدم اطمینان فازی بیان شود، زمانی که تصمیم گیرنده تصمیمی را می‌گیرد. بنابراین روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی نظرات

[21] Marginal rate of substitution

خبرگان از ارزش‌های قبلی تعریف شده را به اعداد فازی و توابع عضویت بمنظور رسیدن به ارزیابی قابل قبول‌تری تبدیل می‌کند. با توجه به روش پیشنهادی لاهروویچ و پدریچ مشخص می‌شود که بسیاری از مفاهیم در دنیای واقعی حالت مبهم دارند.

تبدیل واژگان زبانی به اعداد مثلثی فازی در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی:

جدول شماره (۴): ارزش فازی متغیرهای زبانی در مقایسات زوجی

کاملا مرجح	(۹،۹،۹)
میانی	(۹،۸،۷)
بسیار قوی	(۸،۷،۶)
میانی	(۷،۶،۵)
قوی	(۶،۵،۴)
میانی	(۵،۴،۳)
تا اندازه ای قوی	(۴،۳،۲)
میانی	(۳،۲،۱)
یکسان	(۱،۱،۱)

مراحل روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی:

۱- تعیین مسئله: ابتدا مسئله مورد بررسی بمنظور حل را تعیین می کنیم. در این مسئله هدف تعیین اولویت شاخص‌های انتخاب تکنولوژی است.

۲- ایجاد ساختار سلسله مراتبی: تعیین ساختار مناسب بمنظور سطح بندی معیارها، از طریق ادبیات مورد نظر. در این مطالعه توسط خبرگان و از طریق روش دلفی فازی استخراج شده و سطح‌بندی می‌شود.

۳- مقایسات زوجی: تشکیل اندازه‌های مقایسات زوجی در میان تمام معیارها در ابعاد سیستم سلسله مراتبی. تخصیص واژه‌های زبانی به مقایسات زوجی با این پرسش که از میان این دو معیار کدام یک چقدر به دیگری برتری دارد برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری زیر:

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} 1 & \tilde{a}_{21} & \cdots. & \tilde{a}_{21} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{21} \\ \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{21} & \cdots & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \tilde{a}_{21} & \cdots. & \tilde{a}_{21} \\ \dfrac{1}{\tilde{a}_{21}} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{21} \\ \\ \dfrac{1}{\tilde{a}_{21}} & \dfrac{1}{\tilde{a}_{21}} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

مقیاس دو قطبی فاصله ای در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی:

$$\tilde{a}_{ij} \begin{cases} \tilde{9}^{-1}, \tilde{8}^{-1}, \tilde{7}^{-1}, \tilde{6}^{-1}, \tilde{5}^{-1}, \tilde{4}^{-1}, \tilde{3}^{-1}, \tilde{2}^{-1}, \tilde{1}^{-1}, \tilde{1}, \tilde{2}, \tilde{3}, \tilde{4}, \tilde{5}, \tilde{6}, \tilde{7}, \tilde{8}, \tilde{9} & i \neq j \\ \tilde{1} & i = j \end{cases}$$

۴- برای استفاده از میانگین هندسی برای تعیین میانگین هندسی فازی و اوزان فازی برای هر معیار از تکنیکی که توسط هسیه و دیگران[22] (۲۰۰۴) معرفی شده است استفاده می‌کنیم.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \ldots \otimes \tilde{a}_{in}) \frac{1}{n}$$

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \ldots. \oplus \tilde{r}_n)^{-1}$$

که در رابطه بالا $\tilde{a}ij$ ارزش مقایسه فازی معیار i نسبت به معیار j است. بنابراین $\tilde{r}_i$ میانگین هندسی از ارزش مقایسات i امین معیار نسبت به معیارهای دیگر است و $\tilde{w}_i$ وزن فازی معیار است که می‌تواند بصورت یک عدد مثلثی فازی

[22] Hsieh et al

$\tilde{w}_i = (lw_i, mw_i, uw_i)$ نشان داده شود. lw_i ، mw_i و uw_i بترتیب ارزش‌های پایین، متوسط و بالای وزن فازی معیار i ام است.

