فصلنامه آینده پژوهی مدیریت
سال سی و دوم/ شماره ۱۲۸/ بهار ۱۴۰۱

طراحی یک سیستم هوش مصنوعی فازی در انتخاب فناوری سلامت در فرآیند آینده نگاری

فاطمه حمیدی

گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

صادق عابدی (مسئول مکاتبات)

گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

Abedi.sadegh@gmail.com

محمدرضا ثنایی

گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۲

چکیده:

به طور کلی می‌توان اهمیت فناوری حوزه سلامت در دنیای امروزی را این گونه بیان کرد که این فناوری زیربنای موفقیت در توسعه خدمات پزشکی، می باشد. یکی از اهداف بلند مدتِ تعیین شده برای صنعت تجهیزات پزشکی در کشور، حرکت به سمت خودکفایی و کاهش نیاز به واردات است. لازمه‌ی دستیابی به این هدف، مستلزم ارزیابی دقیق و آینده نگرانه می باشد. یکی از فرایندهای اصلی در آینده نگاری، ارزیابی فناوری می باشد. در واقع زمانی که می خواهیم برای سازمان ها آینده نگاری انجام دهیم اولا روندهای آینده فناوری را شناسایی کرده و دوماً سطح فناوری موجود اندازه گیری شود. تا زمانی که سطح فناوری موجود اندازه گیری نگردد عملا آینده نگاری معنی و مفهومی ندارد. بنابراین یکی از بخش های مهم در آینده نگاری فناوری بحث ارزیابی فناوری موجود در حوزه سلامت می باشد. بر اساس خروجی تحقیق، متغیرهای ورودی سیستم خبره فازی عبارتند از تحقیق و توسعه، توسعه فناوری، مهندسی، ساخت و تولید و سطح رقابت پذیری و متغیر خروجی سیستم شامل پنج سطح ارزیابی می باشند.

واژه‌های کلیدی: فناوری های سلامت، ارزیابی، آینده نگاری، سیستم خبره فازی

۱-مقدمه

در طول تاریخ، علم و فناوری عامل اصلی نوآوری های مولد توسعه اقتصادی بوده (Zewail ۲۰۱۰) و امروزه نیز بدون تردید علم و فناوری موتور محرک جوامع مدرن و محور اصلی توسعه و روند جهانی شدن است (ذوالفقارزاده و هاجری ۱۳۹۶). کشور ما نیز از این امر مستثنی نیست و در این زمینه سیاست‌های مختلفی را در قالب سیاست‌های کلان و قوانین در حوزه فناوری، طراحی و تدوین کرده است. امروزه، با پیشرفت فناوری در سطوح مختلف و همچنین ضرورت استفاده از فناوری های مدرن نیاز به ارزیابی فناوری پیش از پیش احساس می شود. ارزیابی یک ابزار یا چارچوب فکری است که به درک بهتر نسبت به فن آوری و تصمیم گیری در خصوص آن کمک می کند (Khamseh and Pashmchi ۲۰۱٤).(دهقانی سانیچ و بهروزنیا ۱۳۹٤) به عبارتی، ارزیابی فناوری را می‌توان فرایندی نظام‌مند دانست که سازگاری، کارایی و اثربخشی سیاست‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌ها را در دستیابی به اهداف اولیه‌ی خود بررسی می‌کند و نتایجِ آن به فرایند سیاست‌گذاری بازخورد می‌شود. بنابراین، ارزیابی ابزاری است در خصوص کمک به فرایند آینده نگاری به کشورها در زمینه برنامه ریزی تکنولوژی های آینده کمک می نماید (Miles ۲۰۱۰). مرکز پژوهش های مشترک اروپا، آینده نگاری را یک فرآیند نظام مند با هدف گردآوری آگاهی معطوف به آینده به منظور ترسیم چشم اندازی میان برد تا دراز مدت، توصیف کرده است که نتایج آن درایجاد تصمیم گیری های کنونی و نیز به جنبش در آوردن فعالیت های منسجم جامعه به سمت آینده به کار می رود (Meissner, Gokhberg, and Sokolov ۲۰۱۳). آینده نگاری فناوری می تواند به منظور شناسایی فناوری های کلیدی یا حیاتی یک کشور یا یک صنعت که نیازمند توسعه آینده مطلوب خود است، به کار گرفته شود (Chen, Wakeland, and Yu ۲۰۱۲). همچنین می توان آن را به عنوان یکی از اجزا اصلی فرآیند توسعه تکنولوژی در نظر گرفت. برونداد آینده نگاری فناوری مجموعه ای از استراتژی ها و زیرساخت های فناوری است. علاوه بر این به شرکت های خصوصی و دولتی در زمینه نوآوری، انتقال و مدیریت فناوری و رقابت پذیری کمک می کند (Chan and Daim ۲۰۱۲, UNIDO ۲۰۰۵). (همت و دیگران ۱۳۹۷) امروزه سرعت روز افزون توسعه‌ی فناوری‌های پیشرفته در حوزه های اساسی و تاثیرگذار صنعتی سبب شده است که به سیاست‌گذاری در این زمینه‌ها توجه ویژه‌ای شود. صنعت تجهیزات پزشکی یکی از صنایع مطرح و رو به رشد در سطح جهانی است و می‌توان گفت که نقش بازوی اصلی صنعت سلامت را ایفا می‌کند. به دلیل آن که خروجی‌ها و محصولات حوزه‌ی تجهیزات پزشکی با سلامتی افراد ارتباط مستقیم دارد و نیاز کشورها به محصولاتش به طور روز افزون رو به افزایش است، این صنعت جزو صنایع راهبردی و حیاتی محسوب می‌شود و میزان سرمایه‌گذاری در آن روز به روز در حال افزایش است (Ziaee, Simforoosh, and Tabatabai ۲۰۱٤). همچنین بروز هرگونه اختلال و چالش در روند تولید و محصولات آن، مشکلات جدی اجتماعی را به همراه دارد و از سوی دیگر، این صنعت به دلیل ارتباط نزدیک با سایر علوم ـ بالاخص علم پزشکی ـ از اهمیت بالایی برخوردار است و بسیاری از پیشرفت‌های حاصل شده در علم پزشکی، بدون پیشرفت تولیدات این صنعت عملاً امکان‌پذیر نبوده است (Boyd and Crawford ۲۰۱۲). رشد سریع دستگاه های تجهیزات پزشکی و گسترش حوزه های اثرگذاری آن از مسائل اساسی است. تاثیرات این فناوری در حوزه تجارت و اقتصاد، شکوفایی و رونق غیرقابل وصفی به تعاملات شرکت ها و معاملات مالی جهانی بخشیده است (Monica ۲۰۱٤). ارزش افزوده بالای تجهیزات پزشکی، وجود دانش فراوان و تعداد زیاد متخصصین تحصیل کرده در این زمینه در کشور، در نظر گرفتن سیاست ایران در جایگزینی واردات با تولید داخل، و نیز سیاست افزایش صادرات دولت در