۵- برای بدست آوردن اوزان دیفازی شده از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$w_j = \frac{lw_i + 4mw_i + uw_i}{6}$$

به منظور شناسایی این شاخص‌ها، لیست کامل شاخص‌ها به صورت پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به اینکه در لیست نهایی شاخص‌ها، ۲۵ شاخص تعریف و تدوین شده بود و با توجه به اصل ۸۰-۲۰ پارتو،۶ شاخص بعنوان شاخص‌های ضروری بمنظور انتخاب تکنولوژی تعیین گردید. با توجه به نتایج حاصل از این پرسشنامه، مشخص شد که شاخص‌های کلیدی انتخاب تکنولوژی در سازمان ناجا عبارتند از:

C۱: جذابیت استراتژیک، C۲: مسائل سیاسی، C۳: جذابیت اقتصادی تکنولوژی ، C۴: دانش فنی و یادگیری، C۵: خلق ارزش و C۶: کاربردی بودن.

از این رو، فرضیه اول مورد قبول واقع نمی‌شود و رد می‌گردد. به دلیل عدم تایید فرضیه اول، فرضیه دوم نیز رد می‌گردد؛ چرا که شاخص‌های فرضیه دوم با یکدیگر یکسان نبوده و نمی‌توان آنها را مقایسه نمود. ماتریس نهایی که تلفیق قضاوت خبرگان در ارتباط با ارزش گذاری معیارهای بدست آمده از روش دلفی فاز به این صورت است:

جدول شماره(۵): ماتریس تلفیق قضاوت خبرگان

معیار	C۱			C۲			C۳			C٤			C٥			C٦		
C۱	۱	۱	۱	۰/۴۴۳	۰/۵۴۴	۰/۶۸۷	۰/۸۰۳	۱/۰۰۸	۱/۲۳۱	۱/۵۰۶	۱/۹۰۵	۲/۳۶۱	۱/۵۹۵	۱/۹۰۳	۲/۱۸۶	۱/۹۲۱	۲/۱۹۹	۲/۴۶۲
C۲	۱/۶۴۴	۲/۲۳۳	۲/۹۴۵	۱	۱	۱	۱/۲۸۲	۱/۸۸۸	۲/۵۳۱	۳/۰۶۳	۳/۸۷۷	۴/۶۳۶	۲/۵۱۴	۳/۷۲۸	۴/۸۰۹	۳/۷۰۲	۴/۸۱۳	۵/۸۸۲
C۳	۰/۹۳۳	۱/۱۶۶	۱/۴۹	۰/۳۹۵	۰/۵۳	۰/۷۸	۱	۱	۱	۱/۸۸۸	۲/۵۹	۳/۳۹۷	۱/۱۲	۱/۵۲۷	۱/۹۵۴	۱/۴۲۹	۱/۸۱	۲/۲۲۹
C٤	۰/۴۵۴	۰/۵۸۶	۰/۷۶۳	۰/۳۱۴	۰/۲۵۸	۰/۳۲۷	۰/۲۹۴	۰/۳۸۶	۰/۵۳	۱	۱	۱	۰/۶۳۴	۰/۷۸۴	۰/۹۸۲	۰/۷۰۳	۰/۹۰۵	۱/۱۵۳
C٥	۰/۵۷	۰/۶۵۵	۰/۷۸۱	۰/۲۰۸	۰/۲۶۸	۰/۳۹۸	۰/۵۱۲	۰/۶۵۵	۰/۸۹۳	۱/۰۱۸	۱/۲۷۶	۱/۵۷۸	۱	۱	۱	۱/۰۵۹	۱/۳۵۱	۱/۷۴۱
C۶	۰/۵۰۶	۰/۵۶۶	۰/۶۴۹	۰/۱۷	۰/۲۰۸	۰/۲۷	۰/۴۴۹	۰/۵۵۲	۰/۷	۰/۸۶۷	۱/۱۰۵	۱/۴۲۳	۰/۵۷۴	۰/۷۴	۰/۹۴۴	۱	۱	۱
Cr		۰/۰۵																

در ادامه برای محاسبه اوزان فازی، رویه‌های محاسبه همانگونه که در روش‌شناسی تحقیق گفته شد بصورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{r}_1 = (\tilde{a}_{11} \otimes \tilde{a}_{12} \otimes .\tilde{a}_{13} \otimes \tilde{a}_{14} \otimes \tilde{a}_{15} \otimes \tilde{a}_{16})^{\frac{1}{6}}$$

$$\tilde{r}_1 = \begin{pmatrix} (1,1,1) \otimes (0/443,0/544,0/687) \otimes .(0/803,1/008,1.231) \otimes (1/506,1/905,2/361) \\ \otimes (1/595,1/903,2/186) \otimes (1/921,2/199,2/462) \end{pmatrix}^{\frac{1}{13}} = (1/086,1/279,1/486)$$

مقادیر $\tilde{r}_i$ در جدول نشان داده شده‌اند. $\tilde{r}_i$ ارزش فازی یک معیار در مقابل معیارهای دیگر است.

جدول شماره(۶): مقادیر $\tilde{r}_i$

$\tilde{r}_i$	lr_i	mr_i	ur_i
$\tilde{r}_1$	۱/۰۸۶	۱/۲۷۹	۱/۴۸۶
$\tilde{r}_2$	۱/۹۷۹	۲/۵۷۸	۳/۱۵۳
$\tilde{r}_3$	۱/۰۱۸	۱/۲۸۱	۱/۶۰۷
$\tilde{r}_4$	۰/۴۸۳	۰/۵۸۸	۰/۷۲۸
$\tilde{r}_5$	۰/۶۳۵	۰/۷۶۴	۰/۹۵۶
$\tilde{r}_6$	۰/۵۱۸	۰/۶۳۱	۰/۷۴

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes \left(\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus .\tilde{r}_3 \oplus \tilde{r}_4 \oplus \tilde{r}_5 \oplus \tilde{r}_6\right)^{-1}$$

$$\tilde{w}_1 = \tilde{r}_1 \otimes \left(\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus .\tilde{r}_3 \oplus \tilde{r}_4 \oplus \tilde{r}_5 \oplus \tilde{r}_6\right)^{-1}$$

$$\tilde{w}_1 = (1/086,1/279,1/486) \otimes \begin{pmatrix} 1/(1/486+3/153+1/607+0/728+0/956+0/74), \\ 1/(1/279+2/578+1/281+0/588+0/764+0/613), \\ 1/(1/086+1/979+1/018+0/483+0/635+0/518) \end{pmatrix}$$

$$= (0/125,0/18,0/26)$$

اوزان فازی شاخص های انتخاب تکنولوژی در جدول نشان داده شده‌اند.

جدول شماره(۷): اوزان فازی شاخص‌های انتخاب تکنولوژی

رتبه‌بندی بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی	w_i	اوزان دیفازی شده	uw_i	mw_i	lw_i	اوزان فازی
۳	۰/۱۸۴	W_1	۰/۲۶	۰.۱۸	۰/۱۲۵	$\tilde{W}_1$
۱	۰/۳۷۲	W_2	۰/۵۵۱	۰.۳۶۳	۰/۲۲۸	$\tilde{W}_2$
۲	۰/۱۸۷	W_3	۰/۲۸۱	۰/۱۸	۰/۱۱۷	$\tilde{W}_3$
۶	۰/۰۸۶	W_4	۰/۱۲۷	۰/۰۸۳	۰/۰۵۶	$\tilde{W}_4$
۴	۰/۱۱۲	W_5	۰/۱۶۷	۰/۱۰۸	۰/۰۷۳	$\tilde{W}_5$
۵	۰/۰۸۹	W_6	۰/۱۲۹	۰/۰۸۶	۰/۰۶	$\tilde{W}_6$

با توجه به محاسبات فازی بالا رتبه‌بندی شاخص‌های انتخاب تکنولوژی در جدول نشان داده شده است.

جدول شماره(۸): رتبه‌بندی شاخص‌های انتخاب تکنولوژی

رتبه‌بندی بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی	معیار
۳	جذابیت استراتژیک
۱	مسائل سیاسی
۲	جذابیت اقتصادی تکنولوژی
۶	دانش فنی و یادگیری
۴	خلق ارزش
۵	کاربردی بودن

در این بخش بر اساس ادبیات انتخاب تکنولوژی دو فرضیه را مطرح کردیم. با توجه به تنایج بدست آمده از روش دلفی فازی فرضیه اول مبنی بر اهمیت شاخص‌های بدست آمده از ادبیات تحقیق رد می‌شود و در نتیجه فرضیه دوم نیز رد می‌شود همچنین با توجه به اولویت‌های بدست آمده از روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی مشخص می‌شود که شاخص مسائل سیاسی مهمترین شاخص برای انتخاب تکنولوژی مناسب برای سازمان ناجا است.