این زمینه از مزیت های صنعت تجهیزات پزشکی است. با لحاظ کردن این موضوع که اگر کشور به خصوص در حوزه بهداشت و درمان اقدام به صادرات در حد کلان نماید ضمن اینکه تاثیر سیاست های کشورهای توسعه یافته بر روی آن کاهش پیدا خواهد کرد، به هدف تبدیل شدن به قطب پزشکی و سلامت منطقه نیز دست خواهد یافت؛ لذا توسعه تکنولوژی با تاکید بر استراتژی صادرات در حوزه بهداشت و درمان باید جزو اولویت های برنامه ریزی و اجرایی کشور قرار گیرد(صادقی و دیگران ۱۳۹۵، زارعی و پارسامهر ۱۳۹۷). بر اساس اهداف تعیین شده بلند مدت کشور تمام صنایع می بایست روبه خودکفایی و کاهش نیاز به واردات پیش روند که دستیابی به این هدف منوط به افزایش تولیدات داخلی و ورود این محصولات به بازارهای جهانی است. ورود موفق به بازارهای جهانی و کسب مزیت های رقابتی مستلزم ارزیابی دقیق و آینده نگرانه می باشد.(لطفعلی پور و بابک شیرازی ۱۳۹٤) یکی از فرایندهای اصلی در آینده نگاری، ارزیابی فناوری می باشد که این ارزیابی عمدتاً به صورت کیفی انجام می گردد که این تحقیق به دنبال آن است که مدل کمی ارائه کند که بتواند نتایج مناسب تر و بهتر ارائه و الگویی شود برای شرکتهای دیگر تا از آن استفاده کنند. در واقع یکی از بخش های مهم در فرایند آینده نگاری در سازمان به این شکل می باشد که شرکت ها باید نسبت به توانمندی های فناوری های موجود در خود دانش یا اطلاعات کسب کنند. با توجه به اینکه عموم مدل های ارزیابی فناوری ارائه شده به صورت کیفی می باشد در این تحقیق برای ارزیابی سطح فناوری از مدل سازی ریاضی، از مدل سیستم خبره فازی استفاده گردیده است. که سیستم خبره فازی طراحی شده به سازمان کمک می کند که سطح فناوری های موجود در سازمان خود را اندازه گیری کرده و نسبت به شکاف فناوری ها با توجه به آینده نگاری هایی که در حوزه روند فناوری انجام می گردد استراتژی های ممکن را طراحی کند. از این رو شناسایی عوامل اساسی به منظور تصمیم گیری در خصوص معرفی و به کارگیری فناوری‌های بخش سلامت و شناسایی اهمیت هر یک از این فاکتورها می تواند فعالان بخش سلامت کشور را در امر تصمیم‌گیری یاری رساند (Sen and Finn ۲۰۰۸). با توجه به موارد بیان شده مساله اصلی در این پژوهش با مطالعه و بررسی مدل های موجود در آینده نگاری فناوری، شناسایی متغیرهای تاثیر گذار بر ارزیابی فناوری و مدل سازی سیستم خبره فازی جهت ارزیابی فناوری در فرایند آینده نگاری در حوزه سلامت می باشد. به دلیل وسعت دامنه کار در حوزه فناوری های سلامت فقط بخش صنعت تجهیزات پزشکی حوزه تجهیزات بیمارستانی دستگاه های تصویر برداری به عنوان جامعه هدف انتخاب گردیده است.

۲- پیشینه پژوهش

تحقیقات مختلفی در مورد موضوع پـژوهش وجـود دارد که در ادامه به برخی از این پژوهشها اشـاره شـده اسـت. لوکاز در پژوهشی به بررسی ارزیابی فنـاوری آینـده گـرا پرداختند که بیان می‌کنند بازتاب مفهـوم ارزیـابی فنـاوری آینـده‌گـرا (FOTA) بعنـوان شـکل خاصـی از ارزیـابی فناوری (TA) که تمرکز آن کمتر بر ارزیابی ریسک است و با توجه به فناوری‌های درحال ظهور، بیشتر بر حاکمیت نـوآوری اسـت (Lukasz ۲۰۱۷). سـانگ و تـریم در پژوهشی به بررسی نوآوری برای ایجاد آینده هوشـمندانه پرداختند که نتایج پژوهش نشان می دهد نوآوری باید راه حل های هوشمندانه را برای مقابلـه بـا مشـکلات عمـده اجتماعی جستجو کند، به دنبال رویکرد پیشـگیرانه بـرای پیش بینی آینده نامشخص باشد و بـه دنبـال راهکارهـایی برای حذف موانع از آینده هوشـمند باشـد (Sang and Trim ۲۰۱۷). برویچ و همکاران در پژوهشی به بررسـی نقش شرکت‌های دولتـی(SOE) در دهـه‌هـای اخیـر، در علم، فناوری و نوآوری و روش استفاده آنها از این مـوارد پرداخته و براین اساس یک ساختار مشـترک از نقشـه راه تکنولوژی و آینـده‌نگـاری شـرکت‌هـا کـه مناسـب بـرای

بنگـــاه‌هـــای دولتـــی باشـــد مـــورد بررســـی قـــرار داده اند(Bierwisch, Kayser, and Shala ۲۰۱۵). بـوای و مونترد در پژوهش خود عنوان می‌کنند بررسی چگونگی اجرای برنامه‌های آینـده‌نگـاری در حـدود کشـورهای در حال توسعه با توجه به غالب جدید مفهوم جهانی امروزی این حوزه متفاوت اسـت. ایشـان اسـتدلال مـی‌کننـد کـه آینده‌نگاری تکنولوژی و استراتژی صنعتی بایـد بـا هـم و متقابلاً سازگار باشند تا به شکل منسـجم طراحـی و اجـرا شده و در پرتو نقش خود به شکل دهی و رشد اقتصـادی کشـورها بـی انجامنـد (Boe-Lillegraven and Monterde ۲۰۱۵). میسنر و وولف در پژوهش خود بـه بررسی مزایای شناختی از برنامه ریزی سناریو: تاثیر آن بر تعصبات و کیفیت تصـمیم گیـری پرداختنـد کـه متوجـه شدند مطالعات آینده‌نگـاری ای کـه اسـتفاده از نقشـه راه ترکیبی را ترویج می‌دهند نتیجه گسترده تری بـه ذینفعـان می‌رسانند(Meissner and Wulf ۲۰۱۳). ملک اخلاق و والا در پژوهش خود آینده‌نگـاری بـازار ارز در شـرایط پسـابرجام را بررسـی نمودنـد. یافتـه هـا نشـان داد کـه آینده‌نگری فرآیندی است که به کمک تلاش‌های نظام مند به دوره‌هایی طولانی تر از آینده علم، فنـاوری، اقتصـاد و محیط زیست و جامعه نگاه مـی‌کنـد و در ایـن مسـیر بـه دنبال مشخص کردن فناوری‌هـای عـام نوظهـور و تعیـین کردن آن دسته از بخش‌های زیربنایی تحقیقـات راهبـردی اسـت کـه احتمـال ثمردهـی و سـود دهـی اقتصـادی و اجتماعی بیشتری دارد(ملک اخلاق و والا ۱۳۹۵). اجـاقی و همکـاران در پـژوهش خـود نگـاهی بـه مفـاهیم و روش‌های آینده‌نگاری؛ پیش‌بینی وضعیت جهـان در سـال ۰۲۰۲ میلادی پرداخته اند. نتایج تحقیق نشان می دهد که شناخت و درک هر چه بیشتر آینده و ناشـناخته‌هـایی کـه فـراروی انسـانها و جوامـع بشـری قـرار دارد، از اهمیـت بالایی برخوردار است. به بیان ساده تر، آینده اندیشی، یک روش ساختار یافته تفکر درباره آینده و برنامه‌ریزی بـرای آن است(اجاقی و دیگران ۱۳۹٤). با مطالعه و بررسـی بـر روی تحقیقات صورت گرفته مشـاهده گردیـد: در حـوزه بررسی توانمندی فناوری حوزه سـلامت کشـور، فعالیـت های تحقیقـاتی بسـیار انـدک و صـرفاً بصـورت مطالعـه موردی یک شرکت کانون توجه می باشد و ارزیابی سطح فناوری حوزه سلامت توسط متخصصان و خبرگـان مـدل سازی نگردیده است و یا اگر در سایر متون یا سازمان هـا سطح فناوری تجهیزات پزشکی اندازه گیری شـده اسـت هیچ یک بر اساس یک مـدل اسـتاندارد انجـام نگریـده و عمدتاً به صورت کیفی ارزیابی شده اند که در این تحقیق برای اولین بار بحث فناوری تجهیزات پزشکی را در مدل استاندارد شده مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است.

۳- روش پژوهش

از آنجا که هدف اصلی پژوهش، ارائه یـک مـدل مناسـب جهت ارزیابی فناوری سلامت در فرآیند آینده نگاری مـی باشد، ایـن پژوهش از حیث هـدف کـاربردی و از حیـث اجرا اکتشافی–مدل سازی می باشـد و با استفاده از روش شناسی توصـیف کمـی و توصـیف کیفـی بـه شـیوۀ کتابخانـه ای، اسـنادی و پیمایشـی از طریـق تهیـۀ پرسشـنامه(بـاز و بسـته) و نظرسنجی از متخصصـان و صاحب نظران در حـوزه تجهیـزات پزشـکی انجـام شـده است. در ارزیابی هر موضوعی نیاز به معیار اندازه گیـری با متغیر دیده می شود. انتخاب متغیر مناسب این امکان را می دهد که مقایسه درستی بین عناصر یک مـدل تصـمیم گیری به عمل آید. اما وقتی که چندین متغیر برای ارزیابی در نظر گرفته می شود، روش های تصمیم گیری گروهـی برای بررسی مسائل پیچیده جهانی با استفاده از قضـاوت خبرگان گروهی در زمینه های علمی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی به کار گرفته می شود. بدین منظـور برای تجزیه و تحلیل اطلاعـات از روش دلفی فازی و سیسـتم خبـره فازی(FIS) با استفاده از نرم افزار MATLAB بـه کـار گرفته شده است. جامعه آماری مشتمل بـر متخصصـان و صـاحب نظـران در حـوزه سیاسـت گـذاری فنـاوری در وزارت بهداشـت، وزارت صـنعت معـدن و تجـارت مـی باشـد کـه ۱۵ نفـر از متخصصـان بـرای نمونـه انتخـاب

گردیدند. برخی از ویژگی های اصلی برای انتخاب خبرگان عبارت است از: سابقه کاری مرتبط بالای ۱۵سال/دارای مدرک کارشناسی ارشد به بالا/ دارای سابقه مدیریت اجرایی در امر سیاست گذاری فناوری در حوزه سلامت/ دارای رشته تحصیلی مرتبط می باشد. لازم به ذکر است شرکت در این پژوهش بصورت اختیاری و با رضایت کامل و امکان انصراف در هر مرحله برای اعضای گروه وجود داشته است و کلیه مطالب به صورت محرمانه و اسامی به صورت گمنام خواهد بود و نتایج پژوهش در صورت تمایل و درخواست آنان در اختیارشان قرار خواهد گرفت. در پژوهش حاضر شرکت های تولید کننده تجهیزات پزشکی در حوزه تجهیزات بیمارستانی دستگاه های تصویر برداری به عنوان جامعه هدف انتخاب گردیده است که تعداد شرکت های تولید کننده تجهیزات بیمارستانی دستگاه های تصویر برداری ۳۹ شرکت می باشد. در این پژوهش پس از مرور ادبیات موضوع با بررسی مدل های موجود در آینده نگاری به منظور تعیین روایی محتوا و انتخاب متغیرهای مناسب ۳۹ متغیر در اختیار اساتید و خبرگان با تجربه کافی در این صنعت قرار گرفت که با توجه به هدف پژوهش، متغیرهای نامناسب حذف و بعضاً با اضافه کردن متغیر و انجام اصلاحاتی چک لیست ارزیابی نهایی با ۲۰ متغیر مورد مناسب تشخیص داده شد که در جدول ۱ مشاهده می شود. پایایی پرسشنامه ها به علت استفاده از پرسشنامه ساختار بافته و مورد تأیید خبرگان و نیل به هدف پژوهش؛ مورد تأیید واقع شد، به همین جهت از آلفای کرونباخ استفاده نگردید. پس از استخراج ۲۰ متغیر تاثیرگذار بر مبنای ادبیات تحقیق از روش تصمیم گیری کیفی گروهی"دلفی فازی"جهت شناسایی و انتخاب متغیرهای تصمیم گیری و نیز با بهره گیری از سیستم خبره فازی جهت مدل سازی نهایی استفاده شد.

جدول ۱- بررسی متغیرهای تحقیق و ارتباط بین مولفه های مدل و پیشینه تحقیق

ردیف	متغیر ها	نویسندگان
۱	تحقیق و توسعه	Havas, A., Weber, K.M. (۲۰۱۷) .Meissner, P., Wulf, T. (۲۰۱۳). Sang M. Lee, Silvana Trim,(۲۰۱۷ .)Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۲	توانمندی در نمونه سازی	Miles, I., (۲۰۱۰ .)Łukasz Nazarko,(۲۰۱۷)
۳	توانمندی در نمونه سازی سریع	Łukasz Nazarko,(۲۰۱۷ .)Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
٤	توسعه فناوری	Meissner, P., Wulf, T.(۲۰۱۳). Sang M. Lee, Silvana Trim,(۲۰۱۷)
٥	انجام تست و گواهینامه	Havas, A., Weber, K.M. (۲۰۱۷) .Miles, I., ۲۰۱۰ .Łukasz Nazarko,۲۰۱۷
٦	مهندسی	Łukasz Nazarko,(۲۰۱۷ .)Sang M. Lee, Silvana Trim,۲۰۱۷ . Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۷	ساخت و تولید	Miles, I., (۲۰۱۰ .)Boe-Lillegraven, S., Monterde, S., (۲۰۱۵)
۸	تنوع تولید	Havas, A., Weber, K.M. (۲۰۱۷) Meissner, P., Wulf, T. (۲۰۱۳).
۹	طراحی	Meissner, P., Wulf, T. (۲۰۱۳). Łukasz Nazarko,۲۰۱۷
۱۰	تولید مدارک	Miles, I., ۲۰۱۰ .Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۱۱	بازاریابی	Łukasz Nazarko,۲۰۱۷ .Sang M. Lee, Silvana Trim,(۲۰۱۷ .)Boe-Lillegraven, S., Monterde, S., (۲۰۱۵)
۱۲	صادرات محصولات	Sang M. Lee, Silvana Trim,۲۰۱۷ .Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)