۳- نتایج و بحث

با توجه به مطالعه ادبیات انتخاب تکنولوژی فرض تحقیق بر مبنای این مطالعات به این صورت مطرح شد که شاخص‌های موثر بر انتخاب تکنولوژی به این صورت می‌باشند: جذابیت استراتژی، ریسک، جذابیت اقتصادی، پیچیدگی تکنولوژی، انعطاف‌پذیری و زمان دستیابی. این فرض بدان معناست که شاخص‌های انتخاب تکنولوژی در سازمان ناجا تماماً بر عوامل درون‌سازمانی تمرکز دارد. پس از انجام تحقیق مشخص گردید که این فرض محقق تایید نمی‌گردد و به عبارت دیگر از میان ۶ شاخص انتخابی، ۱ شاخص تاکید بر عوامل برون‌سازمانی داشته است که با توجه به نتایج بدست آمده از وزن بالایی برخوردار است.

جدول شماره(۹): مقایسه تنایج تحقیق با ادبیات انتخاب تکنولوژی

اولویت‌بندی شاخص	اولویت‌بندی شاخص‌ها بر اساس AHP Fuzzy	اولویت‌بندی شاخص‌ها بر اساس ادبیات تحقیق
۱	مسائل سیاسی	جذابیت استراتژیک
۲	جذابیت اقتصادی	ریسک
۳	جذابیت استراتژیک	جذابیت اقتصادی
۴	خلق ارزش	پیچیدگی تکنولوژی
۵	کاربردی بودن	انعطاف‌پذیری
۶	دانش فنی و یادگیری	زمان دستیابی

در واقع نوآوری این تحقیق یافتن شش شاخص مهم در انتخاب تکنولوژی و تاکید بر عوامل برون سازمانی در کنار عوامل درون سازمانی در فرآیند انتخاب تکنولوژی می‌باشد. نوآوری دیگر این تحقیق با توجه به اولویت‌بندی شاخص ها بوسیله‌ی روش AHP Fuzzy در سازمان ناجا، یافتن کلیدی‌ترین شاخص انتخاب تکنولوژی، یعنی مسائل سیاسی است. با توجه به یافته‌های تحقیق، مسائل سیاسی حتی در برخی موارد مشخص کننده هزینه دستیابی به تکنولوژی نیز می‌باشد و از طرف دیگر، اگر مسائل سیاسی حل نگردد و یا برای مثال تحریم‌های سیاسی موجبات عدم دستیابی به تکنولوژی مزبور را فراهم آورد، سایر مسائل بسیار کمرنگ خواهند شد. در این تحقیق به غیر از موارد و یافته‌های مرتبط با فرضیه‌های تحقیق مشخص گردید که شاخص‌هایی که به صورت جامع هم مسائل محیطی و هم مسائل درون سازمانی را مورد توجه قرار می‌دهند در زمینه انتخاب تکنولوژی به منظور توسعه وجود ندارد. برخی از مدل‌ها به صورت خیلی مختصر در این زمینه به بحث پرداخته و برخی دیگر هیچگونه نظری نداده‌اند. در این تحقیق سعی بر این شد تا کلیه شاخص‌هایی که به صورت مستقیم در ارتباط با انتخاب تکنولوژی جهت توسعه می‌باشند یافت گردد و در ادامه به منظور افزایش جامعیت تحقیق و همچنین اعمال نظر خبرگان این امر، شاخص‌های محیطی نیز در این زمینه مشخص گردد. برای این منظور برخی از شاخص‌هایی که در خصوص انتقال تکنولوژی و یا شاخص‌های مرتبط با خرید تکنولوژی بود برای این بخش انتخاب گردید که در لیست نهایی شاخص‌ها در قسمت ادبیات تحقیق گنجانده شده است.

بمنظور مطالعات آتی می‌توانیم از این روش برای انتخاب شاخص‌های مناسب انتخاب تکنولوژی در دیگر بخش‌های سازمان ناجا استفاده کنیم. از آنجایی که روش‌های MCDM بسیار متنوع هستند و امکان حصول جواب‌های متفاوت وجود دارد، پیشنهاد می‌شود میزان تناسب نوع مسئله و نوع تکنیک با استفاده از روش‌های تحلیل حساسیت بررسی شود. پیشنهاد می‌شود تدوین شاخص‌های انتخاب تکنولوژی در این تحقیق و تحقیقات مشابه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام شده و با استفاده از تکنیک‌های MADM اولویت‌بندی شود این امر به شناسایی شاخص‌های کلیدی فرضیه اول کمک شایان توجهی می‌نماید.

٤- منابع

1- Ahmadi, A.(1998). Application of Delphi method in determining and priorities the organization's strategic goals. Fifth Conference on Industrial Engineering student.
2- Azar,A., Rajabzade, A.(2003). Applied Decision (MADM approach). Tehran: Negah Danesh Publication.
3- Khalil, T.(2008). Technology management. Tehran: Publications of Cultural Research Office.
4- Fathi Vajargah, K.(2003). Training Needs Assessment (Patterns and Techniques). Tehran: Aeezh Publication.
5- Nasirzade,GH.(2000). Technology in enterprise service. Tehran: Industrial Management Institute Publication.
6- Abetti, P. (1989). Linking Technology and Business Strategy. Amacom Books, 45-80.
7- Achilladelis, B., & Antonakis, N. (2001). The dynamics of technological innovation: the case of the pharmaceutical industry. Research Policy, 535-588.
8- Awazu, Y. (2006). Managing technology alliances: The case for knowledge management. International Journal of Information Management, 484-493.

9- Bayazit, O. (2005). Use of AHP in decision-making for flexible manufacturing systems. Journal of Manufacturing Technology Management, 16.
10- Bellman, R., & Zadeh, L. (1970). Decision-making in a fuzzy environment management. Science, 17, 141–164.
11- Brown, S., Dennis, A., & Venkatesh, V. (2010). Predicting Collaboration Technology Use: Integrating Technology Adoption and Collaboration Research. Journal of Management Information Systems, 9-53.
12- Cantwell, J. (1992). The internalization of technological activity and its implications for competitiveness, in: O. Grandstrand, L. HakanSon, S. Sjolander (Eds.), Technology Management and International Business: Internationalisation of R&D and Technology. New York: Wiley.
13- Carlson, J., & Zmud, R. (1999). Channel expansion theory and the experiential nature of media richness perceptions. Academy of Management Journal, 153-170.
14- Chiesa, V. (1998). R&D Strategy and Organization. Series on Technology Management, 107-188.
15- Chiesa, V.; Manzini, R.; Tecilla, F. (2000). Selecting Sourcing Strategies for Technological Innovation. International Journal of Operations & Production Management, 1017-1037.
16- Choudhury, A., Shankar, R., & Tiwari, M. (2006). Consensus-based intelligent group decision-making model for the selection of advanced technology. Decision Support Systems 42, 1776–1799.
17- Coldrick, S., Longhurst, P., Ivey, P., & Hannis, J. (2005). An R&D options selection model for investment decisions. Technovation, 185-193.
18- Da Silveira, G., & Cagliano, R. (2006). The relationship between interorganizational information systems and operations performance. International Journal of Operations & Production Management, 232-281.
19- Daft, L. (2006). The New Era of Management. International Student Edition.
20- Daft, R., & Lengel, R. (1986). Organizational information requirements, media richness and structural design. Management Science, 554-571.
21- Daim, T., & Kocaoglu, D. (2008). Exploring technology acquisition in Oregon, Turkey and in the U.S. electronics manufacturing companies. Journal of High Technology Management Research, 45-58.
22- Dussauge, P., Hart, S., & Ramanatsoa, B. (1992). Strategic technology management. New York: Wiley.
23- Erensal, Y., Oncan, T., & Demircan, M. (2006). Determining key capabilities in technology management using fuzzy analytical hierarchy process: A case study of Turkey. Information Sciences, 2755-2770.
24- Evans, A., Strezov, V., & Evans, T. (2009). Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1082-1088.
25- Farooq, S., & O'Brien, C. (2010). Risk calculations in the manufacturing technology selection process. Journal of Manufacturing Technology Management, 28-49.
26- Gimenez, G. (2006). Investment in new technology: modeling the decision process. Technovation, 345-350.
27- Granstrand, O. (2004). The economics and management of technology trade: Towards a pro-licensing era? International Journal of Technology Management, 209-240.
28- Gregory, M. (1995). Technology management: a process approach, Proc. IME. B. J. Eng. Manufact, 347-355.
29- Hader, H. (1995). Delphi and cognitions psychology. ZUMA, 13.
30- Hänninen, S., & Kauranen, I. (2007). Product innovation as micro strategy. International Journal of Innovation and Learning, 425-443.
31- Hemmert, M. (2004). The Influence of Institutional Factors on the Technology Acquisition Performance of High-Tech Firms: Survey Results from Germany and Japan. Research Policy, 1019-1039.
32- Hemphill, T. (2006). Economic considerations in cooperative research and development agreements (CRADA): The case of Taxol, NIH, and technology transfer. Technology in Society, 321-331.