۱۳	تجاری سازی	Havas, A., Weber, K.M. (۲۰۱۷) .Miles, I., (۲۰۱۰ .)Łukasz Nazarko,(۲۰۱۷)
۱٤	حفاظت از دستاوردها	Łukasz Nazarko,(۲۰۱۷ .)Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۱۵	ایجاد شبکه تامین	Miles, I., (۲۰۱۰ .)Łukasz Nazarko,۲۰۱۷ .Sang M. Lee, Silvana Trim,(۲۰۱۷)
۱٦	سطح جهت گیری استراتژیک	Havas, A., Weber, K.M. (۲۰۱۷) .Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۱۷	سطح مهارت و تخصص	Meissner, P., Wulf, T. (۲۰۱۳). Sang M. Lee, Silvana Trim,۲۰۱۷ . Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۱۸	رقابت پذیری	Łukasz Nazarko,۲۰۱۷ .Boe-Lillegraven, S., Monterde, S., ۲۰۱۵
۱۹	شبکه سازی	Miles, I., (۲۰۱۰ .)Sang M. Lee, Silvana Trim,۲۰۱۷ .Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E., (۲۰۱۵)
۲۰	یادگیری	Havas, A., Weber, K.M. (۲۰۱۷) .Miles, I., (۲۰۱۰ .)Sang M. Lee, Silvana Trim,(۲۰۱۷)

٤-تجزیه و تحلیل یافته ها

مرحله اول با توجه به متغیرهای پیشنهادی و تعریف متغیرهای زبانی، پرسشنامه مورد نظر طراحی شد. در این مرحله از خبرگان خواسته شده است که میزان تاثیرگذار بودن هر یک از متغیر ها را بر ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی را به صورت گزینه های کیفی تعریف شده انتخاب نماید. در مرحله بعد براساس نتایج بدسب آمده میانگین میزان تاثیرگذاری بودن هر یک از متغیرهای تاثیرگذار بر ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی طبق روابط زیر محاسبه گردید.

$$A^{(i)}=(a_1^i, a_2^i, a_3^i) \qquad i=1,2,3,\ldots,n$$

$$A_{m=} \quad (a_{m1}^i, a_{m2}^i a_{m3}^i) \quad = \quad (1/n \quad \sum a_1^{(i)}, 1/ n\sum a_2^{(i)}, 1/n\sum a_3^{(i)})$$

در رابطه فوق $A^{(i)}$ بیانگر دیدگاه فرد خبره i ام و A_m بیانگر میانگین دیدگاه های خبرگان می باشد. مرحله بعدی فازی زدایی می باشد. فازی زدایی روش تبدیل یک مجموعه اعداد فازی به مقادیر غیر فازی می باشد. در این پژوهش از روش مقدار میانگین، استفاده می شود. در این روش از تفکیک های چپ و راست(Chu and Lin ۲۰۰۹)، که علاوه بر ساده بودن از همه اطلاعات تابع عضویت نیز استفاده می شود، برای فازی زدایی استفاده می شود. مقدار فازی زدایی به روش مقدار میانگین برابر است با:

$$S(A)=1/2(S_L(A)+S_R(A))$$

$$S(A)=1/2\left[(a_{2i}-\int_{a_{1i}}^{a_{2i}} f_{\tilde{A}}(x))+(a_{2i}-\int_{a_{2i}}^{a_{3i}} f_{\tilde{A}}(x))+\right]=\frac{a_{1i}+2a_{2i}+a_{3i}}{4}$$

در مرحله دوم ضمن اعمال نتایج اولیه لازم در متغیر های مدل با توجه به موارد فوق، پرسشنامه دوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به اعضای گروه خبره ارسال و میانگین دیدگاه های خبرگان و فازی زدایی حاصل از پرسشنامه فوق محاسبه گردید. در این مرحله با محاسبه اختلاف میانگین های دو مرحله ۱و۲ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه می شود. در صورتی که اختلاف محاسبه شده از ۰/۲ کمتر باشد، فرایند دلفی فازی متوقف می شود. با توجه به جدول فوق و محاسبه اختلاف میانگین های دو مرحله ۱و۲ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی و حداقل خطای ۲ درصدی، خبرگان در متغیرهای ۸ ۹ ۱۰ ۱۳ ۱٦ ۱۸ ۱۹ ۲۰ به اجماع

نرسیدند. در مرحله سوم ضمن اعمال تغییرات لازم در متغیرهای مدل، پرسشنامه سوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به اعضای گروه خبره ارسال و میانگین دیدگاه های خبرگان و فازی زدایی حاصل از پرسشنامه فوق محاسبه گردید. سپس اختلاف میانگین های دو مرحله ۲و۳ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه شد. با توجه به جدول فوق و محاسبه اختلاف میانگین های دو مرحله ۲ و ۳ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی و حداقل خطای ۲ درصدی، خبرگان در تمامی متغیر های ارائه شده به توافق رسیدند. نتایج سه مرحله نظرسنجی حاصل از پرسشنامه دلفی بررسی و در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲ – نتایج ارزیابی شاخص ها پس از اجرای روش دلفی فازی مرحله اول، دوم و سوم