33- Herps, M., van Mal, H., & Halman, I. (2003). The Process of Selecting Technology Development Project: A Practical Framework. University of Technology.
34- Ho, W. (2008). Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review. European Journal of Operational Research, 211-228.
35- Hsieh, T.-Y., Lu, S.-T., & Tzeng, G.-H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. International Journal of Project Management, 22, 573–584.
36- Hsu, Y., Lee, C., & Kreng, V. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. Expert Systems with Applications, 419-425.
37- Husain, Z., Sushil, & Pathak, R. (2002). A technology management perspective on collaborations in the Indian automobile industry: a case study. J. Eng. Technol. Manage, 167-201.
38- Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993).The max–min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. Fuzzy Sets and Systems, 55, 241–253.
39- Kasvi, J., Vartiainen, M., & Hailikari, M. (2003). Managing knowledge and knowledge competences in projects and project organisations. International Journal of Project Management, 571-582.
40- Keogh, W., Stewart, V., & Taylor, J. (2001). Developing strategies for growth in HTSFs: looking beyond survival in an increasingly competitive marketplace, in: During, W., Oakey, R. (Eds.), New Technology-Based Firms in the New Millenium. London: Pergamon Press.
41- Kim, B. (2003). Managing the transition of technology life cycle. Technovation, 372-381.
42- Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). Fuzzy sets and fuzzy logic – Theory and application. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
43- Kulak, O., Kahraman, C., Öztayşi, B., & Tanyaş, M. (2005). Multi-attribute information technology project selection using fuzzy axiomatic design. The Journal of Enterprise Information, 275-288.
44- Laarhoven, P., & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Sati's priority theory. Fuzzy Sets and System, 11, 229–241.
45- Landeta , J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. Technological Forecasting & Social Change, 467-482.
46- Langley, A., Mintzberg, H., Pitcher, P., Posada, E., & Saint-Macary, J. (1995). Opening up decision making: the view from the black stool. Organization Science, 260-279.
47- Laurie, D. (2001). Venture Catalyst. New York: McGraw-Hill.
48- Lee, H., Kim, C., Cho, H., & Park, Y. (2009). An ANP-based technology network for identification of core technologies: A case of telecommunication technologies. Expert Systems with Applications, 894-908.
49- Lee, J., & Kim, S. (2001). An integrated approach for interdependent information system project selection. Int. J. Proj. Manag, 111–118.
50- Lee, S., Kang, S., Park, E., & Park, Y. (2008). Applying Technology Road-Maps in Project Selecting and Planning. International Journal of Quality & Reliability Management, 39-51.
51- Lefebvre, L., Langley, A., Harvey, J., & Lefebvre, E. (1992). Exploring the strategy–technology connection in small manufacturing firms. Production and Operations, 269−285.
52- Lehtimäki, T., Simula, H., & Salo, J. (2009). Applying knowledge management to project marketing in a demanding technology transfer project: Convincing the industrial customer over the knowledge gap. Industrial Marketing Management, 228-236.
53- Leseure, M., & Brookes, N. (2004). Knowledge management benchmarks for project management. Journal of Knowledge Management, 103-116.
54- Liu, H., & Jiang, Y. (2001). Technology transfer from higher education institutions to industry in China: nature and implications. Technovation, 175–188.
55- Lucheng, H., Xin, L., & Wenguang, L. (2010). Research on emerging technology selection and assessment by technology foresight and fuzzy consistent matrix. 77-89.
56- Mahmoodzadeh, S., & Shahrabi, J. (2007). "Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique". Proceedings of World Academy of Science. Engineering and Technology.

57- McAdam, R., Keogh, W., Galbraith, B., & Laurie, D. (2005). Defining and improving technology transfer business and management processes in university innovation centres. Technovation, 1418-1429.
58- Noorderhaben, N. (1995). Strategic decision making. UK: Addison-Wesley.
59- Patterson, K., Grimm, C., & Corsi, T. (2003). Adopting new technologies for supply chain management. Transportation Research Part E, 95–121.
60- Peças, P., Ribeiro, I., Folgado, R., & Henriques, E. (2009). A Life Cycle Engineering model for technology selection: a case study on plastic injection moulds for low production volumes. Journal of Cleaner Production, 846-856.
61- Phaal, R., Farrukh, C., & Probert, D. (2001). Technology management process assessment: A case study. International Journal of Operations and Production Management, 1116-1132.
62- Phaal, R., Farrukh, C., & Probert, D. (2006). Technology management tools: concept, development and application. Technovation, 336–344.
63- Prajogo, D., & Sohal, A. (2006). The integration ofTQMand technology/R&D management in determining quality and innovation performance. international journal of management science, 296-312.
64- Reinsch, N., & Beswick, R. (1990). Voice mail versus conventional channels: A cost minimization analysis of individuals' preferences. Academy of Management Journal, 801-816.
65- Saaty, T.L. (1980). The Analytical Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.
66- Schweizer, L. (2005). Knowledge transfer and R&D in pharmaceutical companies: A case study. J. Eng. Technol. Manage, 315–331.
67- Shehabuddeen, N., Probert, D., & Phaal, R. (2006). From theory to practice: challenges in operationalising a technology selection framework. Technovation, 324-335.
68- Shen, Y. C., Chang, S. H., Lin, G., & Yu, H. C. (2010). A hybrid selection model for emerging technology. Technological Forecasting & Social Change, 151-166.
69- Shen, Yung-Chi; Lin, Grace T.R.; Tzeng, Gwo-Hshiung. (2011). Combined DEMATEL techniques with novel MCDM for the organic light emitting diode technology selection. Expert Systems with Applications, 1468-1481.
70- Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). The Social Psychology of Telecommunications. London: John Wiley.
71- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L., & Link, A. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. J. Eng. Technol. Manage, 115-142.
72- Siriram, R., & Snaddon, D. (2005). Verifying links in technology management, transaction processes and governance structures. Technovation, 321-337.
73- Stacey, G., & Ashton, W. (1990). A structured approach to corporate technology strategy. Int. J. Technol. Manage, 389-1407.
74- Stewart, R. (2008). A framework for the life cycle management of information technology projects: ProjectIT. International Journal of Project Management, 203-212.
75- Sung, T. (2009). Technology transfer in the IT industry: A Korean perspective. Technological Forecasting & Social Change, 700–708.
76- Swamidass, P., & Kotha, S. (1998). Explaining manufacturing technology use, firm size and performance using a multidimensional view of technology. Journal of Operations Management, 23-37.
77- Takayama, M., & Watanabe, C. (2002). Myth of market needs and technology seeds as a source of product innovation — an analysis of pharmaceutical new product development in an anti-hypertensive product innovation. Technovation, 353-362.
78- Tingling, P., & Parent, M. (2004). An exploration of enterprise technology selection and evaluation. Journal of Strategic Information Systems, 329–354.
79- Venanzi, D. (1996). A new approach to the identification and selection of international technology transfer modes: logical framework and empirical evidence. Technovation, 287-300.
80- Walsh, S., & Linton, J. (2011). The Strategy-Technology Firm Fit Audit: A guide to opportunity assessment and selection. Technological Forecasting & Social Change, 199-216.

81- Wu, L., & Ong, C. (2008). Management of information technology investment: A framework based on a Real Options and Mean–Variance theory perspective. Technovation, 122–134.
82- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8, 338–353.
83- Zaidmanand, B., & Gevidalli, G. (1989). TEQ–a methodology for comparative evaluation of technologies. Engineering Costs and Production Economics, 131-138.
84- Zhang, J., Daim, T., Choi, B.-C., & Phan, K. (2008). A multiple-perspective model for technology assessment Case of mobile broadband technologies selection in China. Journal of Technology Management in china, 264-278.