متغیر ها	مرحله اول	مرحله دوم			مرحله سوم			
	راند اول	راند دوم	اختلاف راند اول و دوم	نتیجه بررسی	راند دوم	راند سوم	اختلاف راند سوم و دوم	نتیجه بررسی
تحقیق و توسعه	۸,۵۰	۸,۵۰	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
توانمندی در نمونه سازی	٤,۸۰	٤,۹۳	۰,۱۳	اجماع خبرگان	_	_	_	_
توانمندی در نمونه سازی سریع	٤,۰۷	٤,۲۰	۰,۱۳	اجماع خبرگان	_	_	_	_
توسعه فناوری	۸,۰۷	۸,۰۷	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
انجام تست و گواهینامه	٦,۱۰	٦,۲۷	۰,۱۷	اجماع خبرگان	_	_	_	_
مهندسی	۷,۹۳	۷,۹۳	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
ساخت و تولید	۷,۵۳	۷,۵۳	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
تنوع تولید	٤,۸۷	۵,۱۳	۰,۲٦	نظرسنجی مجدد	۵,۱۳	۵,۲۷	۰,۱۳	اجماع خبرگان
طراحی	٤,۸۳	۵,٤۰	۰,۵۷	نظرسنجی مجدد	۵,٤۰	۵,۵۳	۰,۱۳	اجماع خبرگان
تولید مدارک	٤,٦۰	٤,۸۷	۰,۲۷	نظرسنجی مجدد	٤,۸۷	٤,۸۷	۰,۰۰	اجماع خبرگان
بازاریابی	٦,۲۳	٦,۲۳	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
صادرات محصولات	۵,٦۳	۵,٦۷	۰,۰۳	اجماع خبرگان	_	_	_	_
تجاری سازی	٦,٤۰	٦,۱۳	۰,۲۷	نظرسنجی مجدد	٦,۱۳	٦,۱۰	۰,۰۳	اجماع خبرگان
حفاظت از دستاوردها	۵,۵۳	۵,٤۳	۰,۱۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
ایجاد شبکه تامین	٦,۱۳	٦,۱۳	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
سطح جهت گیری استراتژیک	۵,۵۰	٤,۹۷	۰,۵۳	نظرسنجی مجدد	٤,۹۷	٤,۹۷	۰,۰۰	اجماع خبرگان
سطح مهارت و تخصص	۵,۸۳	۵,۸۳	۰,۰۰	اجماع خبرگان	_	_	_	_
رقابت پذیری	۷,۸۷	۷,۲۷	۰,٦۰	نظرسنجی مجدد	۷,۲۷	۷,۲۷	۰,۰۰	اجماع خبرگان
شبکه سازی	۵,۸۳	٦,۲۳	۰,٤۰	نظرسنجی مجدد	٦,۲۳	٦,۲۰	۰,۰۳	اجماع خبرگان
یادگیری	۵,۸۰	۵,۵۳	۰,۲۷	نظرسنجی مجدد	۵,۵۳	۵,۵۳	۰,۰۰	اجماع خبرگان

در جدول ۳ میانگین امتیازات نهایی کسب شده هر شاخص را می توان مشاهده نمود. در ستون سوم شامل شاخص هایی است که خبرگان در مرحله دوم به توافق رسیدند و ستون چهارم شامل شاخص هایی است که خبرگان در مرحله سوم به توافق رسیدند. در این تحقیق با توجه به اعداد به دست‌آمده از فازی زدایی تجمیع دیدگاه خبرگان عدد ۷ را به عنوان آستانه تحمل در نظر گرفته اند، که ۵ متغیر تحقیق و توسعه، توسعه فناوری، مهندسی،

ساخت و تولید و سطح رقابت پذیری جهت ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی به ترتیب اولویت شناسایی گردید.

٤-۲-۱-طراحی سیستم خبره فازی ارزیابی فناوری های حوزه پزشکی:

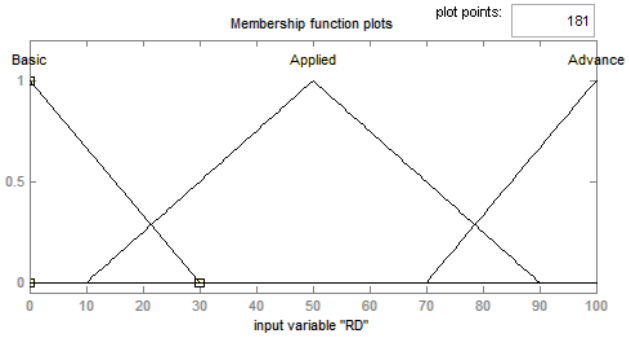
برای مدل سازی سیستم خبره فازی ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی، نخست بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۳ سیستم خبره فازی طراحی می شود. مطابق روش پرسشنامه فازی در بخش قبل ۵ متغیر جهت سیستم خبره فازی ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی شناسایی گردید. این متغیرها عبارت است از: تحقیق و توسعه، توسعه فناوری، مهندسی، ساخت و تولید و سطح رقابت پذیری می باشد. طراحی سیستم خبرهٔ فازی ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی در شکل ۱ مشاهده می شود.در مدل سازی از تابع عضویت مثلثی استفاده می گردد. در این بخش برای هر متغیر ورودی مجموعه ای از واژه های زبانی تعریف شدند که تعداد آنها سه واژه برای هر پارامتر ورودی متغیر است. سپس با استفاده از نظرات خبرگان صنعت درخواست شد تا مقادیر و بازه های این واژه ها را تعیین کنند. پس از جمع آوری نتایج، میانگین نظر خبرگان به شکل اعداد فازی مثلثی به عنوان مقادیر ورودی سیستم تعیین شد که نتایج آن در جدول ۳ مشاهده می شود.

جدول ۳ - مقادیر زبانی متغیرهای ورودی

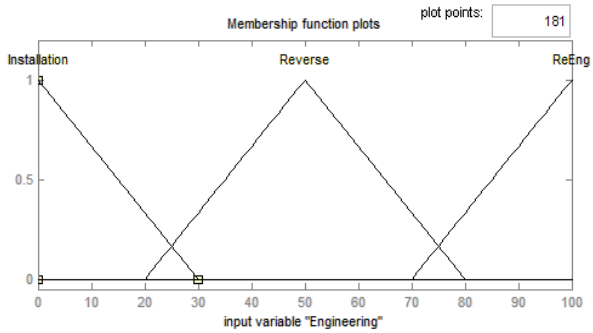
نام متغیر	نماد متغیر	مقادیر زبانی	نماد تابع عضویت	پارامتر[a b c]
تحقیق و توسعه	RD	پایه ای	Basic	[۰ ۰ ۳۰]
		کاربردی	Applied	[۱۰ ۵۰ ۹۰]
		پیشرفته	Advance	[۷۰ ۱۰۰ ۱۰۰]
توسعه فناوری	Development	انتقال ناقص فناوری	Incomplete TT	[۰ ۰ ٤۰]
		انتقال کامل فناوری	Complete TT	[۲۰ ۵۰ ۸۰]
		همکاری مشترک خارجی	R&D J.V	[۷۰ ۱۰۰ ۱۰۰]
مهندسی	Engineering	نصب و راه اندازی	Installation	[۰ ۰ ۳۰]
		مهندسی معکوس	Reverse Eng	[۱۰ ۵۰ ۹۰]
		توانمندی مهندسی مجدد	Re Eng	[۷۰ ۱۰۰ ۱۰۰]
ساخت و تولید	Production	تولید در حجم محدود	Limit	[۰ ۰ ۳۰]
		تولید سفارشی	Custom	[۲۰ ۵۰ ۸۰]
		تولید در حجم انبوه	Mass	[۷۰ ۱۰۰ ۱۰۰]
رقابت پذیری	Competitiveness	مزیت رقابتی مقطعی	Sectional	[۰ ۰ ٤۰]
		مزیت رقابتی استراتژیک	Strategic	[۲۵ ۵۰ ۷۵]
		مزیت رقابتی بین المللی	International	[٦۰ ۱۰۰ ۱۰۰]

در جدول ۳ تابع عضویت تعریف شده و حدود آن بر اساس نظر اساتید و خبرگان طی یک جلسه نهایی گردید و تفاوت و تمایز بین اعداد فازی مثلثی بر اساس نظر خبرگان و حدود آنها در محدوده ای است که در بخش های مختلف تعیین شده است. متغیر تحقیق و توسعه شامل ۳ مقادیر زبانی پایه ای، کاربردی و پیشرفته می باشد که متغیر زبانی پایه ای از

فازی مثلثی[۳۰ ۰ ۰] استفاده شده است که دارای اهمیت کمتری می باشد و متغیر زبانی کاربردی و پیشرفته از فازی مثلثی[۹۰ ۵۰ ۱۰] [۱۰۰ ۱۰۰ ۷۰] استفاده شده است که دارای اهمیت زیادی می باشد. در نتیجه تحقیق و توسعه کاربردی و پیشرفته دارای اهمیت زیادی می باشند. متغیر توسعه فناوری شامل ۳ مقادیر زبانی انتقال ناقص فناوری، انتقال کامل فناوری و همکاری مشترک خارجی می باشد که متغیر زبانی انتقال ناقص فناوری از فازی مثلثی[۴۰ ۰ ۰] استفاده شده است که دارای اهمیت کمتری می باشد و متغیر زبانی انتقال کامل فناوری و همکاری مشترک خارجی از فازی مثلثی[۸۰ ۵۰ ۲۰] [۱۰۰ ۱۰۰ ۷۰] استفاده شده است که دارای اهمیت زیادی می باشد. در نتیجه انتقال کامل فناوری و همکاری مشترک خارجی دارای اهمیت زیادی می باشند. متغیر مهندسی شامل ۳ مقادیر زبانی نصب و راه اندازی، مهندسی معکوس و توانمندی مهندسی مجدد می باشد که متغیر زبانی نصب و راه اندازی از فازی مثلثی[۳۰ ۰ ۰] استفاده شده است که دارای اهمیت کمتری می باشد و متغیر زبانی مهندسی معکوس و توانمندی مهندسی مجدد از فازی مثلثی[۹۰ ۵۰ ۱۰] [۱۰۰ ۱۰۰ ۷۰] استفاده شده است که دارای اهمیت زیادی می باشد. در نتیجه مهندسی معکوس و توانمندی مهندسی مجدد دارای اهمیت زیادی می باشند. متغیر ساخت و تولید شامل ۳ مقادیر زبانی تولید در حجم محدود، تولید سفارشی و تولید در حجم انبوه می باشد که متغیر زبانی تولید در حجم محدود از فازی مثلثی[۳۰ ۰ ۰] استفاده شده است که دارای اهمیت کمتری می باشد و متغیر زبانی تولید سفارشی و تولید در حجم انبوه از فازی مثلثی[۸۰ ۵۰ ۲۰] [۱۰۰ ۱۰۰ ۷۰] استفاده شده است که دارای اهمیت زیادی می باشد. در نتیجه تولید سفارشی و تولید در حجم انبوه دارای اهمیت زیادی می باشند. همچنین متغیر رقابت پذیری شامل ۳ مقادیر زبانی مزیت رقابتی مقطعی، مزیت رقابتی استراتژیک و مزیت رقابتی بین المللی می باشد که متغیر زبانی مزیت رقابتی مقطعی از فازی مثلثی[۴۰ ۰ ۰] استفاده شده است که دارای اهمیت کمتری می باشد و متغیر زبانی مزیت رقابتی استراتژیک و مزیت رقابتی بین المللی از فازی مثلثی[۷۵ ۵۰ ۲۵] [۱۰۰ ۱۰۰ ۶۰] استفاده شده است که دارای اهمیت زیادی می باشد. در نتیجه مزیت رقابتی استراتژیک و مزیت رقابتی بین المللی دارای اهمیت زیادی می باشند.

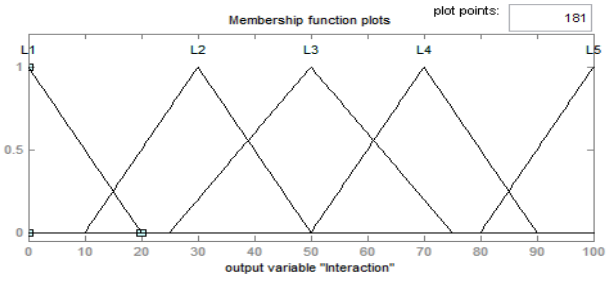


شکل۱-تابع عضویت متغیرهای زبانی تحقیق و توسعه



شکل۲- تابع عضویت متغیرهای زبانی مهندسی

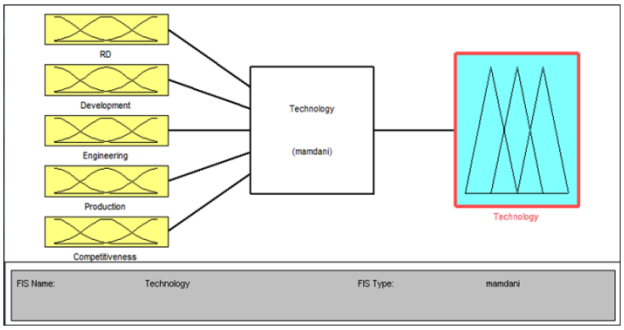
بر مبنای متغیر های ورودی و قوانین تدوین شده، ۵ سطح برای متغیر خروجی تعریف گردید. میانگین نظر خبرگان به شکل اعداد فازی مثلثی به عنوان مقدارمتغیر خروجی سیستم تعیین شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است که با توجه به تعریف متغیرهای ورودی و تأثیر آنها بر یکدیگر می توان تشخیص داد که هر سازمان در کدوم یک از سطح ها قرار دارد.



شکل ۳- تابع عضویت متغیرهای زبانی متغیر خروجی ارزیابی فناوری

در این مرحله پایگاه قواعد فازی با استفاده از متغیرهای زبانی ورودی و نظریات خبرگان با قاعدهٔ" اگر - آنگاه " ایجاد می شود. با توجه به اینکه این تحقیق یک روش کیفی- کمی

محسوب می شود پایگاه دانش، نظر و دانش خبرگان می باشد که در قالب قواعد تصمیم گیری در جلسات حضوری استخراج و در طراحی مدل از این نظرات استفاده گردیده است. همچنین تعداد قواعد برابر است با میزان سطح هر متغیر به توان متغیرهای موجود در نتیجه ۲۴۳ قاعدهٔ" اگر - آنگاه" ایجاد می شود که با توجه به محدودیت زمانی و دانش خبرگان از قواعد کلیدی استفاده گردید که با ۱۵۱ قاعدهٔ" اگر -آنگاه " ایجاد شد و خروجی حاصل از مدل سازی و نمودارهای سه بعدی نشان می دهد که با ۱۵۱ قاعدهٔ" اگر - آنگاه" تمام فضای تصمیم گیری سه بعدی را پوشش داده است. لذا از نظر مدل سازی و از نظر خبرگان این تعداد قواعد جواب گو کل مدل سازی می باشد. در نتیجه در این مرحله پایگاه قواعد فازی با استفاده از متغیرهای زبانی ورودی و نظریات خبرگان با ۱۵۱ قاعدهٔ " اگر - آنگاه " ایجاد شد و پس از طراحی و تعریف قوانین فازی بر مبنای متغیرهای ورودی سیستم و متغیر خروجی مدل نهایی استخراج گردید. به عنوان مثال یکی از قوانین به صورت زیر تدوین شده است: " اگر تحقیق و توسعه متوسط و توسعه فناوری متوسط و مهندسی متوسط و ساخت و تولید متوسط و رقابت پذیری متوسط باشد، آنگاه فناوری در سطح ۳ قرار می گیرد."



شکل ٤ – سیستم خبره تصمیم گیری فازی ارزیابی فناوری های حوزه پزشکی

اعتبار سنجی مدل:

با توجه به اینکه تعداد کل شرکت های تولید کننده تجهیزات بیمارستانی دستگاه های تصویر برداری ۳۹ شرکت می باشد مطابق با نظر اساتید و خبرگان حدود ۱/۳ آن ۱۵ شرکت به عنوان نمونه انتخاب گردید و از هر شرکت یک نمونه انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نتیجه جهت اعتبار سنجی مدل اطلاعات ۱۵ نمونه توسط خبرگان برای تست مدل تعیین و به مدل داده شده و خروجی حاصل از مدل و سطح بندی آنها صورت پذیرفت. سپس با استفاده از دانش خبرگان نیز نمونه های منتخب ارزیابی گردید. مقایسه نتایج سیستم و ارزیابی واقعی نمونه هایی که توسط خبرگان برای تست مدل ارائه شد، موفقیت ۷۸ درصدی سیستم را نشان داد.

۵-بحث و نتیجه‌گیری

جهت پاسخگویی مهم ترین متغیر های تاثیرگذار جهت ارزیابی فناوری های حوزه تجهیزات پزشکی، پرسشنامه ای با ۲۰ متغیر اولیه طراحی شده است که در آن تمام عوامل گردآوری شده از مقالات پیشین که در پیشینه تحقیق به آن پرداخته شد، از نقطه نظر اهمیت هر یک از آن ها در ارزیابی فناوری سلامت، توسط خبرگان امتیازدهی شدند، که ۵ متغیر تحقیق و توسعه با میانگین امتیاز ۸,۵۰، توسعه فناوری با میانگین امتیاز ۸,۰۷، مهندسی با میانگین امتیاز ۷,۹۳، ساخت و تولید با میانگین امتیاز ۷,۵۳ و رقابت پذیری با میانگین امتیاز ۷,۲۷ به ترتیب به عنوان شاخص های مهم و اولویت دار از نگاه خبرگان در ارزیابی فناوری سلامت در حوزه تجهیزات پزشکی شناسایی گردید. لذا شرکت های تولید کننده تجهیزات پزشکی جهت ارزیابی سطح فناوری و تعیین شکاف فناوری خود نسبت به بهره برداری این متغیرها اقدام نمایند. همچنین نتایج تحقیق نشان می دهد امتیازهای فازی حاصل از نظرسنجی دو متغیر تحقیق و توسعه با میانگین امتیاز ۸,۵۰، و توسعه فناوری با میانگین امتیاز ۸,۰۷ می باشد. که تحقیق و توسعه و توسعه فناوری نسبت به تمام متغیرهای ارائه شده در جدول ۳ از سطح ۸ که مقدار بالایی است بیشتر می باشد و بقیه متغیرها کمتر از ۸ می باشد لذا دو متغیر تحقیق و توسعه و توسعه فناوری به عنوان متغیرهای کلیدی با استفاده از نظر خبرگان در روش دلفی فازی ارائه می شود. برای طراحی سیستم خبره فازی ارزیابی فناوری های حوزه پزشکی ابتدا ورودی مدل بر اساس ۵ سطح تحقیق و توسعه، توسعه فناوری، مهندسی، ساخت و تولید و رقابت پذیری از روش دلفی فازی استخراج گردید و بر اساس سیستم استنتاج فازی و نظر خبرگان ۳ مقادیر زبانی برای هر ۵ سطح تعیین و

بر مبنای متغیر های ورودی و قوانین تدوین شده، ۵ سطح برای متغیر خروجی تعریف شد. که با توجه به تعریف متغیرهای ورودی و تأثیر آنها بر یکدیگر می توان تشخیص داد که هر سازمان در کدوم یک از سطح ها قرار دارد. سپس پایگاه قواعد فازی با استفاده از متغیرهای زبانی ورودی و نظریات خبرگان با ۱۵۱ قاعدهٔ " اگر - آنگاه " ایجاد شد و پس از طراحی و تعریف قوانین فازی بر مبنای متغیرهای ورودی سیستم و متغیر خروجی مدل نهایی استخراج گردید. مدل ارائه شده برای طراحی سیستم خبره فازی این امکان را به وجود می آورد تا تمامی شرکت های تولید کننده تجهیزات پزشکی بتوانند مطابق با شرایط و نیاز سیستم خود را طراحی و پیاده سازی نمایند. همچنین نتایج حاصل از اعتبار سنجی سیستم مورد نظر حاکی از عملکرد مطلوب سیستم و اعتبار نتایج حاصل از آن دارد. در نتیجه سیاست های پیشنهادی برای پیاده سازی موفق پنج شاخص بیان شده بر مبنای سیستم استنتاج فاری را می توان از قرار زیر فهرست کرد:

اولین عامل تاثیر گذار بر ارتقاء سطوح فناوری های سلامت در فرایند آینده نگاری توانمندی تحقیق و توسعه می باشد. لذا شرکت ها جهت توسعه توانمندی های تحقیق و توسعه کاربردی و پیشرفته سرمایه گذاری لازم را انجام نمایند. دومین عامل تاثیر گذار بر ارتقاء سطوح فناوری های سلامت در فرایند آینده نگاری توانمندی توسعه فناوری است. بنابراین شرکت ها جهت توسعه توانمندی های فناوری صرفا به انتقال فناوری تجهیزات و سخت افزار توجه ننمایند و جهت همکاری مشترک خارجی با برندهای معتبر و صاحب فناوری اقدامات لازم را صورت نمایند. توانمندی مهندسی سومین عامل تاثیر گذار بر ارتقاء سطوح فناوری های سلامت در فرایند آینده نگاری است. بدین وسیله شرکت ها جهت توسعه توانمندی های مهندسی از جمله توانمندی های مهندسی معکوس و مهندسی مجدد با همکاری و شبکه سازی داخلی و خارجی اقدامات لازم را صورت نمایند. چهارمین عامل تاثیر گذار بر ارتقاء سطوح فناوری های سلامت در فرایند آینده نگاری توانمندی ساخت و تولید می باشد. لذا شرکت ها نسبت به توسعه بازارهای داخلی و جهت گیری تولید انبوه محصولات با توجه به صرفه های ناشی از مقیاس برنامه ریزی و سرمایه گذاری نمایند. نهایتاً سطح رقابت پذیری پنجمین عامل تاثیر گذار بر ارتقاء سطوح فناوری های سلامت در فرایند آینده نگاری می باشد . لذا شرکت ها جهت توسعه توانمندی های بازاریابی داخلی و صادرات به بازارهای هدف نسبت به ارتقاء کیفی و کمی محصولات و اخد استانداردهای بین المللی بررسی های لازم را انجام نمایند.

فهرست منابع

اجاقی، صبا، نادر نادری، بیژن رضایی، و هیثم عبدالزهره. ۱۳۹٤. نگاهی به مفاهیم و روش‌های آینده‌نگاری؛ پیش‌بینی وضعیت جهان در سال ۰۲۰۲ میلادی. کنفرانس بین المللی پژوهشهای نوین در مدیریت، اقتصاد وحسابداری، استانبول، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ایلیا.

دهقانی سانیچ، امراله، و علیرضا بهروزنیا. ۱۳۹٤. شناسایی عوامل مؤثر در سطح توانمندی فناورانه صنایع برق(مورد تحقیق: شرکت ایران ترانسفو). فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره بیست و پنج، ص ۸۵-۷۷.

ذوالفقارزاده، محمدمهدی، و مهدی هاجری. ۱۳۹٦. ارائه چارچوبی برای توسعه دیپلماسی علم و فناوری کشور به روش دلفی فازی. فصلنامه سیاست علم و فناوری، سال نهم، شماره۳.

زارعی، قاسم، و بنفشه پارسامهر.۱۳۹۷، شناسایی عوامل موثر بر توسعه صادرات تجهیزات پزشکی با استفاده از رویکرد تئوری داده بنیاد. مدیریت بهداشت و درمان، ۹(۳).

صادقی، آ، آ سعدآبادی، ش مزارعی، و ک نوروزی. ۱۳۹۵. بررسی نقش نهادهای واسطه ای نوآوری در صنایع الکترونیکی. پنجمین کنفرانس بین المللی و نهمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری.

لطفعلی پور, امین، و بابک شیرازی. ۱۳۹٤. بررسی استراتژیک وضعیت صنعت تجهیزات پزشکی کشور با استفاده از تحلیل SWOTو ارائه راهکارهای عملی جهت بهبود وضعیت. اولین کنفرانس بین المللی حسابداری، مدیریت و نوآوری در کسب و کار.

ملک اخلاق, اسماعیل، و شبنم والا. ۱۳۹۵. آینده‌نگاری بازار ارز در شرایط پسابرجام. نخستین کنفرانس بین المللی پارادیم‌های نوین مدیریت هوشمندی تجاری و سازمانی، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.

همت، مرتضی، هاله آیت اللهی، محمدرضا ملکی، و فاطمه ثقفی. ۱۳۹۷. فناوری اطلاعات سلامت، آینده نگاری و تصمیم گیری راهبردی برای ایران: مطالعه کیفی. فصلنامهٔ علمی پژوهشی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران، دوره ۳٤، شماره ۲، ص ۲۳۹-۷٦٤.

Bierwisch, A., V. Kayser, and E. Shala. ۲۰۱۵. Emerging technologies in civil security a scenario based on analysis. Technol. Forecast. Soc. Chang ۱۰۱, ۲۲٦–۲۳۷.

Boe-Lillegraven S., and S. Monterde. ۲۰۱۵. Exploring the cognitive value of technology foresight: the case of the Cisco Technology Radar. Technol. Forecast. Soc. Chang ۱۰۱،٦۲–۸۲

Boyd, D., and K. Crawford. ۲۰۱۲. Critical questions for big data: provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon, Inf. Commun Soc ۱۵, ٦٦۲–٦۷۹.

Chan, Leong, and Tugrul Daim. ۲۰۱۲. Exploring the impact of technology foresight studies on innovation Case of BRIC countries Futures ٤٤(٦):٦۱۸-٦۳۰. Doi: http://dx.doi.org/۱۰،۱۰۱٦/j.futures.۲۰۱۲،۰۳،۰۰۲.

Chen, H., W. Wakeland, and J. Yu. ۲۰۱۲. A two-stage technology foresight model with system dynamics simulation and its application in the Chinese ICT industry. Technol Forecast Soc Change ۷۹(۷):۱۲٥٤-۱۲٦۷. Doi: http://dx.doi.org/۱۰،۱۰۱٦/j.techfore.۲۰۱۲،۰۲،۰۰۷.

Chu, T.C., and Y. Lin. ۲۰۰۹. An extension to fuzzy MCDM. Computers and mathematics with applications ٥۷, ٤٤٥–٤٥٤.

Havas, A., and K.M. Weber. ۲۰۱۷. The ‘fit’ between forward-looking activities and the innovation policy governance sub-system: A framework to explore potential impacts. Technological Forecasting and Social Change ۱۱٥: ۳۲۷-۳۳۷.

Khamseh A., and A. Pashmchi. ۲۰۱٤. Measuring And Comparing Of Technological Capabilities Levels Automotive Industry (Case Study: Comparison Of And Pars Khodro). Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences ISSN:۲۲۳۱-٦٦۳٤٥(Online) An Open Access, Online International Journal Available at http;//www.cibtech.org/sp.ed/jls/۲۰۱٤/۰۱/jls.htm, ۲۰۱٤, Vol. ٤ (SI) April-June, pp. ۱۲۷۸-۱۲۸٦/ Khamseh and Pashmchi Research Article.

Lukasz Nazarko. ۲۰۱۷. Future-Oriented Technology Assessment, ۷th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, Procedia Engineering ۱۸۲, ٥۰٤ – ٥۰۹.

Meissner, D., L. Gokhberg, and A. Sokolov. ۲۰۱۳. Instruments to measure foresight, Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies.In (Eds.):Springer Science & Business Media pp. ٤۳–٦۲.

Meissner, P., and T. Wulf. ۲۰۱۳. Cognitive benefits of scenario planning: its impact on biases and decision quality. Technol. Forecast. Soc. Chang ۸۰ (٤), ۸۰۱–۸۱٤.

Miles, I., ۲۰۱۰. The development of technology foresight: a review. Technol. Forecast. Soc Chang ۷۷ (۹), ۱٤٤۸–۱٤٥٦.

Monica, T., ۲۰۱٤. Profitability Analysis (A comparative study of SAIL & TATA Steel). Journal of Economics and Finance ۳(۲): ۱۹-۲۲.

Sang, M. Lee, and Silvana Trim. ۲۰۱۷. Innovation for creating a smart future, Journal of Innovation & Knowledge ۱۲-۲۱.

Sen, K., and B. Finn. ۲۰۰۸. Sigmund Helga Health Technology Assessment Handbook, Danish Centre for Health Technology Assessment, National Board of Health, February ۱٥.

UNIDO., ۲۰۰٥. UNIDO technology foresight manual: organization and methods. In: United nation's industrial development organization.

Zewail, A. H., ۲۰۱۰. Science in Diplomacy.Cell ۱٤۱(۲), ۲۰٤-۲۰۷.

Ziaee AM., N. Simforoosh, and Sh. Tabatabai. ۲۰۱٤. Evaluation of postgraduate medical education progress and foresight: (a necessity for purposeful development of P.G.M.E in IR IRAN)-Teb va Tazkiyeh ۲۳(۱): ٤٥-٥٦.